

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES EM SEIS ESPÉCIES
NATIVAS DO CERRADO UTILIZADAS EM PLANTIO DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREA DEGRADADA, PARACATU – MG**

AMANDA CALDAS PORTO

ORIENTADOR: JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM - 185/2012

Brasília –DF: Julho - 2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES EM SEIS ESPÉCIES
NATIVAS DO CERRADO UTILIZADAS EM PLANTIO DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREA DEGRADADA, PARACATU – MG**

Amanda Caldas Porto

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de mestre.

APROVADO POR:

José Roberto Rodrigues Pinto, Dr. (Departamento de Engenharia Florestal, UnB)
(Orientador)

Alcides Gatto, Dr. (Departamento de Engenharia Florestal, UnB)
(Examinador interno)

Fabiana de Gois Aquino, Dr, (EMBRAPA Cerrados)
(Examinadora externa)

Cristopher William Fagg (Faculdade de Ceilândia, UnB)
(Suplente)

Brasília, 27 de julho de 2012.

Brasília, 27 de julho de 2012

PORTO, AMANDA CALDAS

Concentração e estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação de área degradada, Paracatu – MG [Distrito Federal] 2012.

xv, 91p., 210 × 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia).

Departamento de Engenharia Florestal

1. Recuperação de Áreas Degradadas

2. Cerrado

3. Espécies nativas

4. Estoque de nutrientes

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PORTO, A. C. (2012). Concentração e estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação de área degradada, Paracatu – MG. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 91p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Amanda Caldas Porto.

Título: Concentração e estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação de área degradada, Paracatu – MG

GRAU: MESTRE

ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

Amanda Caldas Porto

SHN Q. 04 Bl. B ap. 908, Asa Norte

Brasília-DF

Cep: 70704-000

Dedico este trabalho aos meus pais, a Carlos Alberto e ao meu marido Jimmy, pelo apoio e incentivo incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade de Brasília, especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais pela oportunidade de participar deste curso.

Ao Decanato de Ensino de Graduação pela concessão da bolsa REUNI.

Ao meu orientador, José Roberto, e aos professores do mestrado em geral pelo acompanhamento ao longo do curso.

A todos que fazem parte do Laboratório de Ecologia de Ecossistemas, principalmente, a professora Mercedes Bustamante por ter cedido o espaço e estrutura do seu laboratório para a realização desse projeto.

Aos meus colegas de mestrado pelos momentos compartilhados e pela ajuda nos momentos oportunos.

Ao meu companheiro Jimmy pelo apoio incondicional.

E por último, a todos aqueles que de uma ou outra forma fizeram possível à realização deste curso.

RESUMO

CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES EM SEIS ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO UTILIZADAS EM PLANTIO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA, PARACATU – MG

Autor: Amanda Caldas Porto

Orientador: José Roberto Rodrigues Pinto

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, julho de 2012

A degradação de áreas naturais tem ameaçado a conservação da biodiversidade e a integridade dos ecossistemas naturais. Como forma de mitigar os impactos negativos da degradação ambiental as ações de recuperação têm se mostrado cada vez mais necessárias e urgentes. Entretanto, para avaliar se o objetivo da recuperação foi atingido é necessário adotar parâmetros, que reflitam a saúde do ecossistema objeto de restauração. Um desses parâmetros que podem se utilizados são os aspectos nutricionais da vegetação, uma vez que, estes atributos estão ligados diretamente com o metabolismo da planta. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar o estado nutricional e quantificar o estoque de macronutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantios de recuperação, no município de Paracatu – MG. Para isso foi realizado plantio baseado no Modelo Nativas do Bioma, que preconiza o uso de espécies de usos múltiplos e nativas do Cerrado. O estudo foi conduzido em uma área de pastagem abandonada localizada no município de Paracatu – MG. Para a análise de macronutrientes foram analisadas amostras de seis espécies nativas, todas da família Fabaceae, sendo duas de Cerrado Sentido Restrito (*Platypodium elegans* Vogel e *Plathymenia reticulata* Benth), duas de Mata Seca (*Acacia polyphylla* D.C e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) e duas de Mata de Galeria (*Inga laurina* (SW.) Willd. e *Hymenaea courbaril* L.). Foram coletadas amostra da parte aérea e subterrânea de duas mudas de cada espécie na época do plantio em campo e cinco amostras de cada espécie em cada tratamento (plantio em covas e plantio em sulcos), onze meses após o plantio. O solo nas áreas de plantios (covas e sulcos) foi analisado, quanto suas propriedades físico-químicas. Os solos dos dois tratamentos não foram considerados estatisticamente diferentes (Teste F, $\alpha = 0,05$). De modo geral, os grupos fisionômicos apresentaram concentrações dentro do observado para a vegetação nativa do Cerrado. O teor de Cálcio foi o único elemento significativamente diferente entre os grupos fisionômicos, tanto na fase de mudas quando aos onze meses, sendo as espécies de Mata Seca as que apresentaram maior concentração desse nutriente. Estas espécies também foram as que apresentaram as maiores concentrações de C, N, P e Ca, nos dois tratamentos. Em relação aos estoques de nutrientes as espécies de Mata Seca apresentaram os maiores estoques. Para todos os nutrientes os maiores estoques foram observados no tratamento de sulcos.

Palavras-chave: recuperação de área degradada, Cerrado, estoque de nutrientes, concentrações de nutrientes, Fabaceae.

ABSTRACT

CONCENTRATION AND STOCK OF NUTRIENTS IN SIX NATIVE SPECIES OF CERRADO USED IN PLANTING OF DEGRADATION RECUPERATION, PARACATU - MG

Author: Amanda Caldas Porto

Supervisor: José Roberto Rodrigues Pinto

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, July of 2012

The degradation of natural areas has seriously threatened the conservation of biodiversity and the integrity of natural ecosystems. In order to mitigate the negative impacts of environmental actions have been shown to be increasingly necessary and urgent. However, to assess whether the goal of recovery has been achieved it is necessary to adopt parameters that reflect the health of the ecosystem restoration object. One of the attribute that can be used is the nutritional value of the vegetation, since these are directly linked to the metabolism of plant. In this context, this paper aims to assess the nutritional status and to quantify the stock of macronutrients in six native species of Cerrado used in a recuperation experiment in Paracatu - MG. For this planting was carried out based on the model MDR-Cerrado, which advocates the use of species of multiple uses and native Cerrado biome. The study was conducted in an abandoned pasture area located in Paracatu - MG. For the analysis of macronutrients were analyzed six samples of native species, all of the family Fabaceae, two of cerrado *sensu stricto* (*Platypodium elegans* Vogel and *Plathymenia reticulata* Benth), two of dry forest (*Acacia polyphylla* DC and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) and two gallery forest (*Inga laurina* (Sw.) Willd. and *Hymenaea courbaril* L.). We collected samples of shoots and roots of two seedlings of each species used in planting and five samples of each species in each treatment, eleven months after planting. The soil in the areas of planting pits and turrows had their physicochemical properties analyzed. The soils of the two treatments were not statistically different (F test, $\alpha = 0.05$). As the concentration of nutrients, Ca was the only nutrient significantly different physiognomic groups, both at the stage when seedlings to 11 months, and dry forest species that showed the highest concentration of this nutrient. These dry forest has species were the ones with the highest concentrations of C, N, P and Ca in both treatments. In general, all groups had concentrations within the physiognomic observed for the native vegetation of the Cerrado. Regarding the nutrient stocks of dry forest species had the largest stocks. For all the major nutrient stocks were observed in the treatment of turrows.

Keywords: degradation recuperation, Savannah, nutrient stock, nutrient concentrations, Fabaceae.

SÚMARIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 4 |
| 2.1 - OBJETIVO GERAL | 4 |
| 2.1.1 - Objetivos Específicos..... | 4 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 5 |
| 3.1 - O BIOMA CERRADO E SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO | 5 |
| 3.2 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS..... | 6 |
| 3.3 - EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DA VEGETAÇÃO | 8 |
| 3.4 - MACRONUTRIENTES NUTRIÇÃO MINERAL NAS PLANTAS..... | 10 |
| 3.4.1 - Carbono..... | 10 |
| 3.4.2 - Nitrogênio | 11 |
| 3.4.3 - Fósforo | 11 |
| 3.4.4 - Potássio | 12 |
| 3.4.5 - Cálcio | 13 |
| 3.4.6 - Magnésio..... | 14 |
| 3.4.7 - Enxofre..... | 14 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 16 |
| 4.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA..... | 16 |
| 4.2 - HISTÓRICO DE USO DA ÁREA DO ESTUDO | 18 |
| 4.3 - EXPERIMENTO..... | 19 |
| 4.4 - ESPÉCIES ALVO..... | 21 |
| 4.5 - ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO..... | 23 |
| 4.6 - CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL | 24 |
| 4.7 - ESTOQUE DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL..... | 26 |
| 4.8 - ANÁLISES DOS DADOS..... | 26 |
| 5. RESULTADOS..... | 28 |
| 5.1 – ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO | 28 |
| 5.2 - CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES | 30 |
| 5.2.1 - Carbono..... | 30 |
| 5.2.2 - Nitrogênio | 31 |
| 5.2.3 - Fósforo | 33 |
| 5.2.4 - Potássio | 34 |
| 5.2.5 - Cálcio | 35 |
| 5.2.6 - Magnésio..... | 37 |
| 5.2.7 - Enxofre..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 5.3 - ESTOQUE DE NUTRIENTES..... | 39 |
| 5.3.1 - Carbono..... | 39 |
| 5.3.2 – Nitrogênio..... | 41 |
| 5.3.3 - Fósforo | 44 |
| 5.3.4 - Potássio | 46 |
| 5.3.5 - Cálcio | 48 |
| 5.3.6 - Magnésio..... | 50 |
| 5.3.7 - Enxofre..... | 53 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 57 |
| 6.1 - SOLOS | 57 |
| 6.2 - CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL | 60 |
| 7. CONCLUSÕES | 64 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 4.1. Área e percentual das fisionomias da flora nativa na Sub-bacia do rio Paracatu, em 2005. Fonte: Scolforo & Carvalho, 2006..... | 17 |
| Tabela 4.2. Lista das espécies e as respectivas quantidades de mudas plantadas na área experimental, na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. Em que: MS = Mata Seca; CE = Cerrado Sentido Restrito; MG = Mata de Galeria; Trat. 1 = plantio das mudas em sulco e Trat. 2 = plantio das mudas em cova..... | 20 |
| Tabela 5.1. Resultado das análises textural das amostras de solos, coletadas a 0 -20 cm de profundidade nos tratamentos covas e sulcos, na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. Valores entre parênteses = desvio padrão. Valores acompanhados pelas mesmas letras não diferiram estatisticamente (Teste F, $\alpha = 0,05$)..... | 28 |
| Tabela 5.2. Resultados das análises químicas das amostras de solos, coletadas a 0 -20 cm de profundidade nos tratamentos covas e sulcos, na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. Valores entre parênteses = desvio padrão. Valores acompanhados pelas mesmas letras não diferiram estatisticamente (Teste F, $\alpha = 0,05$)..... | 29 |
| Tabela 5.3. Estoque de Carbono, na parte aérea e subterrânea, na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre as partes aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (ANOVA, Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$)..... | 40 |
| Tabela 5.4. Estoque de Nitrogênio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (ANOVA, Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$)..... | 43 |
| Tabela 5.5. Estoque de Fósforo na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). | 45 |

| | |
|--|----|
| Tabela 5.6. Estoque de Potássio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). | 47 |
| Tabela 5.7. Estoque de Cálcio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). | 49 |
| Tabela 5.8. Estoque de Magnésio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). | 52 |
| Tabela 5.9. Estoque de Enxofre na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). | 54 |
| Tabela 5.10. Concentração de nutrientes na parte área | 55 |
| Tabela 5.11. Concentração de nutrientes na parte subterrânea..... | 56 |
| Tabela 5.12. Estoque total de nutrientes..... | 56 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 4.1. Localização da área de estudo em relação ao município de Paracatu, Minas Gerais, Brasil. Fonte: IBGE (2001). | 16 |
| Figura 4.2. Temperatura média (linha) e precipitação total (barra) mensais, registradas em Paracatu – MG, no período de 1961 a 1990. Fonte: INMET (2008). | 17 |
| Figura 4.3. Vista parcial da área a ser recuperada na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. A - exposição do solo em parte da área a ser recuperada (13/12/2009) e B - Destaque para a cerca de isolamento da área em processo de recuperação (10/01/2010). Foto: José Roberto Rodrigues Pinto. | 19 |
| Figura 4.4. Vista da área do experimento na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. A - Tratamento de covas (30 × 30 × 40 cm) e B - Tratamento de sulcos (40 cm de profundidade × 15 cm de largura). Fotos: José Roberto Rodrigues Pinto. | 21 |
| Figura 4.5. Coleta de amostras de solos na profundidade de 0 – 20 cm. Foto: Michelle Carmelinda Pegorini Bordini. | 23 |
| Figura 4.6. Mudanças de <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá-da-mata), utilizadas no plantio de recuperação na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. A - Mudanças selecionadas do lote utilizado no plantio, em dezembro 2009. B - Mudanças destorroadas sendo preparadas para análises de biomassa e de nutrientes no tecido vegetal. Fotos: Michelle Carmelinda Pegorini Bordini. | 25 |
| Figura 4.7. Procedimento em campo para amostragem das mudas após onze meses do plantio. A - Monólito para arranquio das raízes, na dimensão: 50 × 50 × 30 cm (largura × comprimento × profundidade). B - Separação das amostras das mudas (parte aérea = folhas + ramos e parte subterrânea = raízes). Fotos: José Roberto Rodrigues Pinto. | 25 |
| Figura 5.1. Concentração de Carbono na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu - MG. Mudanças corresponde à avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudanças e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 30 |
| Figura 5.2. Concentração de Nitrogênio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudanças corresponde a avaliação na época do plantio, covas e | |

| | |
|---|----|
| <p>sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).....</p> | 32 |
| <p>Figura 5.3. Concentração de Fósforo na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).....</p> | 33 |
| <p>Figura 5.4. Concentração de Potássio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).....</p> | 35 |
| <p>Figura 5.5. Concentração de Cálcio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).....</p> | 36 |
| <p>Figura 5.6. Concentração de Magnésio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores</p> | |

| | |
|---|----|
| acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$)..... | 38 |
| Figura 5.7. Concentração de Enxofre na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$)..... | 38 |
| Figura 5.8. Estoque total de Carbono nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem significativamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$)... | 39 |
| Figura 5.9. Estoque total de Nitrogênio nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$)..... | 42 |
| Figura 5.10. Estoque total de Fósforo nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 44 |
| Figura 5.11. Estoque total de Potássio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 48 |
| Figura 5.12. Estoque total de Cálcio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre | |

| | |
|---|----|
| fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 48 |
| Figura 5.13. Estoque total de Magnésio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 51 |
| Figura 5.14. Estoque total de Enxofre das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$). | 53 |

Estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação, Paracatu - MG

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo bioma brasileiro em extensão, compreende 2.039.386 Km², o que representa aproximadamente 23% do território nacional (MMA/IBAMA, 2011). É um dos biomas mais ricos e diversos do mundo (Lewinsohn & Prado, 2002; Felfili *et al.*, 2004), possui riqueza biológica estimada em 160 mil espécies de plantas, fungos e animais (Ratter *et al.*, 1997). Destas 12 mil, são espécies de Angiospermas (Mendonça *et al.*, 2008). No entanto, a presença de características naturais favoráveis, aliadas aos investimentos públicos em infra-estrutura, propiciou ambiente ideal para a intensa ocupação agropastoril que transformou o Cerrado na principal fronteira de expansão do agronegócio (Klink & Machado, 2005; Miziara & Ferreira, 2008). Devido a velocidade da ocupação hoje restam 50,84% deste território coberto por vegetação natural remanescente, o que corresponde a 1.036.877 km² (MMA/IBAMA, 2011).

A supressão da vegetação nativa resulta na exportação de nutrientes que se encontravam na biomassa vegetal e em mudanças das características físicas, químicas e biológicas dos solos, ocasionando em desequilíbrios na ciclagem e conservação de nutrientes, além da perda de biodiversidade (Reiners *et al.*, 1994; Neill *et al.*, 2006). Após o desmatamento o que resta em termos de nutrientes no solo fica sujeito às perdas por erosão, lixiviação e volatilização (Vitousek & Matson, 1984). Perdas significativas de nutrientes, com redução significativa dos reservatórios dos elementos no ecossistema e destruição dos mecanismos mantenedores da ciclagem destes podem ocasionar em limitação nutricional da vegetação, o que é uma séria barreira para a regeneração natural (Brown & Lugo, 1994).

Diante deste cenário de grande pressão e degradação sobre os ecossistemas naturais, ações que visem recuperar a forma original do ecossistema, ou seja, a sua estrutura original, a sua dinâmica ecológica e as interações biológicas são cada vez mais necessárias e urgentes (Dobson *et al.*, 1997). Deste modo, a recuperação de áreas degradadas surge como uma das possibilidades de se reverter tais situações, uma vez que, essa prática utiliza técnicas que aceleram a regeneração natural, como por exemplo, o

plantio de mudas de espécies nativas (Engel & Parrotta, 2003; Martins *et al.*, 2009; Sousa-Silva & Fagg, 2011).

O plantio de mudas em áreas a serem recuperadas pode proporcionar aumento da matéria orgânica no solo, devido à deposição de biomassa, além de deter os nutrientes, no tecido vegetal das plantas, já presentes no sistema (Gonçalves *et al.*, 2003). Porém, uma vez que houve queda da fertilidade ocasionada pela degradação se faz necessária a adequação química e física dos solos para o bom desenvolvimento dessas espécies (Gonçalves *et al.*, 2003). Pois, o suprimento inadequado dos nutrientes compromete a funcionalidade e reflete em deficiência nutricional das espécies (Jones *et al.*, 1997) e, conseqüentemente, na maioria dos casos, resulta em insucesso nos plantios de recuperação.

A deficiência nutricional nas plantas é geralmente determinada empiricamente avaliando as suas respostas em termos de crescimento, esforço reprodutivo ou ganho de carbono ou adições do nutriente que é considerado limitante (Kimmins, 1997). Entre os nutrientes essenciais, o nitrogênio e o fósforo são considerados, em geral, os principais limitantes ao crescimento das plantas (Vitousek & Howarth, 1991; Knecht & Göransson 2004), enquanto limitações por outros nutrientes são menos comuns. Entre as adaptações em termos foliar quanto à resposta à baixa disponibilidade de nutrientes em ecossistemas naturais destaca-se a baixa concentração de nutrientes no tecido vegetal (Reich *et al.*, 1992; Prior *et al.*, 2003). Numerosos trabalhos relacionam este parâmetro com a disponibilidade de nutrientes no solo (Wright *et al.*, 2002; Cardoso, 2006; Haridasan, 1992; Góes-Júnior, 1996; Araújo, 1984)

Em uma visão ecossistêmica da recuperação de área degradadas a nutrição mineral das plantas, como também o estoque de nutrientes, podem ser utilizados para avaliar a eficácia do método adotado, uma vez que, estes atributos refletem parte das funções do ecossistema e influenciam diretamente o metabolismo das plantas (SER, 2004; Ehrenfeld & Toth, 1997). No entanto, o indicador amplamente utilizado para monitoramento dos plantios de recuperação é o crescimento e o incremento de biomassa, que é medido por meio da altura e do diâmetro das mudas (Pinto *et al.*, 2011). Porém, este parâmetro pode ser influenciado diretamente pela deficiência nutricional, fazendo com que a avaliação das limitações nutricionais do sistema seja de grande relevância apesar do alto custo das análises.

O restabelecimento da capacidade auto-regenerativa é meta comum para a restauração de qualquer ecossistema (SER, 2004). Assim, o monitoramento do estado

nutricional das plantas utilizadas em plantios de recuperação é útil para julgar até que ponto as metas de recuperação foram alcançadas, já que as funções e os processos do ecossistema, em conjunto com a reprodução e o crescimento dos organismos, são responsáveis pela capacidade auto-regenerativa do ecossistema. Nesse contexto, este trabalho visa avaliar o estado nutricional e quantificar o estoque de macronutrientes em espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação.

2. OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Avaliar o estado nutricional e quantificar o estoque de macronutrientes em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação de área degradada, no município de Paracatu - MG.

2.1.1 - Objetivos Específicos

- Descrever as propriedades físico-químicas dos solos na área do plantio de recuperação.
- Avaliar o estado nutricional das espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantios de recuperação, por meio da concentração dos nutrientes na biomassa aérea e subterrânea, na época do plantio e após onze meses.
- Quantificar o estoque de nutrientes em seis espécies nativas do Cerrado, onze meses após o plantio de recuperação.
- Comparar, do ponto de vista nutricional, o modo de plantio de mudas (covas ou sulcos) em seis espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantios de recuperação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - O BIOMA CERRADO E SEU ESTADO DE CONSERVAÇÃO

O Cerrado cobre cerca de 23% do território brasileiro, aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, ocupando assim o posto de segundo maior bioma do país (Eiten, 1993; Ratter *et al.*, 1996). Na classificação oficial dos biomas brasileiros, a área nuclear do Cerrado distribui-se principalmente pelo Planalto Central brasileiro, nos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal (Ribeiro & Walter, 1998; 2008). Sua localização lhe confere grande importância, pois abriga as três maiores bacias hidrográficas da América do Sul — Tocantins-Araguaia, São Francisco e Prata — (Ribeiro & Walter, 1998; 2008) e compõe parte do “corredor de vegetação xérica”, que inclui ainda a Caatinga no nordeste brasileiro e o Chaco no Paraguai-Bolívia-Argentina, além de ligar as duas principais áreas de floresta tropical úmida sul-americanas: Floresta Amazônica e Floresta Atlântica (Cole 1986; Felfili & Silva Júnior, 2005).

O Cerrado é considerado como uma savana tropical, comumente encontrada sobre substratos menos férteis, normalmente solos profundos, predominando os Latossolos (Walter, 2006). Quanto às características climáticas, o bioma é marcado pela presença de invernos secos e verões chuvosos e possui média anual de precipitação da ordem de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (Walter, 2006). As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março (estação chuvosa), e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C (Ribeiro & Walter, 2008).

Apesar da elevada biodiversidade encontrada no Cerrado, sua ocupação e conversão da vegetação nativa em sistemas silvopastoris tem sido incentivada (Ações, 1999). Devido à esta ocupação desordenada e a construção de estradas e hidrelétricas, a paisagem natural do Cerrado está cada vez mais fragmentada. Neste contexto 49,16 % de vegetação natural já foi suprimida (MMA/IBAMA, 2011). Em termos históricos, o bioma Cerrado teve até o ano de 2002 sua área de vegetação nativa suprimida em 43,6% e até o ano de 2008 em 47,8% (MMA/IBAMA, 2011). No período de 2002 a 2008, a taxa anual de desmatamento foi de 0,7%, a maior taxa dentre os seis biomas brasileiros (MMA/IBAMA, 2011). Segundo Klink & Machado (2005) a atividade que ocupa maior área do bioma Cerrado é a pecuária extensiva (com 41,56%) seguida pela atividade agrícola (11,35%). Porém estes sistemas de produção intensivos são mantidos com grande custo energético e monetário e propiciam curto período de estabilidade de produção (Walter, 2006). Assim,

este modelo de ocupação do solo tem ocasionado o esgotamento dos recursos naturais, diminuição da diversidade, poluição ambiental e assoreamento dos rios (Blancaneaux *et al.*, 1998).

A degradação do solo e dos ecossistemas nativos e a dispersão de espécies exóticas são as maiores e mais amplas ameaças à biodiversidade, seguido de práticas agrícolas no Cerrado, com o uso extensivo de fertilizantes e calcário (Müller, 2003), os quais poluem córregos e rios. Além disto, o amplo uso de gramíneas africanas, por exemplo, *Brachiária* (*Brachiaria* sp.), Capim-Meloso (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e *Andropogon* (*Andropogon* sp.) para a formação de pastagens é prejudicial à biodiversidade, aos ciclos de queimadas e à capacidade produtiva dos ecossistemas (Klink & Moreira, 2002). O fato é que o Cerrado atualmente se tornou o bioma brasileiro mais ameaçado, principalmente quando se considera o curto espaço de tempo decorrido no processo de ocupação e transformação da paisagem (aproximadamente 40 anos), bem como o processo de desmatamento que ainda continua bastante intenso (Ferreira *et al.*, 2007). Neste sentido, a recuperação de áreas degradadas surge como alternativa para contribuir com a restabelecimento da forma original do ecossistema (Dobson *et al.*, 1997). Na revisão das Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira a atividade de recuperação de áreas degradadas foi indicada como a segunda ação prioritária para conservação do bioma Cerrado (MMA, 2007), mostrando a necessidade urgente deste tipo de intervenção nos ecossistemas degradados.

3.2 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Os ecossistemas naturais estão sujeitos a distúrbios frequentes, sejam eles de origem natural ou antrópica. Distúrbios de origem antrópica podem causar efeitos negativos sobre a biodiversidade, por exemplo, modificar a composição e a estrutura de guildas e comunidades vegetais, alterando, por exemplo, a abundância numérica de populações e a abundância e frequência relativa das mesmas nas comunidades (Engel & Parrotta, 2003; Corrêa, 2004). Perturbações naturais também podem exercer importante influência em nível de ecossistema, alterando a produção primária e secundária, o acúmulo de biomassa, a transferência de energia e a ciclagem de nutrientes (Sousa, 1984).

Independente da natureza, os distúrbios interagem de forma distinta com os diferentes tipos de vegetação. Porém, quando o distúrbio é de maior intensidade e frequência do que os distúrbios no qual o ecossistema evoluiu (Engel & Parrotta, 2003) e

qual o sistema não possui ou possui pouca capacidade de resiliência (Brown & Lugo, 1994; Corrêa, 2004) a estabilidade do ecossistema é comprometida. Nestes casos, a resiliência e a resistência a outros distúrbios diminuem podendo levar o ecossistema ao colapso com processos irreversíveis de degradação (Engel & Parrotta, 2003). Quando isso ocorre torna-se necessária a intervenção humana, a fim de estabilizar e reverter os processos de degradação, acelerando e direcionando a sucessão natural (Corrêa, 2004).

Segundo a *Society of Ecological Restoration - SER – International* (2004), a recuperação é “o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído”. A pesquisa para restauração pode contribuir para o entendimento ecológico da estrutura básica e funcionamento dos ecossistemas, pois uma forma poderosa e válida de se estudar algo é através da tentativa de reconstruí-la ou reabilitá-la (Jordan *et al.*, 1987). Porém, a ecologia pode apresentar abordagens múltiplas para uma mesma questão, que resulta em diferentes concepções sobre um mesmo objeto de estudo. Logo, a maneira como concebemos os processos ecológicos de acordo com os princípios e teorias consideradas, resultam em práticas restaurativas com diferentes enfoques e objetivos. Além disso, as intervenções na restauração variam muito entre projetos dependendo da extensão e duração das perturbações passadas, das condições culturais que têm transformado a paisagem e das oportunidades e limitações (SER, 2004).

Segundo Ehrenfeld & Toth (1997) aspectos importantes a serem considerados ao se desenvolver ações de restauração são os descritores básicos de funcionamento dos ecossistemas, como as taxas às quais as transferências de nutrientes ocorrem, a real importância dos vários componentes estruturais como fontes de armazenamento de nutrientes dentro do sistema em longo prazo e a eficiência com que um compartimento do ecossistema utiliza todos os seus nutrientes. Porém, não existem dados disponíveis a partir dos tipos de ecossistemas que podem ser utilizados na avaliação do estado atual e o estado desejado de uma área em restauração.

Por isso, uma das maiores questões levantadas em projetos de restauração é a determinação de critérios que possam ser empregados na avaliação de seu sucesso (SER, 2004; Belloto *et al.*, 2009). Muitos autores têm sugerido vários indicadores que possam ser utilizados como indicadores de monitoramento de áreas restauradas: formigas (Andersen, 1997), estrutura da comunidade de invertebrados (Jansen, 1997), mudança na densidade de minhocas em área de regeneração (Zou & Gonzalez, 1997), características físico-químicas dos solos bem como os microrganismos associados (Bentham *et al.*, 1992), meso e

macrofauna edáfica (Sautter, 1998) e parâmetros vegetacionais (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Mantovani, 1998). Young (2000) afirma que os processos de restauração estão intrinsecamente relacionados com a vegetação, o que explica por que a maioria dos trabalhos de avaliação do sucesso dos reflorestamentos fica concentrada nos estudos sobre a dinâmica da comunidade vegetal (Jansen, 1997; Souza, 2000; Leopold *et al.*, 2001).

Dada à diversidade de situações e ambientes que deverão ser recuperados, parece pouco provável o estabelecimento de critérios ou indicadores de uso universal (Rodrigues & Gandolfi, 2001). Por isso, especial atenção deve ser dada ao papel dos processos que levam a estruturação das comunidades, pois esses processos devem ser mantidos e/ou manipulados para a que se obtenha a restauração desejada (Barbosa, 2006). Portanto, para a verificação do êxito da recuperação, um dos atributos que se pode utilizar são os atributos dinâmicos do ecossistema, já que os processos ecológicos são base da automanutenção de um ecossistema (SER, 2004). A recuperação dos processos ecológicos afeta diretamente o metabolismo, principalmente a fixação de carbono, interações tróficas, decomposição, ciclagem de nutrientes e umidade e em longo prazo a sustentabilidade geral do ecossistema (SER, 2004).

3.3 - EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DA VEGETAÇÃO

Os solos do Cerrado são solos de baixa fertilidade natural, de acordo com critérios agronômicos (Haridasan, 2000), devido a esta baixa disponibilidade de nutrientes as plantas se tornaram adaptadas às condições de escassez de nutrientes, à alta concentração de Alumínio à acidez dos solos (Silva *et al.*, 2001). Esta escassez mineral dos solos é refletida na baixa concentração de nutrientes nas folhas das espécies do Cerrado (Haridasan, 2000). Entretanto, em estudos desenvolvidos nos últimos anos (Bruford, 1993; Haridasan *et al.*, 1997; Moraes, 1994; Villela & Haridasan, 1994) indicaram que a maioria das espécies nativas do Cerrado responde a calagem e a adubação. Porém, a resposta à fertilidade dos solos varia muito entre as espécies adaptadas aos diferentes ambientes, sejam formações abertas ou florestais do bioma Cerrado (Valle *et al.*, 1996; Furtini Neto *et al.*, 1999 a,b).

Muitas vezes a deficiência nutricional, a baixa fertilidade e a alta saturação por Alumínio são visto de forma negativa (Alvim & Araújo, 1952; Arens, 1958; Goodland, 1971), podendo ser considerados empecilhos à recuperação. Muitas vezes a descompactação superficial do substrato e a adubação orgânica podem ser suficientes para

permitir o estabelecimento e o desenvolvimento de plantas em áreas degradadas (Leite *et al.*, 1992, 1994; Leite & Castro, 2002). Porém em solos degradados onde houve queda de fertilidade, fundamentalmente ocasionada pela redução dos teores e da qualidade da matéria orgânica, e pela redução dos teores de macro e micronutrientes (Gonçalves *et al.*, 2003), é necessária a adequação química e física mesmo para as espécies do Cerrado que estão adaptadas às situações de baixa disponibilidade mineral. Por outro lado, é importante conhecer o nível adequado de fertilização, já que depende da espécie utilizada e de características específicas de cada sítio (Carpanezzi *et al.*, 1976), entretanto, as informações sobre exigências nutricionais de espécies nativas do Cerrado ainda são escassas.

Alguns estudos têm demonstrado que o comportamento de determinadas espécies vegetais em áreas degradadas apresentam diferenças significativas no seu desenvolvimento de espécies quando em diferentes ambientes, revelando estratégias distintas das plantas na utilização dos recursos disponíveis (Haridasan, 2005; Hoffmann *et al.*, 2005; Hoffmann & Franco, 2003; Melo, 2006; Silva, 2007). Duboc (2005) observou diferentes requerimentos nutricionais, tanto entre espécies quanto entre os dois ambientes estudados (solo de Cerrado Sentido Restrito e solo de Mata de Galeria), quando avaliou a nutrição de 11 espécies arbóreas nativas em área de recuperação.

O suprimento inadequado de um elemento essencial resulta em distúrbio nutricional que se manifesta por sintomas de deficiência característicos, que podem aparecer em folhas, caules ou frutos (Taiz & Zeiger, 2004). Entretanto, deve-se ter em mente que, antes da manifestação visível da deficiência, o crescimento e a produção já poderão estar limitados. O sintoma visível é o fim de uma série de eventos, que têm início com alterações moleculares, agrava-se para modificações subcelulares intensifica-se com alterações celulares e atinge o tecido, modificando-o, ocasionando a expressão de sintomas visíveis (Malavolta *et al.*, 1997).

Sorreano (2006), com o objetivo de avaliar as exigências nutricionais de 17 espécies florestais nativas mais utilizadas e indicadas em plantios de recuperação, observou que as espécies de crescimento rápido foram as que apresentaram mais rápido os sintomas de deficiência em situação de baixa disponibilidade de nutrientes e que todas as espécies foram afetadas, em incremento em altura, diâmetro do caule, número de ramos e folhas, nos tratamentos com omissão dos nutrientes N, Ca, B, Cu e Zn. Porém, as discussões da maioria dos estudos sobre a nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado muitas vezes

ênfatizam apenas os aspectos de baixa fertilidade dos solos da região, sem a devida atenção às adaptações das plantas nativas, reserva de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes de ecossistemas naturais, como também na sua influência no funcionamento e estrutura destes ecossistemas (Haridasan, 2000).

3.4 - MACRONUTRIENTES NUTRIÇÃO MINERAL NAS PLANTAS

Os elementos que são requeridos em grandes quantidades (concentrações de 1.000 mg/kg de matéria seca ou mais) pelas plantas são chamados de Macronutrientes (Brandy & Weil, 2006). Os macronutrientes são nove: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Carbono (C), Oxigênio (O) e Hidrogênio (H) (Epstein & Bloom, 2005).

Embora os nutrientes sejam comumente classificados de acordo com a quantidade requerida pela planta (macro e micronutrientes), eles também são algumas vezes classificados funcionalmente em dois grupos: aqueles que têm papel estrutural, ou seja, faz parte da estrutura dos compostos orgânicos, e aqueles com atividade catalítica de enzimas (Brandy & Weil, 2006). Porém, não existe distinção clara entre essas duas funções. Por exemplo, o nitrogênio e o enxofre são os principais componentes tanto de proteínas quanto de coenzimas e o magnésio, além de fazer parte da molécula de clorofila, é ativador de muitas enzimas (Brandy & Weil, 2006). Devido ao fato dos nutrientes estarem envolvidos em processos básicos e fundamentais, a deficiência desses afeta grande variedade de estruturas e funções no corpo vegetal (Epstein & Bloom, 2005).

3.4.1 - Carbono

A assimilação do Carbono (C) pelas plantas é realizada por meio da fotossíntese. Durante o processo fotossintético há processos dirigidos pela luz, processos enzimáticos não dependentes de radiação e os processos de difusão, que são as trocas de dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio entre o cloroplasto e a atmosfera (Lacher, 2000). A taxa fotossintética e respiratória são características de cada espécie, mas não são constantes uma vez que o estágio de desenvolvimento e o estado nutricional do indivíduo afeta a fotossíntese e a respiração (Epstein & Bloom, 2005).

A nutrição mineral das plantas afeta direta e indiretamente o metabolismo do C porque os elementos minerais são integrantes de enzimas e pigmentos ou ainda ativadores diretos

do processo fotossintético (Lacher, 2000). Além disso, a deficiência ou excesso de nutrientes afeta as trocas gasosas por meio da morfogênese e principalmente na duração das folhas.

3.4.2 - Nitrogênio

Nitrogênio (N) é constituinte integral da estrutura das proteínas e outros compostos orgânicos constituintes da estrutura celular, tendo função importante no equilíbrio de cargas e na absorção de cátions e ânions, além de ser elemento regulatório de reações de síntese (Furlani, 2004). As plantas requerem Nitrogênio em grandes quantidades e a disponibilidade deste nutriente vem sendo apontado como a causa na limitação da produtividade, tanto em sistemas naturais quanto agrícolas (Mellinger & McNaughton, 1975; Epstein & Bloom, 2005). Segundo Likens *et al.* (1970), as plantas assimilam o nutriente com grande rapidez, em uma taxa de fixação de 1 a 3 kg por hectare por ano. Dependendo da planta a quantidade de N adequada nos tecidos foliares varia entre 0,5 e 6% do peso da planta, para um bom crescimento e desenvolvimento (Epstein & Bloom, 2005).

Contudo, o balanço do Nitrogênio é o mais afetado na retirada da vegetação uma vez que, o Nitrogênio não se adere fortemente às partículas do solo, podendo ser perdido por lixiviação, volatilização e erosão (Brandy & Weil, 2006). Os sintomas da deficiência de N, devido sua alta mobilidade nos tecidos nas plantas, são clorose generalizadas, especialmente nas folhas mais velhas; nos casos mais graves, as folhas tornam-se completamente amareladas e depois ficam marrons quando morrem; algumas plantas exibem coloração púrpura devido á acumulação de antocianinas (Raven *et al.*, 2001), dormência das gemas laterais, senescência precoce, baixo conteúdo de clorofila, crescimento diminuído (Malavolta, 1976) .

3.4.3 - Fósforo

Comparada com a quantidade de Nitrogênio requerida pela planta a quantidade de Fósforo (P) é relativamente pequena. No entanto, de todos os elementos dos quais a crosta terrestre é reservatório primário o Fósforo é o que mais limita o crescimento vegetal, devido a baixa concentração encontrada nos solos em geral, aliado a alta fixação nos óxidos de ferro, tornando indisponível para as plantas (Malavolta, 1976). A maioria das

análises de solo no Brasil registra menos de 10 mg kg^{-1} de P no solo, o que é considerado baixo (Malavolta, 1976). No Cerrado, além da baixa oferta natural de Fósforo, a sua disponibilidade é agravada pela acidez dos solos (Brandy & Weil, 2006), uma vez que em solos ácidos, o Fósforo se liga fortemente a partículas de argila e forma compostos relativamente insolúveis com ferro e alumínio (Brandy & Weil, 2006). O conteúdo de Fósforo nas plantas varia entre 0,15 a 0,5% do peso seco, dependendo das condições de crescimento (Epstein & Bloom, 2005). Os sintomas da deficiência de P são folhas verdes escuras, usualmente acumulando antocianinas e tornando-se vermelhas ou roxas; nos estágios mais avançados do crescimento, os caules atrofiam, as folhas mais velhas tornam-se marrom-escuras e morrem (Epstein & Bloom, 2005; Raven, 2001), número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento (Malavolta, 1997).

3.4.4 - Potássio

Depois do Nitrogênio, o Potássio (K) é o nutriente mais exigido pelas plantas. O Potássio é o maior agente osmótico catiônico celular, sendo importante no controle estomático e na ativação enzimática da fotossíntese (Larcher, 2000). A absorção está ligada a atividade metabólica e é bastante seletiva. Este elemento é absorvido pelas raízes na forma iônica monovalente (K^+) e tem sua absorção comprometida pela presença de cátions bivalentes como o Ca^{++} e o Mg^{++} . Entretanto baixas concentrações de cálcio contribuem para sua absorção (Malavolta, 1976).

As principais funções do Potássio nas plantas são: auxiliar na absorção de outros nutrientes e sua movimentação no interior da planta, ajudar a manter a concentração osmótica necessária para manter a turgidez celular, e também atua na fotossíntese, na formação e transporte de carboidratos e proteínas (Troech & Thompson 2007). Além disso, o Potássio é um potente ativador enzimático e exerce função fisiológica fundamental às plantas, pois atua na abertura e fechamento dos estômatos (Prado 2008).

Os sintomas de deficiência de Potássio nas plantas geralmente ocorrem nas folhas mais velhas, iniciando-se nas margens e nas extremidades, com o decréscimo no turgor sob estresse hídrico e flacidez. As folhas tornam-se variegadas ou cloróticas com pequenas manchas de tecidos necróticos no ápice e na margem; caules pequenos e fracos (Epstein & Bloom, 2005) deficiência de ferro induzida, perda da atividade cambial (Malavolta, 1997).

As concentrações de K em solos do Cerrado variam muito entre as fitofisionomias, Cardoso (2006) encontrou concentrações que variaram entre 0,04 e 0,34 cmol_c.kg⁻¹.

3.4.5 - Cálcio

A disponibilidade de Cálcio (Ca) está relacionada ao material de origem do solo (Epstein & Bloom, 2005). No Cerrado foi observada diferença de concentração deste nutriente entre os solos mesotróficos e distróficos. Cardoso (2006) encontrou concentrações de Ca em solos mesotróficos que chegavam a ser 290 vezes maior que a encontrada nos solos distróficos.

O Cálcio possui baixa mobilidade nos solos e nas plantas, desta forma, a região de absorção se resume apenas em locais nada ou pouco suberizadas (Epstein & Bloom, 2005). O Ca é absorvido como cátion bivalente (Ca²⁺) e a presença de outros cátions (K⁺, Mg⁺⁺ e NH₄⁺) diminuem sua absorção. A exigência de Cálcio varia grandemente nas diferentes espécies. O conteúdo de Ca nas espécies varia entre 0,1 a 5,0% do peso seco dependendo das condições de crescimento (Epstein & Bloom, 2005).

Segundo Troech & Thompson (2007), o Cálcio é importante elemento estrutural das paredes celulares, vital na formação de novas células, e sua falta restringe o crescimento das raízes, ramos, folhas e outras partes. Além disso, o Cálcio tem papel relevante na osmorregulação, é indispensável para a germinação dos grãos de pólen e para o crescimento do tubo polínico, e pode atuar como mensageiro secundário na condução de sinais para resposta das plantas a fatores ambientais (tais como estímulos de luz, gravidade, mecânicos), alterando o metabolismo de crescimento e desenvolvimento vegetal (Prado 2008).

Os sintomas de carência de Cálcio, devido à baixa mobilidade, comumente aparecem em órgãos e partes mais jovens como gemas e pontas de raízes, causando murchamento e morte das gemas terminais, gemas laterais dormentes, raízes com aparência gelatinosa nas pontas, pelos inchados, cessação do crescimento apical (Malavolta, 1997). É comum observar sintomas de deficiência de Ca nos frutos como rachadura da casca, pequena frutificação ou produção de frutos anormais, produção pequena ou quase nula de sementes, devido ao transporte do Ca para os locais de maior demanda transpiratória nas plantas que é no caso as folhas (Epstein & Bloom, 2005).

3.4.6 - Magnésio

Magnésio (Mg) está relacionado com a fotossíntese e transferência de fosfato (Lacher, 2000). Nas folhas, a principal função do Mg é como átomo central da molécula de clorofila (Epstein & Bloom, 2005). Dependendo da quantidade de Mg na planta, aproximadamente 6 a 25 % do Mg total está ligado a molécula de clorofila, outros 5 a 10% do Mg total nas folhas está firmemente ligados a pectatos na parede celular ou precipitado como sal solúvel no vacúolo (como fosfato), e o restante 60 a 90% é extraível em água (Taiz & Zieger, 2004).

O Mg é absorvido pelas plantas na forma de íon bivalente, Mg^{2+} . Sua absorção pode ser diminuída pela presença dos cátions K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} e pelos H^+ em baixo pH (Malavolta, 1947). A deficiência de Mg^{2+} induzida pelos outros cátions competitivos é um fenômeno comum na natureza (Malavolta, 1947). Segundo Prado (2008), o Magnésio atua na fotossíntese, absorção iônica, respiração, armazenamento e transferência de energia, na síntese orgânica, no balanço eletrolítico e na estabilidade dos ribossomas, além de ser o átomo central da molécula de clorofila, correspondendo a 2,7% do peso molecular e, também atuando como ativador enzimático.

A concentração de Mg nas plantas varia de 0,05 a 1% da biomassa (Epstein & Bloom, 2005). O sintoma de deficiência visível é clorose nas folhas, principalmente nas mais velhas, quando a proporção de Mg na clorofila excede 20 a 25% do Mg. Anatomicamente aumenta o número de pequenos cloroplastos e quimicamente diminuição do teor de clorofila (Malavolta, 1976).

3.4.7 - Enxofre

A forma predominante de Enxofre (S) no solo é a do sulfato (SO_4^{2-}), sendo absorvido predominantemente pelas raízes das plantas (Epstein & Bloom, 2005), mas também pode ser absorvido pelos estômatos na forma SO_2 atmosférico. Embora seja absorvido de forma pouco eficiente, pode ser suficiente para suprir as necessidades de algumas plantas (Epstein & Bloom, 2005). As assimilações de Nitrogênio e Enxofre são bem coordenadas com a deficiência de um, reprimindo a via assimilativa de outro (Koprivova *et al.*, 2000).

Segundo Epstein & Bloom (2005) a variação de concentração de S nas plantas variam de 0,1 a 1,5 % do seu peso seco. Quando a planta está com porcentagens abaixo do

nível necessário a deficiência desse elemento resulta na inibição da síntese de proteínas, pois o S é um constituinte essencial das proteínas (Malavolta, 1976). As deficiências de N e de S são semelhantes, mas os sintomas de deficiência do S ocorrem inicialmente nas folhas superiores, por causa da baixa mobilidade, enquanto que a do N é observada por uma clorose gradual das folhas mais velhas (Marschner, 1995).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O estudo foi conduzido em área de pastagem abandonada, na propriedade particular Fazenda Riacho, localizada no distrito de Morro Agudo, situada entre as coordenadas 17°34'23.5" S e 46°52'26.4" W; e distante cerca de 50 km município de Paracatu, Minas Gerais (Figura 4.1).

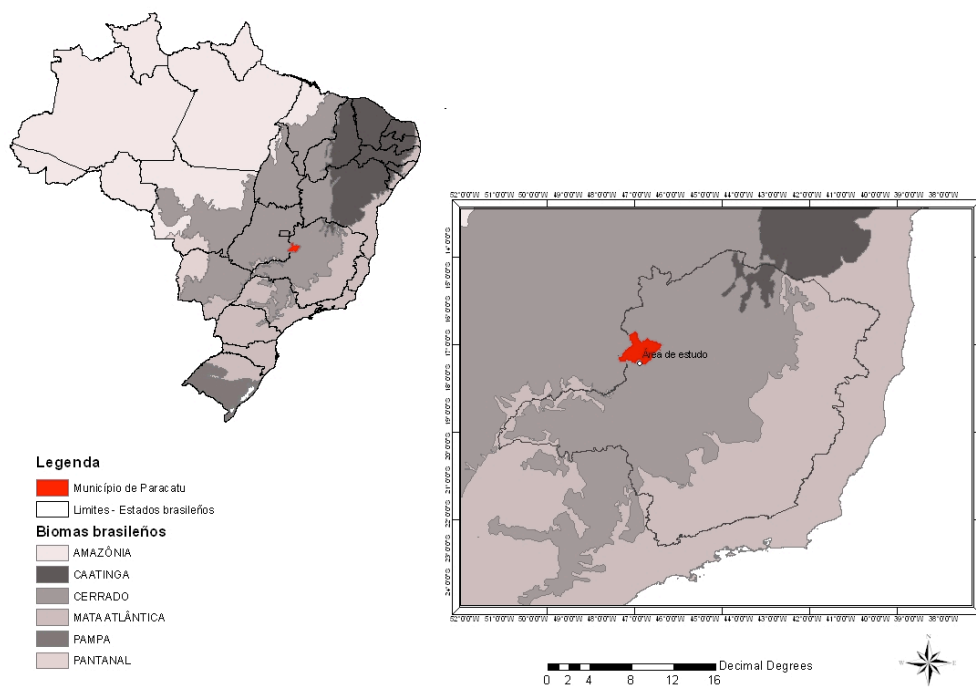


Figura 4.1. Localização da área de estudo em relação ao município de Paracatu, Minas Gerais, Brasil. Fonte: IBGE (2001).

A área está inserida na Mesorregião Noroeste de Minas Gerais, na microbacia do rio Escuro, um dos principais afluentes da Sub-bacia do rio Paracatu, que integra as 42 Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (IGAM, 2006). Segundo relatório do “Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais” (Scolforo & Carvalho, 2006) a sub-bacia do Rio Paracatu é uma das sub-bacias no Estado de Minas Gerais com o maior percentual de vegetação nativa, com 38,83% do seu território preservado (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Área e percentual das fisionomias da flora nativa na Sub-bacia do rio Paracatu, em 2005. Fonte: Scolforo & Carvalho, 2006.

| Fisionomias | Área (ha) | % |
|----------------------------------|------------------|--------------|
| Campo | 543.63 | 13,14 |
| Campo Rupestre | - | - |
| Campo Cerrado | 23.622 | 0,57 |
| Cerrado sensu stricto | 761.31 | 18,40 |
| Cerradão | - | - |
| Vereda | 34.859 | 0,84 |
| Floresta Estacional Decidual | 2.504 | 0,06 |
| Floresta Estacional Semidecidual | 240.79 | 5,82 |
| Floresta Ombrofila | - | - |
| Total de Flora Nativa | 1.606.726 | 38,83 |

A área de estudo se encontra na depressão alto-médio do rio São Francisco e possui faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares associadas (IBGE, 2002). O clima da região, segundo sistema de classificação de Köppen, é megatérmico com inverno seco e chuvas máximas de verão (Aw), ou seja, o clima que prevalece em grande parte do Cerrado (Silva *et al.*, 2009). O período chuvoso se concentra entre os meses de outubro a abril e a precipitação média anual se encontra entre 1.200 e 1.500 mm, com temperaturas médias mensais entre 20 e 25°C (INMET, 2008) (Figura 4.3).

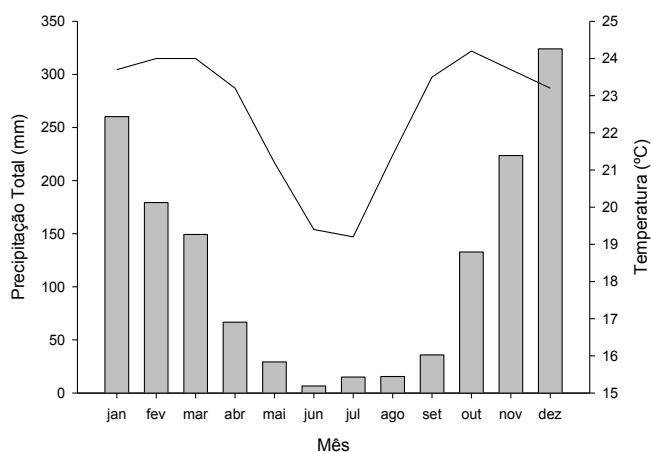


Figura 4.2. Temperatura média (linha) e precipitação total (barra) mensais, registradas em Paracatu – MG, no período de 1961 a 1990. Fonte: INMET (2008).

Em relação à classificação da vegetação brasileira a região é considerada como pertencente ao bioma Cerrado *sensu stricto* (Ribeiro & Walter, 2008). Segundo a classificação de Silva *et al.* (2006) a área de estudo pertence a primeira Unidade da Paisagem e a Unidade Ecológica 1A, que se caracteriza por apresentar planícies bem drenadas e platôs dominados pela vegetação de Cerrado Sentido Restrito, mas campo cerrado, floresta de galeria e florestas semidecíduas também são encontrados.

4.2 - HISTÓRICO DE USO DA ÁREA DO ESTUDO

A Fazenda Riacho, de propriedade do Sr. Amado José de Lima, possui área total de 312 ha. Parte desta área, ou seja, 217 ha encontra-se atualmente ocupada com pastagens constituída predominantemente por gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Andropogon*. A área onde foi realizado o plantio de recuperação da área degradada, pela parceria Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais - IEF/MG, o Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD/UnB e o referido produtor rural, teve a vegetação natural suprimida e seguida da implantação da pastagem em novembro/dezembro de 1993 (*Comunicação pessoal* Sr. Neivaldo Luis Monteiro, Engenheiro Florestal e Gerente Regional do IEF-Paracatu).

Em dezembro de 2009, foi realizado o plantio de recuperação na área de pastagem abandonada, em aproximadamente 8,0 hectares. Foram plantadas 8.821 mudas de 52 espécies nativas do bioma Cerrado divididas nas seguintes fitofisionomias: Cerrado Sentido Restrito, Mata de Galeria e Mata Seca (Anexo A). A seleção das espécies foi de acordo com suas características ecológicas, seguindo o escopo do Modelo Nativas do Bioma, por meio da implantação de Módulos Demonstrativos de Recuperação de Áreas Degradadas – MDR, utilizando espécies nativas e de usos múltiplos (Felfili *et al.*, 2005; Pinto *et al.*, 2011), priorizando a utilização de espécies nativas que ocorrem na região. As mudas utilizadas no plantio foram produzidas no viveiro do Instituto Estadual de Florestas - IEF em Paracatu - MG, em parceria com o Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD/UnB.



Figura 4.3. Vista parcial da área a ser recuperada na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. **A** - exposição do solo em parte da área a ser recuperada (13/12/2009) e **B** - Destaque para a cerca de isolamento da área em processo de recuperação (10/01/2010). Foto: José Roberto Rodrigues Pinto.

4.3 - EXPERIMENTO

Parte da área onde foi realizado o plantio de recuperação foi reservada para a instalação do experimento. No plantio experimental foram utilizadas 21 espécies nativas do Cerrado, das fitofisionomias Cerrado Sentido Restrito, Mata de Galeria e Mata Seca (Tabela 4.2). Para distribuição das mudas na área foi adotado o delineamento inteiramente ao acaso, composto de dois tratamentos, com 1.260 mudas em cada tratamento (60 mudas por espécie), totalizando 2.520 mudas (Tabela 4.2).

Os tratamentos foram diferenciados pela metodologia adotada para abertura dos berços de plantio. O tratamento 1 (sulcos) foi composto por linhas de plantios, preparadas com o auxílio de sulcador acoplado ao trator, buscando a descompactação e o revolvimento sub-superficial do solo. Os sulcos foram abertos com 40 cm de profundidade e 15 cm de largura, seguindo as curvas de nível (Figura 4.5.B). O tratamento 2 (covas) foi caracterizado pela abertura manual de covas de 30 × 30 × 40 cm (Figura 4.5.A). Foi adotado espaçamento de 3 × 3 m para o plantio das mudas, sendo adicionado no ato do plantio calcário (100 g), NPK 4-14-8 (150 g) e 1 kg de esterco de gado curtido nas covas e sulcos, conforme recomendado no Modelo Nativas do Bioma (Felfili *et al.*, 2005; Pinto *et al.*, 2011).

Tabela 4.2. Lista das espécies e as respectivas quantidades de mudas plantadas na área experimental, na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. Em que: MS = Mata Seca; CE = Cerrado Sentido Restrito; MG = Mata de Galeria; Trat. 1 = plantio das mudas em sulco e Trat. 2 = plantio das mudas em cova.

| Espécie | Nome Comum | Fitofisionomia | Trat. 1 | Trat. 2 | Total |
|--|------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | Angico-vermelho | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão | Aroeira | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Dpteryx alata</i> Vogel | Baru | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel | Canzileiro | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Terminalia argentea</i> Mart. | Capitão | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC. | Caroba | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Sterculia striata</i> A. St.-Hill. & Naudin | Chichá | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Copaíba | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | Embaúba | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr | Garapa | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd | Ingá | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos. | Ipê-roxo | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Machaerium opacum</i> Vogel | Jacarandá-do-cerrado | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L. | Jatobá-da-mata | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Genipa americana</i> L. | Jenipapo | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC | Marmelada | MG | 60 | 60 | 120 |
| <i>Acacia polyphylla</i> DC. | Angico-monjolo | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss. | Murici | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Triplaris gardneriana</i> Wedd. | Pau-formiga | MS | 60 | 60 | 120 |
| <i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil | Tingui | CE | 60 | 60 | 120 |
| <i>Plathymenia reticulata</i> Benth. | Vinhático | CE | 60 | 60 | 120 |
| Total | | | 1.260 | 1.260 | 2.520 |



Figura 4.4. Vista da área do experimento na Fazenda Riacho, Paracatu - MG. **A** - Tratamento de covas ($30 \times 30 \times 40$ cm) e **B** - Tratamento de sulcos (40 cm de profundidade \times 15 cm de largura). Fotos: José Roberto Rodrigues Pinto.

4.4 - ESPÉCIES ALVO

Devido à capacidade de nodulação das espécies da família Fabaceae, o uso destas associadas com outras espécies é considerado fator imprescindível para melhorar as características dos solos, principal fonte de nitrogênio do solo, em especial o teor de matéria orgânica, por causa da alta capacidade de produção e deposição de biomassa (Gonçalves *et al.*, 2003). Além disso, a presença de micorrizas no sistema radicular destas espécies pode contribuir para expandir a área de captação de nutrientes de baixa mobilidade no solo possibilitando, assim o desenvolvimento dessas espécies em solos com pequena disponibilidade de nutrientes e deficientes em nitrogênio (Furtini *et al.*, 2000; Siqueira & Franco, 1988)

Como base nisto, foram selecionadas entre as 21 espécies utilizadas no plantio experimental (Tabela 4.2) seis espécies da família Fabaceae, sendo duas de Cerrado Sentido Restrito (*Platypodium elegans* Vogel e *Plathymenia reticulata* Benth.), duas de Mata Seca (*Acacia polyphylla* D.C e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) e duas de Mata de Galeria (*Inga laurina* (SW.) Willd. e *Hymenaea courbaril* L.), descritas a seguir:

Platypodium elegans Vogel., popularmente conhecido como Canzileiro ou Amendoim-do-campo (Almeida *et al.*, 1998). Ocorre em áreas de Cerrado (Almeida *et al.*, 1998), Cerradão (lato sensu) e Mata Seca (decídua) (Resende *et al.*, 2008). De acordo com Durigan (2003) a espécie é recomendada para plantios de recuperação em regiões de

Cerrado, em condições de solo bem drenado. A espécie é intermediária inicial (Vilela *et al.*, 1993), sempre-verde (Silva-Júnior & Munhoz, 2011), mas podendo apresentar semidecíduidade (Vilela *et al.*, 1993), parecendo preferir solos com maior concentração de Ca, mas também é encontrada em solos mais pobres (Vilela *et al.*, 1993).

Plathymenia reticulata Benth., popularmente conhecida por Vinhático (Almeida *et al.*, 1998; Silva-Junior, 2005). Ocorre em campo rupestre (Resende *et al.*, 2008), campo cerrado, Cerrado Sentido Restrito (Almeida *et al.*, 1998; Silva-Junior, 2005) e cerradão (Silva-Junior, 2005; Resende *et al.*, 2008). Espécie recomendada para plantios de recuperação em regiões de cerrado, em condições de solo bem drenado (Durigan, 2003). Segundo Silva-Junior (2005) a espécie é decídua.

Acacia polyphylla DC., conhecida por Angico-monjolo ou Monjoleiro. Ocorre no Cerrado Sentido Restrito e Mata Seca semidecídua (Albuquerque & Rodrigues, 2000; Silva *et al.*, 2003; Silva & Scariot, 2004) e Mata Seca decídua (Aquino *et al.*, 1999; Ressel *et al.*, 2004), podendo ser encontrada também em Matas Ciliares (Aquino *et al.*, 1999), regiões de alúvio (Albuquerque & Rodrigues, 2000) e regiões de cerradão (Ressel *et al.*, 2004). A espécie é decídua (Aquino *et al.*, 1997), heliófita e muito frequente em formações secundárias (Ressel *et al.*, 2004; Lorenzi, 1998), classificada como secundária inicial no estágio sucessional (Albuquerque & Rodrigues, 2000).

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan, conhecida popularmente por Monjoleiro, Angico, Angico-vermelho ou Angico-do-cerrado. Árvore de médio porte com 15 m a 20m de altura. Ocorre em matas secas (Aquino *et al.*, 2009; Resende *et al.*, 2008), Mata de Galeria (Resende *et al.*, 2008) e em áreas de transição entre Mata Seca e Cerrado Sentido Restrito e Cerradão (Aquino *et al.*, 2009). Espécie recomendada para plantios de recuperação em regiões de Cerrado, em condições de solo bem drenado (Durigan, 2003). É uma espécie heliófila, calcífila, sendo indicadora de solo fértil no Cerrado (Ratter *et al.*, 1978; citados por Almeida *et al.*, 1998). Apresenta abundante nodulação por bactérias fixadoras de nitrogênio (Almeida *et al.*, 1998).

Inga laurina (Sw.) Willd, conhecida por Ingá ou Ingá-mirim. Ocorre nas matas de galeria e ambientes ripários, preferindo as margens de córregos (Silva, 1998). A espécie é perenifolia, podendo apresentar caducifolia (Sousa, 2009). A espécie está adaptada a intensas variações climática, como a escassez de chuvas por vários meses (Pennington, 1998), como também, a solos com problemas de drenagem, pois o sistema radicular é bem desenvolvido podendo atingir profundidade de até um metro (Amaral *et al.*, 2000).

Hymenaea courbaril L. conhecido por Jatobá ou Jatobá-da-mata. Ocorre em Matas de Galeria (Resende *et al.*, 2008). A espécie tem sido utilizada com sucesso em recuperação de áreas degradadas do Cerrado (Mundin *et al.*, 2006). Espécie de crescimento rápido (Mundin *et al.*, 2006), não é muito exigente nutricionalmente (Tigre, 1978). Ocorre em terrenos bem drenados (Tigre, 1978). Prospera em terrenos degradados ainda que prefira solos húmidos e férteis. Desenvolve-se em solos com ph de 4.8 a 6.8 (Vázquez-Yanes, 1999).

4.5 - ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO

Para determinar as propriedades físico-químicas dos solos na área do experimento, onze meses após o plantio, foram coletadas 60 amostras de solos, sendo 30 na área de covas e 30 na área de sulcos, na profundidade de 0 – 20 cm, com auxílio de trado holandês (Figura 4.6). Após coletadas as amostras foram secas ao ar livre, passadas em peneira com malha de 2 mm e posteriormente encaminhadas para análises. As análises químicas e textural foram realizadas pelo Solocria Laboratório Agropecuário Ltda., conforme metodologia recomendada pelo manual de métodos de análises de solo da EMBRAPA (1997).



Figura 4.5. Coleta de amostras de solos na profundidade de 0 – 20 cm. Foto: Michelle Carmelinda Pegorini Bordini.

O pH foi medido em CaCl_2 ou H_2O . Os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis foram determinados no extrato de KCl, 1N e os outros nutrientes (P, K^{1+}), no extrato de Mehlich I (H_2SO_4 , 0,0125M + HCl 0,05M) (Allen, 1974). O teor de Al foi obtido por titulação com NaOH, 0,025M. O teor de P foi determinado por colorimetria, utilizando-se o molibdato

de amônia, a 660 nm. Os teores dos demais elementos foram medidos em espectrofotometria de absorção atômica ou emissão de chama.

4.6 - CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL

Do lote de mudas utilizadas no plantio foram selecionadas duas mudas de cada uma das seis espécies para análise da concentração de nutrientes no tecido vegetal (Figura 4.7). Após onze meses do plantio, em novembro de 2010, novas amostras das seis espécies alvo foram obtidas em campo. Sendo cinco amostras de cada espécie em cada tratamento (sulcos e covas), totalizando 60 amostras.

Para arranquio da parte subterrânea, aos onze meses, foi delimitado um monólito, correspondendo a seguinte medida: 50 × 50 × 30 cm (largura × comprimento × profundidade) e todas as raízes presentes neste compartimento foram coletadas (Figura 4.8) conforme Taylor (1986). A adoção de monólito de volume conhecido foi necessária para padronizar o tamanho da área amostrada para cada muda, evitando assim esforço diferenciado entre as espécies com sistema radicular bem desenvolvido e as com raízes pouco desenvolvidas.

Após a coleta, as amostras foram divididas em raízes, folhas e ramos. As partes subterrâneas foram lavadas em água corrente, para eliminar os solos e impurezas afixados ao sistema radicular e posteriormente colocados para secar ao ar livre e à sombra. As amostras foram acondicionadas em saco de papel e colocadas para secar em estufa a ±70 °C, até peso constante, e posteriormente trituradas em moinhos tipo Wiley (Marconi®), com malha de 20 mesh em inox.

Para obter o teor de carbono e nitrogênio (%) nos diferentes compartimentos (parte aérea e subterrânea) por espécie, primeiramente as amostras de material vegetal foram misturadas formando sub-amostras dos componentes folhas e ramos, para cada amostra da mesma espécie. As amostras do componente radicular, por espécie, foram analisadas separadamente.



Figura 4.6. Mudanças de *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá-da-mata), utilizadas no plantio de recuperação na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. **A** - Mudanças selecionadas do lote utilizado no plantio, em dezembro 2009. **B** - Mudanças destorroadas sendo preparadas para análises de biomassa e de nutrientes no tecido vegetal. Fotos: Michelle Carmelinda Pegorini Bordini.



Figura 4.7. Procedimento em campo para amostragem das mudas após onze meses do plantio. **A** - Monólito para arranquio das raízes, na dimensão: 50 × 50 × 30 cm (largura × comprimento × profundidade). **B** - Separação das amostras das mudas (parte aérea = folhas + ramos e parte subterrânea = raízes). Fotos: José Roberto Rodrigues Pinto.

As análises foram realizadas no laboratório de análise foliar do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. As amostras foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para a determinação das concentrações de P, K, Ca, Mg e S (Allen, 1974). As concentrações de P e S foram determinadas por espectrofotometria, K por emissão de luz em fotômetro de chama, Ca e Mg por emissão de luz em espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa, 2009). Os teores de C e N foram obtidos a partir de combustão seca e análise elementar (cromatógrafo gasoso, Perkin Elmer 2400 series II) segundo o método de MicroKjeldahl (Allen, 1974).

4.7 - ESTOQUE DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL

O estoque de nutrientes aos onze meses após o plantio foi estimado nos dois compartimentos, aéreo e subterrâneo, obtido por meio da multiplicação do teor do nutriente (parte aérea e sistema radicular) pela biomassa seca do respectivo indivíduo (Miranda, 2008). Os dados de biomassa (Anexo B) foram gentilmente cedidos por Michelle Carmelinda Pegorini Bordini, que está realizando sua tese de doutorado na mesma área do presente estudo.

4.8 - ANÁLISES DOS DADOS

Na análise dos dados das propriedades físico-química do solo, teor de nutrientes no tecido vegetal e estoque de nutrientes nas espécies, adotou-se primeiramente a estatística descritiva (média, desvio-padrão) posteriormente esses dados foram testados para normalidade e homocedasticidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk (Wilk, 1965) e transformados quando necessário, por meio de transformação logarítmica sugerida por Bervely (1987).

A disponibilidade de cada nutriente e o estoque no solo foi comparada, por meio do teste F, entre os tratamentos (covas × sulcos). As concentrações de nutrientes no tecido vegetal das mudas e dos indivíduos de onze meses, foram comparados, por meio da ANOVA, quanto a concentração e estoque de nutrientes entre as fitofisionomias de ocorrências das espécies (Cerrado Sentido Restrito × Mata de Galeria × Mata Seca), quando encontradas diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para contrastar as médias e apontar diferenças entre pares de fitofisionomias.

Posteriormente, utilizando o teste F ($\alpha = 0,05$), foi comparada a diferença entre a concentração de nutrientes entre as duas fases de desenvolvimento (mudas \times onze meses), o estoque de nutrientes entre a parte aérea e subterrânea dos grupos fisionômicos, como também a diferença entre a concentração e estoque de nutrientes entre os dois tratamentos (covas e sulcos)

Todos os cálculos estatísticos foram realizados com a utilização do software BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007) e Excel 2010.

5. RESULTADOS

5.1 – ANÁLISES DAS PROPRIEDADES FÍSICICO-QUÍMICAS DO SOLO

O solo da área de estudo, de acordo com a análise textural, é classificado como argiloso, com valores médios de 50,9% de argila e 37,5% e 11,6% de areia e silte respectivamente (Reatto *et al.*, 1998).

O solo apresentou saturação por bases (V%) menor que 50%, saturação por Alumínio (m%) superior a 50%, pH em torno de 4,0 (Tabela 5.2) e altos teores de Al^{3+} ($1,58 \text{ cmolc.dm}^{-3}$). Desta forma, os resultados permitiram classificar os solos como distróficos, álico e fortemente ácidos, conforme sugerido por Reatto *et al.* (1998).

Tabela 5.1. Resultado das análises textural das amostras de solos, coletadas a 0 -20 cm de profundidade nos tratamentos covas e sulcos, na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. Valores entre parênteses = desvio padrão. Valores acompanhados pelas mesmas letras não diferiram estatisticamente (Teste F, $\alpha = 0,05$).

| Tratamento | Fração Textural (%) | | |
|------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Areia | Silte | Argila |
| Covas | 35,83 ^a (0,77) | 11,7 ^a (0,10) | 52,4 ^a (0,67) |
| Sulcos | 39,23 ^a (0,60) | 11,36 ^a (0,08) | 49,4 ^a (0,53) |

De modo geral, as propriedades químicas dos solos nos dois tratamentos não diferiram significativamente (Teste F, $\alpha = 0,05$), exceto para o teor de Potássio (K) (Tabela 5.2). A concentração média de K foi de 88 mg.dm^{-3} , sendo observada maior concentração na área de covas do que a registrada na área de sulcos. Resultado significativamente superior estatisticamente (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Tabela 5.2. Resultados das análises químicas das amostras de solos, coletadas a 0 -20 cm de profundidade nos tratamentos covas e sulcos, na Fazenda Riacho, Paracatu – MG. Valores entre parênteses = desvio padrão. Valores acompanhados pelas mesmas letras não diferiram estatisticamente (Teste F, $\alpha = 0,05$).

| | pH | MO | P | K | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | V | M |
|--------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | (H ₂ O) | | mg.dm ⁻³ | | cmolc.dm ⁻³ | | | % | |
| Covas | 4,10 ^a (0,10) | 16,56 ^a (3,47) | 1,53 ^a (1,10) | 91,5 ^a (27,72) | 0,53 ^a (0,39) | 0,45 ^a (0,31) | 1,58 ^a (0,4) | 18,48 ^a (9,62) | 57,7 ^a (1,25) |
| Sulcos | 4,00 ^a (0,09) | 15,86 ^a (3,58) | 1,21 ^a (0,71) | 85,4 ^b (89,96) | 0,34 ^a (0,17) | 0,24 ^a (0,15) | 2,1 ^a (0,5) | 10,60 ^a (5,18) | 74,0 ^a (1,93) |

CTC: 6,7 (Covas) e 7,3 (Sulcos)

A concentração de Magnésio (Mg) apresentou média na área de covas (0,45 cmolc.dm⁻³) duas vezes maior que na área de sulcos (0,24 cmolc.dm⁻³). No entanto, os valores das amostras variaram de 0,1 a 1,4 cmolc.dm⁻³, refletindo em elevados desvios padrão (Tabela 5.2), o que justifica não ter sido captada diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

Por outro lado, a concentração de Cálcio (Ca²⁺) obteve as médias iguais a 0,53 cmolc.dm⁻³ e 0,34 cmolc.dm⁻³, no tratamento de covas e sulcos (Tabela 5.2). Já as concentrações de Fósforo (P) na área de covas foi de 1,53 mg.dm⁻³ e na de sulcos 1,21 mg.dm⁻³, como já foi mencionado, não diferiram estatisticamente.

Por fim, os teores de matéria orgânica (M.O) obteve média igual a 16,56 g.dm⁻³, nas covas, e 15,86g.dm⁻³ nos sulcos (Tabela 5.2).

5.2 - CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES

5.2.1 - Carbono

A concentração média de Carbono (C) foi de 47,4 dag.kg⁻¹ na fase de mudas, tanto na parte aérea quanto subterrânea. Entre os grupos fisionômicos embora as concentrações de C encontradas nas mudas dos diferentes grupos fisionômicos não foram diferentes estatisticamente (ANOVA, $\alpha = 0,05$), as espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram a maior concentração de C, 48,61 dag.kg⁻¹ (Figura 5.1). Este resultado foi ocasionado pela alta concentração de C na biomassa (aérea e subterrânea) da espécie *Plathymenia reticulata* (49,27 dag.kg⁻¹).

Após onze meses de plantio, a concentração de C na biomassa das espécies de Mata Seca do tratamento de covas, teve mudança significativa (Teste F, $\alpha = 0,05$), sendo que a biomassa aérea apresentou aumento e a subterrânea diminuição da concentração. Os demais grupos fisionômicos não tiveram mudanças significativas em suas concentrações de C (Figura 5.1).

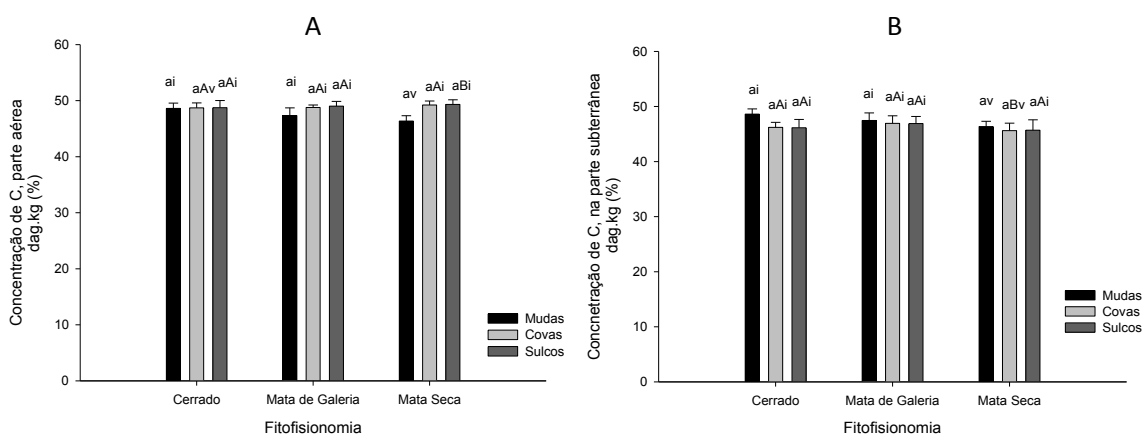


Figura 5.1. Concentração de Carbono na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu - MG. Mudanças corresponde à avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Aos onze meses apresentaram concentração média de C na parte aérea = 48,8 dag.kg⁻¹, no tratamento de covas, ao passo que no tratamento de sulcos a média de foi de 49,03 dag.kg⁻¹ de C (Figura 5.1). Estes valores não foram considerados estatisticamente

significativos (Teste F, $\alpha = 0,05$). Na parte subterrânea foram obtidos teores de C igual a 46,26 dag.kg⁻¹, nos dois tratamentos (Figura 5.1).

Comparando os grupos fisionômicos entre os tratamentos, apenas as espécies de Mata Seca apresentaram diferenças significativas (Teste F, $\alpha = 0,05$) em relação à concentração de C em sua biomassa, aérea e subterrânea (Anexo D). Este resultado provavelmente foi ocasionado pela menor concentração de C na biomassa da espécie *Acacia polyphylla* no tratamento de sulcos (Anexo D).

Apesar dessas diferenças entre os grupos fisionômicos, estas não foram estatisticamente significativas (ANOVA, $\alpha = 0,05$), entre os grupos fisionômicos estas não foram estatisticamente significativas (ANOVA, $\alpha = 0,05$). Quando comparados os três grupos fisionômicos entre si, as espécies de Mata Seca apresentaram o maior teor de C na parte aérea (nos dois tratamentos) (Figura 5.1). Por outro lado, as raízes das espécies de Mata de Galeria apresentaram o maior teor de C, tanto no tratamento de covas quanto no tratamento de sulcos (Figura 5.1).

5.2.2 - Nitrogênio

Foram registradas na fase de mudas concentrações médias de 1,62 dag.kg⁻¹ de Nitrogênio (N) na parte aérea e 0,99 dag.kg⁻¹ na parte subterrânea. Entre os grupos fisionômicos as espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram a maior concentração de N, 1,94 dag.kg⁻¹ na parte aérea e 1,11 dag.kg⁻¹ na subterrânea (Figura 5.2). Porém, as concentrações de N encontradas nas mudas dos diferentes grupos fisionômicos não foram diferentes estatisticamente (ANOVA, $\alpha = 0,05$).

Após onze meses de plantio, a concentração de N nas espécies de Cerrado Sentido Restrito diminuiu significativamente, como também, na parte subterrânea das espécies de Mata de Galeria, no tratamento de sulcos (Teste F, $\alpha = 0,05$). Os demais grupos não apresentaram mudanças significativas em suas concentrações de N após onze meses de plantio (Anexo E).

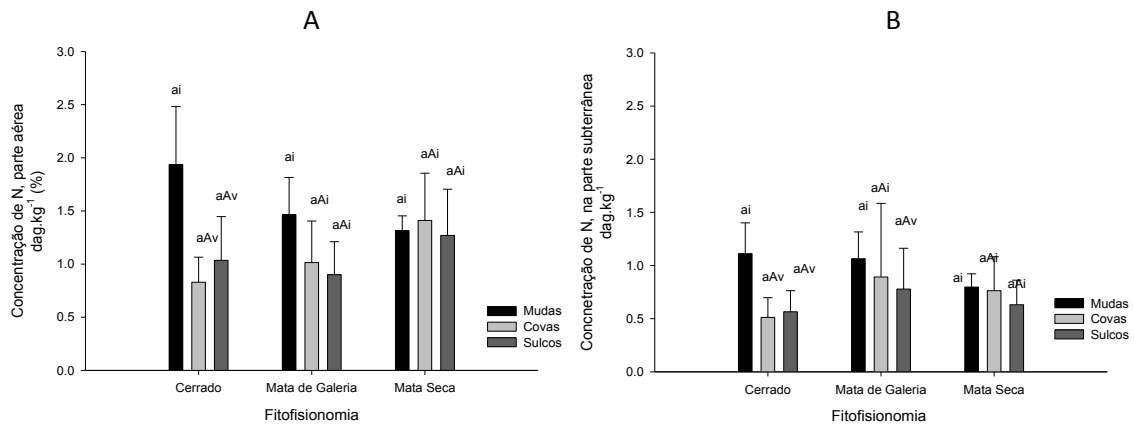


Figura 5.2. Concentração de Nitrogênio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudanças corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Aos onze meses as espécies apresentaram concentração média de $0,72 \text{ dag.kg}^{-1}$ e $0,71 \text{ dag.kg}^{-1}$ de N no compartimento aéreo nos tratamentos de covas e sulcos, respectivamente (Figura 5.2), e na parte subterrânea $0,76 \text{ dag.kg}^{-1}$ de N no tratamento de covas, e $0,66 \text{ dag.kg}^{-1}$ de N no tratamento de sulcos (Figura 5.2). Nenhum dos grupos fisionômicos apresentou diferença significativa (Teste F, $\alpha = 0,05$) entre as concentrações de N nos dois tratamentos.

As diferenças entre os grupos fisionômicos, na concentração de N na parte aérea, foram estatisticamente significativas (ANOVA, Tukey $\alpha = 0,05$). As espécies de Mata Seca apresentaram valores superiores aos demais grupos fisionômicos (nos dois tratamentos). Já na parte subterrânea as espécies de Mata de Galeria apresentaram o maior teor de N, tanto no tratamento de covas quanto no tratamento de sulcos. Estes resultados foram ocasionados pelas altas concentrações de N na biomassa aérea na espécie *Acacia polyphylla*, espécie de Mata Seca, e pela alta concentração de N na parte subterrânea de *Inga laurina*, espécie de Mata de Galeria (Anexo E).

5.2.3 - Fósforo

Obteve-se concentração média de $0,40 \text{ dag.kg}^{-1}$ e $0,42 \text{ dag.kg}^{-1}$ de Fósforo (P) na fase de mudas, na parte aérea e subterrânea, respectivamente. Entre os grupos fisionômicos as espécies de Mata Seca apresentaram o maior teor de P tanto na parte aérea do que na subterrânea (Figura 5.3). As concentrações de P encontradas na parte aérea das mudas dos diferentes grupos fisionômicos foram diferentes estatisticamente (ANOVA, Tukey $\alpha = 0,05$). Cabe ressaltar que as espécies de Mata Seca apresentaram os maiores valores de P, enquanto as espécies de Cerrado Sentido Restrito tiveram valores intermediários de P e as de Mata de Galeria os menores valores de P (Figura 5.3).

Após onze meses de plantio, a concentração de P na biomassa aérea das espécies de Cerrado Sentido Restrito, no tratamento de covas, diminuiu significativamente (Teste F, $\alpha = 0,05$). De igual forma, o teor de P também diminuiu na parte aérea das espécies de Mata de Galeria e na parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito, no tratamento de sulcos. Os demais grupos fisionômicos não tiveram mudanças em suas concentrações de P (Figura 5.3).

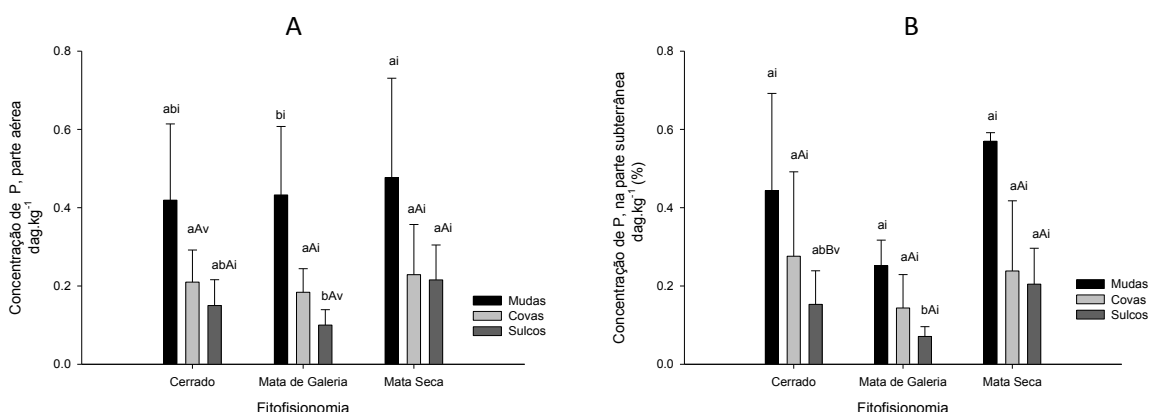


Figura 5.3. Concentração de Fósforo na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudanças corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

As amostras de onze meses apresentaram concentração média de P igual a $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ na parte aérea do tratamento de covas e $0,11 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de sulcos. Enquanto isso, na parte subterrânea foram obtidos teores iguais a $0,15 \text{ dag.kg}^{-1}$ no

tratamento de covas, e $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de sulcos. Entre os tratamentos houve diferença significativa (Teste F, $\alpha = 0,05$) para a parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito.

Quando comparados os grupos fisionômicos, as espécies de Mata Seca apresentaram o maior teor de P na parte aérea (nos dois tratamentos) (Figura 5.3). Por outro lado, a parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram maior teor de P no tratamento de covas, e as espécies de Mata Seca, no tratamento de sulcos.

Esta diferença foi significativa no tratamento de sulcos, tanto na parte aérea quanto na subterrânea (Tabela 5.3). As espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram valores intermediários, sendo agrupados tanto com as espécies de Mata Seca, que apresentaram os maiores valores, quanto com as espécies de Mata de Galeria, que apresentaram os valores mais baixos (ANOVA, Tukey $\alpha = 0,05$).

O destaque de alguns grupos fisionômicos se deve as concentrações de P da espécie *Anadenanthera colubrina*, a qual apresentou maior teor de P na parte aérea, nos dois tratamentos, e na parte subterrânea, no tratamento de sulcos (Anexo D). Já no tratamento de covas a espécie *Plathymenia reticulata*, foi a que apresentou as maiores concentrações de P (Anexo D). Cabe destacar que esta concentração foi quase duas vezes maior do que a encontrada na parte aérea da planta.

5.2.4 - Potássio

Na parte aérea na fase de mudas foi obtido teor médio de Potássio (K) de $0,86 \text{ dag.kg}^{-1}$, enquanto nas parte subterrânea o valor médio foi de $0,79 \text{ dag.kg}^{-1}$. Entre os grupos fisionômicos as espécies de Cerrado Sentido Restrito foram as que apresentaram valores mais altos de K tanto na biomassa aérea ($0,92 \text{ dag.kg}^{-1}$) quanto subterrânea ($0,82 \text{ dag.kg}^{-1}$). Porém, as concentrações de K encontradas nas mudas dos diferentes grupos fisionômicos não foram diferentes estatisticamente (ANOVA, $\alpha = 0,05$) (Figura 5.4).

As espécies aos onze meses apresentaram concentrações de K inferiores das observadas na fase de mudas, entretanto, esta mudança não foi significativa (Teste F, $\alpha = 0,05$). As amostras do tratamento de covas apresentaram teor médio de K igual a $0,71 \text{ dag.kg}^{-1}$ nos dois compartimentos, enquanto no tratamento de sulcos, foi observada concentração igual a $0,60 \text{ dag.kg}^{-1}$ de K na parte aérea, e $0,62 \text{ dag.kg}^{-1}$ de K na parte

subterrânea (Figura 5.4). A diferença entre os tratamentos foi significativa para o teor de K encontrado na biomassa aérea das espécies de Mata de Galeria (Teste F, $\alpha = 0,05$).

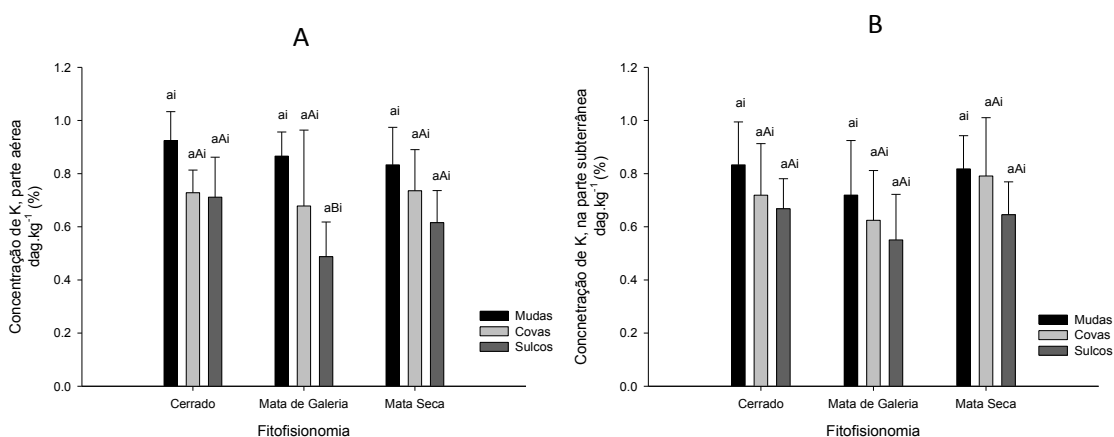


Figura 5.4. Concentração de Potássio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Quando comparados os grupos fisionômicos dentro de cada tratamento, as espécies de Mata Seca apresentaram as maiores concentrações nos compartimentos aéreo e subterrâneo, no tratamento de covas (Figura 5.4). Por outro lado, as espécies de Cerrado Sentido Restrito obtiveram os maiores teores de K, no tratamento de sulcos, sendo considerados superiores aos apresentados pelas espécies de Mata de Galeria (ANOVA, Tukey $\alpha = 0,05$). Cabe ressaltar que de acordo com teste Tukey, as espécies de Mata Seca foram agrupadas tanto com as espécies de Cerrado Sentido Restrito quanto com as de Mata de Galeria.

5.2.5 - Cálcio

Foi obtida concentração média de Cálcio (Ca) igual a 0,71 dag.kg⁻¹ na parte aérea das mudas e 0,39 dag.kg⁻¹ na parte subterrânea. Entre os grupos fisionômicos as espécies de Mata Seca apresentaram maior concentração de Ca em seus tecidos, com 1,04 dag.kg⁻¹ na parte aérea e 0,68 dag.kg⁻¹ na parte subterrânea (Figura 5.5). A diferença na alocação de

Ca das espécies de Mata Seca para os demais grupos fisionômicos foi significativa (ANOVA, Tukey $\alpha = 0,05$).

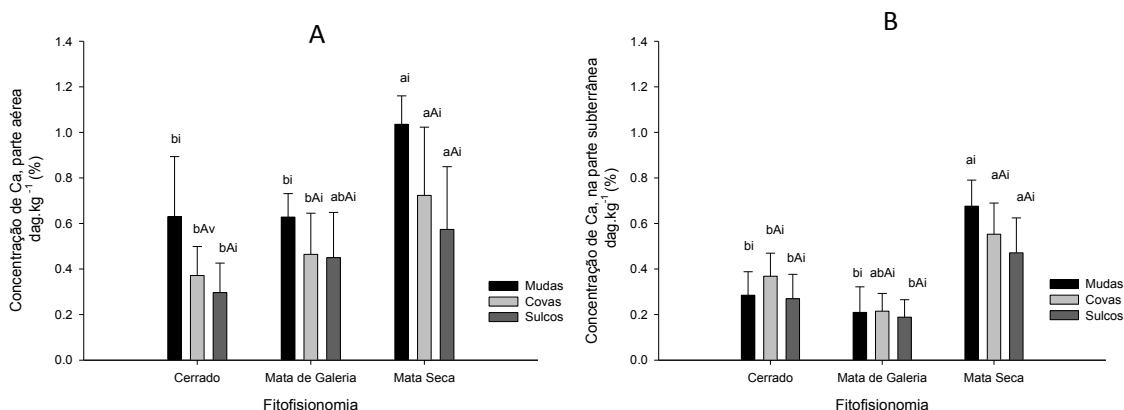


Figura 5.5. Concentração de Cálcio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudanças corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Após onze meses, as espécies de Cerrado sentido restritivo tiveram uma diminuição significativa de sua concentração de Ca na parte aérea, no tratamento de covas (Teste F, $\alpha = 0,05$). As demais espécies não apresentaram diferenças tão acentuadas.

As espécies aos onze meses obtiveram teor de Ca na parte aérea igual a 0,52 dag.kg⁻¹ no tratamento de covas e 0,44 dag.kg⁻¹ no tratamento de sulcos. Por outro lado, a parte subterrânea apresentou concentração de Ca igual a 0,38 dag.kg⁻¹ no tratamento de covas, e 0,31 dag.kg⁻¹ no tratamento de sulcos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Após onze meses, as espécies de Cerrado Sentido Restrito no tratamento de covas, apresentaram concentração de Ca significativamente inferior na parte aérea à obtida quando na fase mudas (Teste F, $\alpha = 0,05$). As espécies aos onze meses apresentaram teor médio de Ca na parte aérea igual a 0,52 dag.kg⁻¹ e 0,44 dag.kg⁻¹, no tratamento de covas e sulcos respectivamente. Quanto a parte subterrânea, as espécies apresentaram concentração de Ca igual a 0,38 dag.kg⁻¹ no tratamento de covas, e 0,31 dag.kg⁻¹ no tratamento de sulcos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Quando comparados os grupos fisionômicos dentro de cada tratamento, as espécies de Mata Seca apresentaram as maiores concentrações de Ca nos dois tratamentos e também nos dois compartimentos (Figura 5.5). As espécies de Mata Seca apresentaram maiores concentrações de Ca que os demais grupos fisionômicos, na parte área do tratamento de covas (ANOVA, $\alpha = 0,05$).

5.2.6 - Magnésio

Na fase de mudas, apresentaram concentração média de Magnésio (Mg) igual a $0,20 \text{ dag.kg}^{-1}$ na parte aérea, e $0,16 \text{ dag.kg}^{-1}$ na parte subterrânea. Entre os grupos fisionômicos, as espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram os maiores valores de Mg na parte aérea ($0,24 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Figura 5.6). Quanto à parte subterrânea as espécies de Cerrado Sentido Restrito e Mata Seca tiveram os maiores valores de Mg ($0,19 \text{ dag.kg}^{-1}$).

Após onze meses, houve diminuição significativa no teor de Mg das espécies de Cerrado Sentido Restrito (Teste F, $\alpha = 0,05$), na parte aérea dos dois tratamentos e na parte subterrânea no tratamento de sulcos. De igual forma, houve também diminuição significativa na parte subterrânea das espécies de Mata de Galeria, no tratamento de sulcos (Teste F, $\alpha = 0,05$). As espécies dos outros grupos fisionômicos não apresentaram diferenças tão acentuadas.

As espécies aos onze meses obtiveram concentração média de Mg igual a $0,15 \text{ dag.kg}^{-1}$ e $0,13 \text{ dag.kg}^{-1}$ na parte aérea do tratamento de covas e sulcos, respectivamente. Enquanto isso, na parte subterrânea apresentaram concentração de Mg de $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de covas, e $0,13 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de sulcos. Houve diferença significativa entre os tratamentos para a parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito e para as espécies de Mata de Galeria (nos dois compartimentos).

Quando comparados os grupos fisionômicos, em cada tratamento, as espécies de Mata de Galeria apresentaram as maiores concentrações de Mg no tratamento de covas, com $0,16 \text{ dag.kg}^{-1}$ na biomassa aérea, e juntamente com as espécies de Cerrado Sentido Restrito, obtiveram os maiores valores no tratamento de sulcos, com $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ (Figura 5.6). As espécies de Cerrado Sentido Restrito também obtiveram as maiores concentrações de Mg na parte subterrânea do tratamento de sulcos ($0,17 \text{ dag.kg}^{-1}$) e juntamente com as espécies de Mata de Galeria, apresentaram os maiores teores de Mg com $0,18 \text{ dag.kg}^{-1}$ (Figura 5.6).

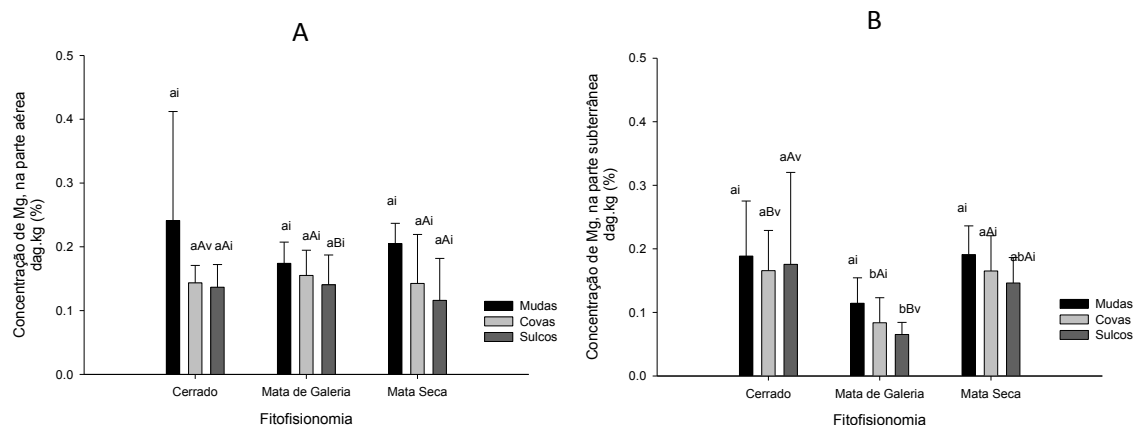


Figura 5.6. Concentração de Magnésio na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

5.2.7 - Enxofre

As mudas apresentaram concentração média de Enxofre (S) igual a $0,22 \text{ dag.kg}^{-1}$ na biomassa aérea, e $0,25 \text{ dag.kg}^{-1}$ na biomassa subterrânea. Entre os grupos fisionômicos, as espécies de Cerrado Sentido Restrito obtiveram maior teor de S (nos dois compartimentos).

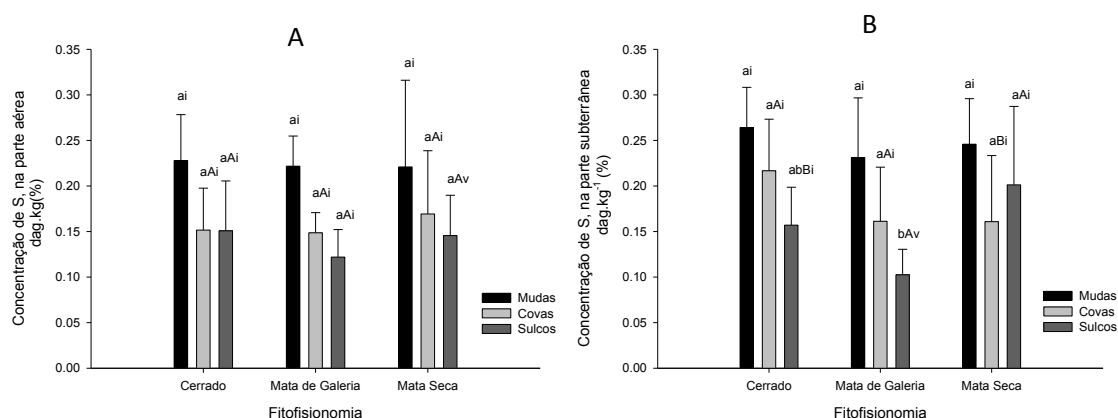


Figura 5.7. Concentração de Enxofre na parte aérea (A) e subterrânea (B), de acordo com os grupos fisionômicos das espécies utilizadas no plantio de recuperação, na Fazenda Riacho em Paracatu – MG. Mudas corresponde a avaliação na época do plantio, covas e sulcos a avaliação nos tratamentos aos onze meses após o plantio. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos; número arábico (i, v) = diferença entre a fase de mudas e aos onze meses. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem estatisticamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Após onze meses, houve diminuição significativa dos valores de S na biomassa aérea das espécies de Mata Seca e na parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria (Teste F, $\alpha = 0,05$), no tratamento de sulcos (Figura 5.7). De modo geral, as espécies obtiveram teores médios de S na biomassa aérea igual a $0,16 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de covas, e $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ no tratamento de sulcos. Já na parte subterrânea, foram obtidos valores médios de S iguais a $0,18 \text{ dag.kg}^{-1}$ e $0,15 \text{ dag.kg}^{-1}$, nos tratamentos de covas e sulcos respectivamente. A diferença entre os tratamentos foi considerada significativa para na parte subterrânea das espécies de Cerrado Sentido Restrito e Mata Seca (Figura 5.7).

5.3 - ESTOQUE DE NUTRIENTES

5.3.1 - Carbono

Na fase de mudas, o grupo de espécies da Mata de Galeria apresentou maior estoque total de C ($531,91 \text{ g.ha}^{-1}$), seguido da Mata Seca ($429,33 \text{ g.ha}^{-1}$) e Cerrado Sentido Restrito sentido restrito ($367,07 \text{ g.ha}^{-1}$), no entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas (Figura 5.8). O maior estoque de C foi localizado na biomassa aérea, com diferenças significativas apenas no Cerrado Sentido Restrito sentido restrito (Tabela 5.3).

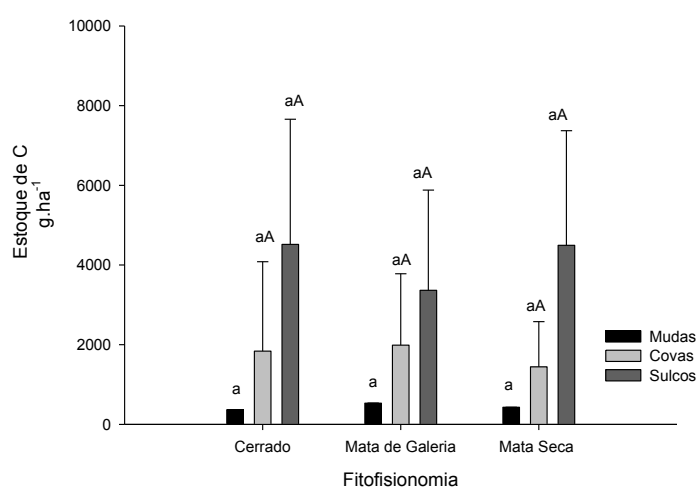


Figura 5.8. Estoque total de Carbono nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não diferem significativamente (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Tabela 5.3. Estoque de Carbono, na parte aérea e subterrânea, na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre as partes aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (ANOVA, Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Carbono (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|---|------------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 230,53 ^{1a} | 136,53 ^{2a} |
| | dp | (± 108,65) | (± 18,30) |
| | Covas | 872,95 ^{1a} | 716,63 ^{1*a} |
| | dp | (± 1.846,26) | (± 1.230,56) |
| | Sulcos | 2.114,14 ^{1a} | 1.734,80 ^{1a} |
| | dp | (± 2.562,74) | (± 2.105,21) |
| Mata de Galeria | Mudas | 352,94 ^{1a} | 178,96 ^{1a} |
| | dp | (± 107,44) | (± 40,41) |
| | Covas | 964,52 ^{1a} | 565,50 ^{1a} |
| | dp | (± 1.413,27) | (± 421,77) |
| | Sulcos | 2.404,51 ^{1a} | 2.267,61 ^{1a} |
| | dp | (± 3.020,48) | (± 2.193,02) |
| Mata Seca | Mudas | 260,58 ^{1a} | 168,75 ^{1a} |
| | dp | (± 24,65) | (± 38,67) |
| | Covas | 1.590,43 ^{1a} | 877,08 ^{2a} |
| | dp | (± 1.914,87) | (± 875,12) |
| | Sulcos | 1.632,33 ^{1a} | 2.227,30 ^{1a} |
| | dp | (± 1.367,78) | (± 2.240,58) |

Após onze meses do plantio, os maiores estoques totais de C foram encontrados nas espécies de Mata Seca (2.467,52 g. ha⁻¹), no tratamento de covas, e Mata de Galeria (4.672,12 g. ha⁻¹), no tratamento de sulcos. No entanto, não houve diferença significativa quanto ao estoque total de Carbono (ANOVA, $\alpha = 0,05$), o que sugere pouca variação entre os grupos fisionômicos. No geral, o tratamento de sulcos apresentou os maiores valores de estoque de C, tanto na biomassa aérea como na subterrânea para as três fitofisionomias, mas apenas o tratamento de covas para a Mata Seca foi significativamente diferente (Tabela 5.3).

Outra questão importante que se observou, foi que no tratamento de covas, *Acacia polyphilla* foi responsável pela a alta média das espécies de Mata Seca (Anexo D). Já no tratamento de sulcos a espécie de Mata de Galeria, *Inga laurina*, apresentou o maior estoque de C, elevando a média do referido grupo fisionômico.

5.3.2 – Nitrogênio

Na fase de mudas o grupo de espécies da Mata de Galeria apresentaram maior estoque de N (15,55 g.ha⁻¹), seguido de Cerrado Sentido Restrito (11,47 g.ha⁻¹) e Mata Seca (10,26 g.ha⁻¹) (Figura 5.9). Para todos eles o maior estoque de N foi localizado na biomassa da parte aérea (Tabela 5.4). No entanto, não houve diferença significativa entre a alocação de nitrogênio na parte área e subterrânea na fase de mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$). Comparando os três grupos fisionômicos houve diferença significativa quanto ao estoque de N total e da parte aérea (ANOVA, $\alpha = 0,05$; Tabela 5.4 e Figura 5.9).

Aos onze meses após o plantio, as espécies de Mata Seca apresentaram maior estoque de N no tratamento de covas e as espécies de Mata de Galeria apresentaram maior estoque no tratamento de sulcos (Figura 5.9). Porém, comparando os três grupos fisionômicos não houve diferença significativa, para ambos os tratamentos (ANOVA, $\alpha = 0,05$; Tabela 5.4).

As espécies de Cerrado Sentido Restrito apresentaram as maiores concentrações de N, tanto na parte aérea quanto na subterrânea (Anexo D), mas por terem produzido pouca matéria seca (Anexo D) não obtiveram grandes estoques. Para todas as espécies o maior estoque de N foi localizado na biomassa da parte aérea (Tabela 5.4), mas as diferenças na alocação de N na parte aérea e subterrânea não foram significativas (Teste F, $\alpha = 0,05$).

O grupo das espécies de Mata Seca obteve 73,37 g.ha⁻¹ de N, no tratamento de covas, sendo 55,22 g.ha⁻¹ alocados na biomassa aérea e 18,14 g.ha⁻¹ alocados na biomassa subterrânea (Tabela 5.4). O maior estoque registrado no grupo das espécies de Mata Seca no tratamento se deve à espécie *Acacia polyphylla*, que apresentou estoque de 84,69 g.ha⁻¹ de N (Anexo B e D).

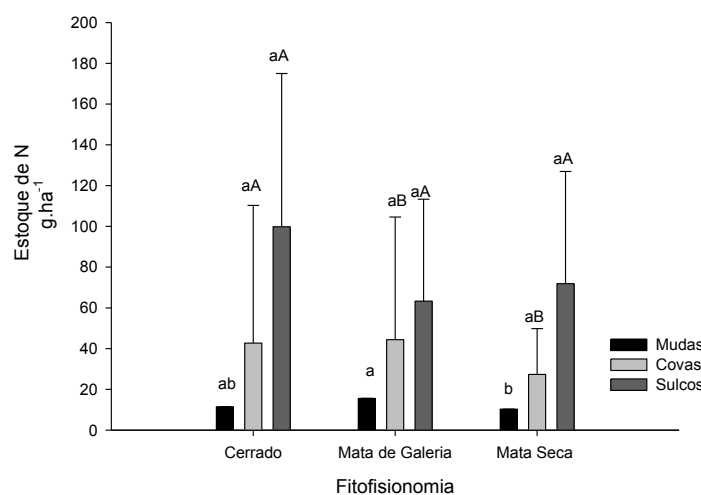


Figura 5.9. Estoque total de Nitrogênio nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

No tratamento de sulcos, as espécies de Mata de Galeria apresentaram estoque de N igual a 95,96 g.ha⁻¹ distribuídos em 51,84 g.ha⁻¹ na parte aérea e 44,06 g.ha⁻¹ na parte subterrânea (Tabela 5.4). Foi observado que nas espécies de Mata de Galeria, como também, nas espécies de Mata Seca a alocação de nitrogênio, na biomassa aérea e total, foi influenciada pelos tratamentos realizados no solo (Teste F, $\alpha = 0,05$).

A espécie *Inga laurina* obteve os maiores estoques de N com 96,91 g.ha⁻¹, no tratamento de sulcos. Esta espécie foi responsável pela grande diferença de desempenho das espécies de Mata de Galeria nos diferentes tratamentos (Anexo B e D), uma vez que, apresentou estoque seis vezes menor no tratamento de covas.

Tabela 5.4. Estoque de Nitrogênio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (ANOVA, Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Nitrogênio (g . ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|---|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 8,35 ^{ab1} | 3,12 ^{a1} |
| | dp | (± 1,798) | (± 0,952) |
| | Covas | 12,27 ^{a1} | 6,18 ^{a1} |
| | dp | (± 22,69) | (± 7,88) |
| | Sulcos | 47,98 ^{a1} | 21,84 ^{a1} |
| | dp | (± 63,79) | (± 31,68) |
| Mata de Galeria | Mudas | 11,58 ^{a1} | 3,96 ^{a1} |
| | dp | (± 2,69) | (± 1,26) |
| | Covas | 8,46 ^{a1} | 9,20 ^{a1} |
| | dp | (± 53,64) | (± 8,78) |
| | Sulcos | 51,84 ^{a1} | 44,06 ^{a1} |
| | dp | (± 70,30) | (± 47,71) |
| Mata Seca | Mudas | 7,40 ^{b1} | 2,85 ^{a1} |
| | dp | (± 1,32) | (± 0,52) |
| | Covas | 55,22 ^{a1} | 18,14 ^{a1} |
| | dp | (± 71,41) | (± 25,44) |
| | Sulcos | 41,47 ^{a1} | 27,77 ^{a1} |
| | dp | (± 38,14) | (± 28,14) |

5.3.3 - Fósforo

Na fase de mudas o grupo de espécies da Mata Seca apresentou maior estoque de P ($4,76 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$), seguido de Mata de Galeria ($3,38 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) e Cerrado Sentido Restrito ($2,91 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) (Figura 5.10). Para todos eles o maior estoque de P foi localizado na biomassa da parte aérea (Tabela 5.5). Comparando os três grupos fisionômicos houve diferença significativa no estoque de P da parte subterrânea (ANOVA, $\alpha = 0,0014$; Tabela 5.5). Para todas as fitofisionomias, não houve diferença significativa entre a alocação de P na parte aérea e subterrânea das mudas dentro dos grupos fisionômicos (Teste F, $\alpha = 0,05$).

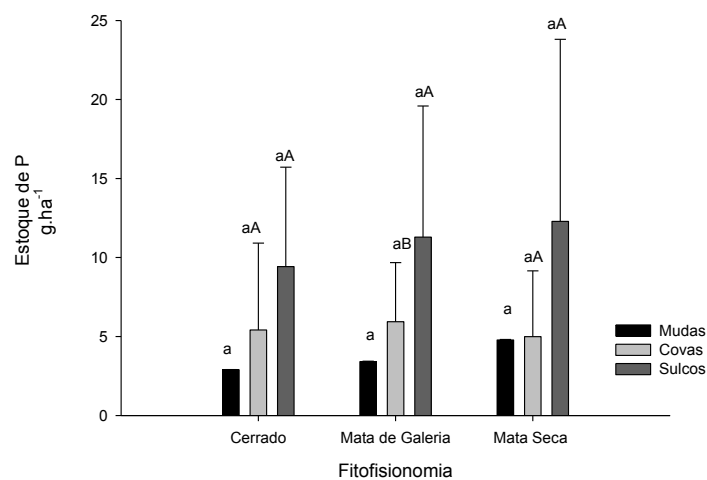


Figura 5.10. Estoque total de Fósforo nas espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Na fase de mudas das espécies de Mata Seca utilizadas no plantio de restauração apresentaram estoque de P de $4,76 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo $2,69 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ alocados na biomassa aérea e $2,06 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na biomassa subterrânea (Tabela 5.5). O maior estoque de P nas mudas de espécies de Mata Seca se deve principalmente a alta concentração de nutrientes em seus tecidos, uma vez que, a biomassa não foi das maiores observadas entre os três grupos fisionômicos (Anexo C).

Tabela 5.5. Estoque de Fósforo na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Fósforo (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|---|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 1,69 ^{a1} | 1,21 ^{b1} |
| | dp | (± 0,42) | (± 0,52) |
| | Covas | 2,32 ^{a1} | 2,53 ^{a1} |
| | dp | (± 3,86) | (± 3,22) |
| | Sulcos | 5,237 ^{*a1} | 5,026 ^{a1} |
| | dp | (± 6,24) | (± 6,19) |
| Mata de Galeria | Mudas | 2,48 ^{a1} | 0,95 ^{b1} |
| | dp | (± 1,74) | (± 0,26) |
| | Covas | 3,12 ^{a1} | 1,32 ^{a1} |
| | dp | (± 4,12) | (± 0,63) |
| | Sulcos | 4,17 ^{a1} | 3,01 ^{a1} |
| | dp | (± 4,49) | (± 2,32) |
| Mata Seca | Mudas | 2,69 ^{a1} | 2,06 ^{a1} |
| | dp | (± 1,58) | (± 0,52) |
| | Covas | 55,22 ^{a1} | 3,65 ^{a1} |
| | dp | (± 4,54) | (± 3,54) |
| | Sulcos | 6,29 ^{a1} | 9,31 ^{a1} |
| | dp | (± 4,02) | (± 9,73) |

Onze meses após o plantio, as espécies de Mata Seca foram as que apresentaram maior estoque de P em sua biomassa, nos dois tratamentos. Comparando os três grupos fisionômicos não houve diferença significativa quanto ao estoque de P (ANOVA, $\alpha = 0,05$, Figura 5.10). Também não houve diferença significativa entre a alocação de P na parte aérea e subterrânea na fase de mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$).

No tratamento de covas, este grupo apresentou estoque de P igual a $58,87 \text{ g.ha}^{-1}$ sendo $55,22 \text{ g.ha}^{-1}$ alocados na parte aérea e $3,65 \text{ g.ha}^{-1}$ na parte subterrânea. No tratamento de sulcos o grupo apresentou estoque de P igual a $15,55 \text{ g.ha}^{-1}$, distribuídos $6,29 \text{ g.ha}^{-1}$ na biomassa aérea e $9,31 \text{ g.ha}^{-1}$ na subterrânea, apresentando maior estoque de fósforo na parte subterrânea do que na parte aérea. A diferença entre o estoque da espécie *Inga laurina*, de Mata de Galeria, gerou diferença entre os estoques obtidos entre os tratamentos da espécie do grupo fisionômico (Teste F, $\alpha = 0,05$). Ela apresentou estoque de P quatro vezes maior no tratamento de sulcos do que no tratamento de covas, sugerindo que as espécies são influenciadas pelos tratamentos.

5.3.4 - Potássio

Na fase de mudas, o grupo de espécies da Mata de Galeria apresentou maior estoque de K ($4,76 \text{ g.ha}^{-1}$) (Figura 5.11). Comparando os três grupos fisionômicos não houve diferença significativa quanto ao estoque de K (ANOVA, $\alpha = 0,05$). Para todos eles o maior estoque de K foi localizado na biomassa da parte aérea (Tabela 5.6). Não houve diferença significativa entre a alocação de K na parte aérea e subterrânea das mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Após onze meses, as espécies de Mata Seca apresentaram o maior estoque de K nos dois tratamentos (Figura 5.11). Este resultado reflete o melhor desenvolvimento da espécie *Inga laurina*, já que *Hymenaea courbaril* apresentou os menores estoques nos dois tratamentos.

Por fim, os tratamentos, covas e sulcos, realizados no solo foram importantes para alocação de K, na parte aérea, dentro dos grupos fisionômicos de Mata de Galeria e Mata Seca (Teste F, $\alpha = 0,05$) (Tabela 5.6). O baixo estoque de K na parte subterrânea das espécies de Mata Seca, no tratamento de covas, foi considerado significativamente inferior ao estoque da parte aérea dessas espécies (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Tabela 5.6. Estoque de Potássio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Potássio (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|--|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 4,23 ^{a1} | 2,32 ^{a1} |
| | dp | (± 1,53) | (± 0,37) |
| | Covas | 12,16 ^{a1} | 8,83 ^{a1} |
| | dp | (± 25,55) | (± 12,27) |
| | Sulcos | 30,10 ^{a1} | 26,71 ^{a1} |
| | dp | (± 36,55) | (± 36,39) |
| Mata de Galeria | Mudas | 6,13 ^{a1} | 2,80 ^{a1} |
| | dp | (± 1,63) | (± 1,26) |
| | Covas | 17,08 ^{a1} | 7,56 ^{a1} |
| | dp | (± 27,98) | (± 5,50) |
| | Sulcos | 26,92 ^{a1} | 31,89 ^{a1} |
| | dp | (± 36,28) | (± 35,12) |
| Mata Seca | Mudas | 4,70 ^{a1} | 3,01 ^{a1} |
| | dp | (± 1,00) | (± 1,05) |
| | Covas | 4,33 ^{a1} | 14,65 ^{2a} |
| | dp | (± 32,11) | (± 12,53) |
| | Sulcos | 21,79 ^{a1} | 34,38 ^{a1} |
| | dp | (± 21,47) | (± 37,61) |

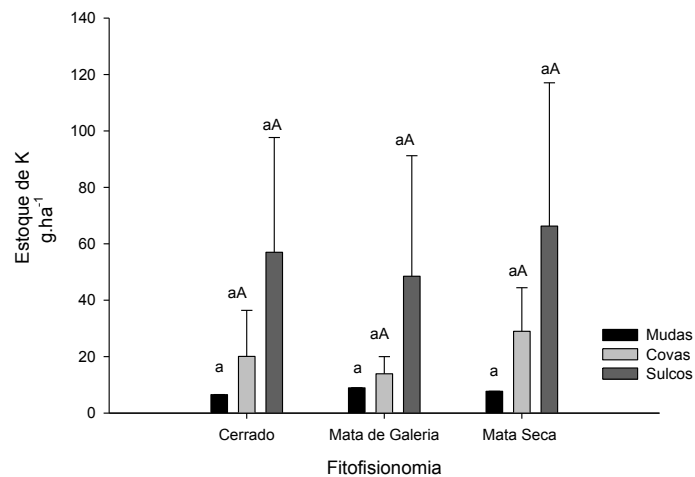


Figura 5.11. Estoque total de Potássio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

5.3.5 - Cálcio

As espécies de Mata Seca apresentaram estoque de Ca igual a 31,9 g.ha¹ em sua biomassa (Figura 5.12), valor superior aos obtidos nas espécies de Cerrado Sentido Restrito

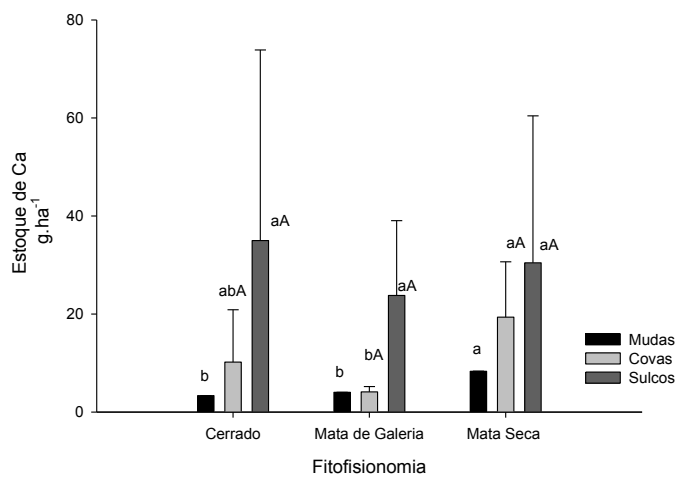


Figura 5.12. Estoque total de Cálcio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

e Mata de Galeria. Este resultado reflete as altas concentrações de Ca no tecido dos indivíduos de Mata Seca (Anexo D), uma vez que a biomassa foi inferior a das espécies de Mata de Galeria (Anexo B).

Tabela 5.7. Estoque de Cálcio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Cálcio (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|--|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 2,57 ^{b1} | 0,78 ^{b1} |
| | dp | (± 0,409) | (± 0,22) |
| | Covas | 4,07 ^{b1} | 4,95 ^{b1} |
| | dp | (± 6,52) | (± 8,11) |
| | Sulcos | 10,18 ^{a1} | 9,07 ^{a1} |
| | dp | (± 14,06) | (± 10,61) |
| Mata de Galeria | Mudas | 3,29 ^{b1} | 0,73 ^{b1} |
| | dp | (± 0,52) | (± 0,22) |
| | Covas | 8,65 ^{ab1} | 2,14 ^{b1} |
| | dp | (± 10,04) | (± 0,94) |
| | Sulcos | 24,79 ^{a1} | 7,27 ^{a1} |
| | dp | (± 38,04) | (± 7,40) |
| Mata Seca | Mudas | 5,82 ^{a1} | 2,49 ^{a1} |
| | dp | (± 0,91) | (± 0,81) |
| | Covas | 14,06 ^{a1} | 9,77 ^{a1} |
| | dp | (± 12,97) | (± 7,62) |
| | Sulcos | 14,70 ^{a1} | 23,18 ^{a1} |
| | dp | (± 7,36) | (± 26,86) |

As quantidades de Ca estocadas na fase de mudas dos diferentes grupos fisionômicos utilizadas no plantio foram consideradas diferentes estatisticamente (ANOVA, $\alpha = 0,0003$, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Porém, não houve diferença significativa entre a alocação de Ca na parte aérea e subterrânea das mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Onze meses após o plantio o estoque de Ca aumentou significativamente (Teste F, $\alpha = 0,05$), exceto na parte subterrânea das espécies de Mata Seca e no estoque total das espécies de Cerrado Sentido Restrito (Tabela 5.7). Os estoques de Ca nas espécies de Mata Seca continuaram superiores ao estoque dos demais grupos (Figura 5.12). No tratamento de covas esta diferença foi considerada estatisticamente significativa (ANOVA, $\alpha = 0,0206$, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Não obstante, não houve diferença significativa entre a alocação de Ca na parte aérea e subterrânea na fase de mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$) (Tabela 5.7).

A alocação de cálcio das espécies de Mata de Galeria e Mata Seca foi influenciada pelos tratamentos (Teste F, $\alpha = 0,05$). O estoque apresentado no tratamento de sulcos foi significativamente superior ao do tratamento de covas.

5.3.6 - Magnésio

O estoque de Mg na fase de mudas das espécies de Mata Seca foram maiores do que nos demais grupos. Estes apresentaram $1,86 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Mg, sendo $1,15 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na parte aérea e $0,71 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na parte subterrânea (Figura 5.13 e Tabela 5.8).

As quantidades de Magnésio estocadas na fase de mudas dos diferentes grupos fisionômicos utilizadas no plantio foram consideradas diferentes estatisticamente (ANOVA, $\alpha = 0,0003$, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Também não houve diferença significativa entre a alocação de Mg na parte aérea e subterrânea das mudas de todas as fisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Nos indivíduos de onze meses os estoques de Mg foram considerados diferentes entre os grupos fisionômicos na biomassa subterrânea do tratamento de covas (ANOVA, $p = 0,0204$, Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). Nesse mesmo tratamento, as espécies de Mata Seca apresentaram os maiores estoques com $6,65 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ sendo $3,64 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ alocados na biomassa parte aérea e $3,00 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na subterrânea devido talvez à grande quantidade de Mg estocada na biomassa da espécie *Acacia polyphylla*.

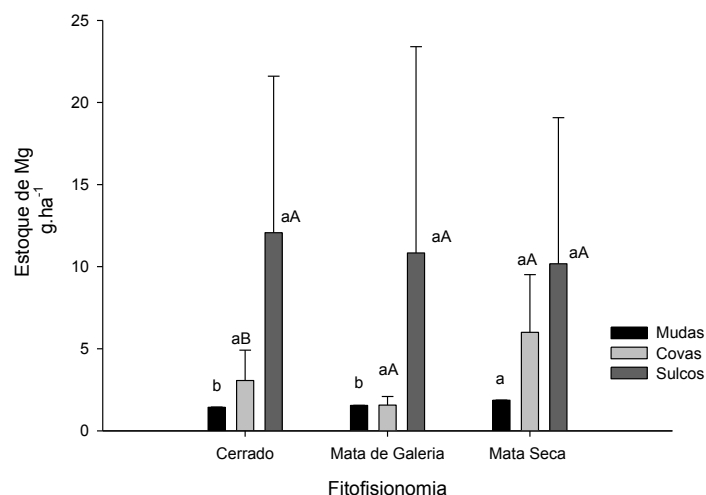


Figura 5.13. Estoque total de Magnésio das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Apesar de ter apresentado o menor teor de Mg em sua biomassa aérea, $0,11 \text{ dag.kg}^{-1}$, (Anexo D) no tratamento de covas, esta espécie obteve o maior estoque devido a sua quantidade de biomassa. Por outro lado, a espécie *Anadenanthera colubrina*, que apresentou maior teor de Mg ($0,18 \text{ dag.kg}^{-1}$) em sua parte aérea, no tratamento de covas, teve estoque menor do que a média do tratamento, sugerindo um efeito de concentração do nutriente.

No tratamento de sulcos as espécies de Cerrado Sentido Restrito tiveram maior quantidade de Mg estocada em sua biomassa com $13,94 \text{ g.ha}^{-1}$, sendo $5,93 \text{ g.ha}^{-1}$ localizados na parte aérea e $8,01 \text{ g.ha}^{-1}$ na parte subterrânea (Tabela 5.8). O resultado obtido pelas espécies de Cerrado Sentido Restrito, no tratamento de sulcos, foi ocasionado pelo grande estoque de Mg na biomassa de *Platypodium elegans*, com média de $15,18 \text{ g.ha}^{-1}$, o maior entre as seis espécies estudadas.

A alocação de magnésio em todos os grupos fisionômicos foi significativamente influenciada pelos tratamentos realizados no solo, covas e sulcos (Teste F, $\alpha = 0,05$). Todos os grupos, com exceção da biomassa aérea das espécies de Mata Seca, apresentaram maior estoque de magnésio no tratamento de sulcos (Tabela 5.8).

Tabela 5.8. Estoque de Magnésio na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Magnésio (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|--|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 0,90 ^{a1} | 0,53 ^{a1} |
| | dp | (± 0,42) | (± 0,26) |
| | Covas | 1,94 ^{a1} | 1,49 ^{ab1} |
| | dp | (± 3,59) | (± 1,21) |
| | Sulcos | 5,93 ^{a1} | 8,01 ^{a1} |
| | dp | (± 8,14) | (± 11,86) |
| Mata de Galeria | Mudas | 1,12 ^{a1} | 0,42 ^{a1} |
| | dp | (± 0,54) | (± 0,16) |
| | Covas | 2,73 ^{a1} | 0,88 ^{b2} |
| | dp | (± 3,53) | (± 0,52) |
| | Sulcos | 6,13 ^{a1} | 3,24 ^{a1} |
| | dp | (± 7,66) | (± 3,33) |
| Mata Seca | Mudas | 1,15 ^{a1} | 0,71 ^{a1} |
| | dp | (± 0,19) | (± 0,29) |
| | Covas | 3,64 ^{a1} | 3,00 ^{a1} |
| | dp | (± 4,23) | (± 2,47) |
| | Sulcos | 2,82 ^{a1} | 6,93 ^{a2} |
| | dp | (± 1,32) | (± 7,24) |

Quanto à alocação de Mg entre os compartimentos aéreo e subterrâneo, houve diferenças significativas (Teste F, $\alpha = 0,05$). As espécies de Mata de Galeria, no tratamento de covas, alocaram quantidade inferior de Mg na parte subterrânea do que na parte aérea. Já as espécies de Mata Seca, no tratamento de sulcos, alocaram quantidade maior de Mg na parte subterrânea do que na parte aérea.

5.3.7 - Enxofre

Na fase de mudas as espécies de Mata de Galeria apresentaram maior estoque de S em sua biomassa com $2,28 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo $1,38 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na biomassa da parte aérea e $0,90 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ na biomassa subterrânea (Figura 5.14; Tabela 5.9), sendo seguida pelas espécies de Mata Seca e Cerrado Sentido Restrito. As quantidades de S estocadas na fase mudas dos diferentes grupos fisionômicos utilizadas no plantio não foram consideradas diferentes estatisticamente (ANOVA, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Não obstante, houve diferença significativa entre a alocação de S na parte aérea e subterrânea das mudas de Cerrado Sentido Restrito (Teste F, $\alpha = 0,05$).

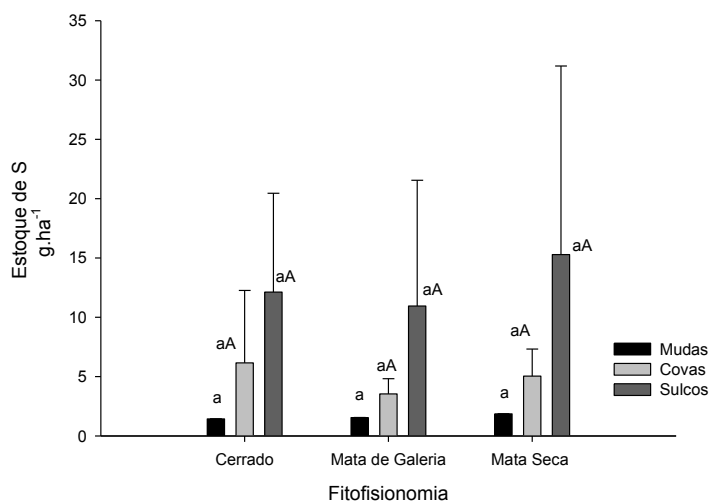


Figura 5.14. Estoque total de Enxofre das espécies na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde letras minúsculas = diferença entre fitofisionomia; letras maiúsculas = diferença entre os tratamentos. Valores acompanhados da mesma letra ou número não houve diferença (Tukey e Teste F; $\alpha = 0,05$).

Tabela 5.9. Estoque de Enxofre na época do plantio (Mudas) e aos onze meses após o plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com a fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão. Valores acompanhados pelo mesmo número não houve diferença entre a parte aérea e subterrânea (Teste F, $\alpha = 0,05$) e valores acompanhados da mesma letra não houve diferença entre as fitofisionomias (Teste de Tukey, $\alpha = 0,05$).

| Fitofisionomia | | Estoque de Enxofre (g. ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--------|---|---------------------|
| | | Aérea | Subterrânea |
| Cerrado Sentido Restrito | Mudas | 1,06 ^{1a} | 0,73 ^{2a} |
| | dp | (± 0,48) | (± 0,09) |
| | Covas | 2,24 ^{a1} | 2,90 ^{a1} |
| | dp | (± 4,51) | (± 4,69) |
| | Sulcos | 6,10 ^{a1} | 6,68 ^{a1} |
| | dp | (± 7,50) | (± 9,23) |
| Mata de Galeria | Mudas | 1,38 ^{a1} | 0,90 ^{a1} |
| | dp | (± 0,59) | (± 0,41) |
| | Covas | 2,94 ^{a1} | 1,84 ^{a1} |
| | dp | (± 4,48) | (± 1,10) |
| | Sulcos | 6,02 ^{a1} | 4,65 ^{a1} |
| | dp | 7,54 | 4,11 |
| Mata Seca | Mudas | 1,23 ^{a1} | 0,92 ^{a1} |
| | dp | (± 0,56) | (± 0,36) |
| | Covas | 4,80 ^{1a} | 2,51 ^{2a} |
| | dp | (± 5,79) | (± 1,85) |
| | Sulcos | 4,26 ^{a1} | 10,63 ^{a1} |
| | dp | (± 2,79) | (± 13,71) |

Onze meses após o plantio, as espécies de Mata Seca apresentaram as maiores quantidades de enxofre em sua biomassa, em ambos os tratamentos (Tabela 5.9). No tratamento de covas as espécies apresentaram estoque igual a 7,31 g.ha⁻¹, sendo 4,80 g.ha⁻¹

alocados na parte aérea e 2,51 g.ha⁻¹ na parte subterrânea (Tabela 5.9). Entretanto, o maior estoque de S na biomassa subterrânea foi obtido nas espécies de Cerrado Sentido Restrito com 2,90 g.ha⁻¹. As quantidades de S estocadas nas espécies dos diferentes grupos fisionômicos não foram consideradas diferentes estatisticamente (ANOVA, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Porém, houve diferença significativa entre a alocação de S na parte aérea e subterrânea das espécies de Mata Seca no tratamento de covas (Teste F, $\alpha = 0,05$)

No tratamento de sulcos as espécies de Mata Seca apresentaram 14,89 g.ha⁻¹ de S em sua biomassa, sendo 4,26 g.ha⁻¹ na parte aérea e 10,63 g.ha⁻¹ na parte subterrânea. Mas o maior estoque de S na parte aérea foi obtido nas espécies de Cerrado Sentido Restrito com 6,10 g.ha⁻¹ de S, talvez devido ao grande estoque de S obtido parte subterrânea da *Plathymenia reticulata* (Anexo B e D). As espécies de Mata Seca foram afetadas pelo tratamento realizado no solo, quanto à alocação de S em sua biomassa (Teste F, $\alpha = 0,05$).

As quantidades de S estocadas nas espécies dos diferentes grupos fisionômicos não foram consideradas diferentes estatisticamente (ANOVA, Teste de Tukey $\alpha = 0,05$). Também não houve diferença significativa entre a alocação de S na parte aérea e subterrânea das espécies de todas as fitofisionomias (Teste F, $\alpha = 0,05$).

Tabela 5.10. Concentração de nutrientes na parte área

| | Concentração de nutrientes na parte aérea (dag.kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | | 11 meses |
|------------|---|-------|--------|-----------------|-------|--------|-----------|-------|--------|-------|-------|--------|----------|
| | Cerrado | | | Mata de Galeria | | | Mata Seca | | | Média | | | |
| | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | |
| Carbono | 48,61 | 48,72 | 48,75 | 47,34 | 48,72 | 49,02 | 46,36 | 49,22 | 49,32 | 47,43 | 48,89 | 49,03 | 48,96 |
| Nitrogênio | 1,94 | 0,83 | 1,04 | 1,47 | 1,04 | 0,90 | 1,31 | 1,41 | 1,27 | 1,57 | 1,09 | 1,07 | 1,08 |
| Fósforo | 0,42 | 0,21 | 0,15 | 0,43 | 0,17 | 0,10 | 0,48 | 0,23 | 0,22 | 0,44 | 0,20 | 0,16 | 0,18 |
| Potássio | 0,92 | 0,73 | 0,71 | 0,87 | 0,65 | 0,49 | 0,83 | 0,74 | 0,62 | 0,87 | 0,70 | 0,60 | 0,65 |
| Cálcio | 0,63 | 0,37 | 0,30 | 0,63 | 0,48 | 0,45 | 1,04 | 0,72 | 0,57 | 0,76 | 0,52 | 0,44 | 0,48 |
| Magnésio | 0,24 | 0,14 | 0,14 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,21 | 0,14 | 0,12 | 0,21 | 0,15 | 0,13 | 0,14 |
| Enxofre | 0,23 | 0,15 | 0,15 | 0,22 | 0,15 | 0,12 | 0,22 | 0,17 | 0,15 | 0,22 | 0,16 | 0,14 | 0,15 |

Tabela 5.11. Concentração de nutrientes na parte subterrânea

| | Concentração de nutrientes na parte subterrânea (dag.kg ⁻¹) | | | | | | | | | | | | 11 meses |
|------------|---|-------|--------|-----------------|-------|--------|-----------|-------|--------|-------|-------|--------|----------|
| | Cerrado | | | Mata de Galeria | | | Mata Seca | | | Média | | | |
| | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | |
| Carbono | 48,61 | 46,21 | 46,13 | 47,46 | 46,94 | 46,91 | 46,36 | 45,62 | 45,69 | 47,47 | 46,26 | 46,24 | 46,25 |
| Nitrogênio | 1,11 | 0,51 | 0,57 | 1,07 | 0,89 | 0,78 | 0,80 | 0,76 | 0,63 | 0,99 | 0,72 | 0,66 | 0,69 |
| Fósforo | 0,44 | 0,28 | 0,15 | 0,25 | 0,14 | 0,07 | 0,57 | 0,24 | 0,20 | 0,42 | 0,22 | 0,14 | 0,18 |
| Potássio | 0,83 | 0,72 | 0,67 | 0,72 | 0,62 | 0,55 | 0,82 | 0,79 | 0,65 | 0,79 | 0,71 | 0,62 | 0,67 |
| Cálcio | 0,28 | 0,37 | 0,27 | 0,21 | 0,22 | 0,19 | 0,68 | 0,55 | 0,47 | 0,39 | 0,38 | 0,31 | 0,34 |
| Magnésio | 0,19 | 0,17 | 0,18 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,13 |
| Enxofre | 0,26 | 0,22 | 0,16 | 0,23 | 0,16 | 0,10 | 0,25 | 0,16 | 0,20 | 0,25 | 0,18 | 0,15 | 0,17 |

Tabela 5.12. Estoque total de nutrientes

| | Estoque total de nutrientes (g.ha ⁻¹) | | | | | | | | | | | | 11 meses |
|------------|---|---------|---------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|
| | Cerrado | | | Mata de Galeria | | | Mata Seca | | | Média | | | |
| | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | Mudas | Covas | Sulcos | |
| Carbono | 367,11 | 1837,45 | 4518,66 | 531,96 | 1988,99 | 3367,15 | 429,52 | 1442,59 | 4494,92 | 442,86 | 1756,35 | 4126,91 | 2941,63 |
| Nitrogênio | 11,48 | 42,73 | 99,85 | 15,54 | 44,41 | 63,28 | 10,29 | 27,38 | 71,88 | 12,44 | 38,17 | 78,34 | 58,26 |
| Fósforo | 2,90 | 5,42 | 9,42 | 3,41 | 5,94 | 11,30 | 4,78 | 5,00 | 12,29 | 3,69 | 5,45 | 11,00 | 8,23 |
| Potássio | 6,55 | 20,10 | 57,02 | 8,96 | 13,93 | 48,49 | 7,71 | 28,97 | 66,29 | 7,74 | 21,00 | 57,27 | 39,13 |
| Cálcio | 3,35 | 10,19 | 34,98 | 4,03 | 4,12 | 23,78 | 8,32 | 19,36 | 30,46 | 5,23 | 11,22 | 29,74 | 20,48 |
| Magnésio | 1,44 | 3,06 | 12,07 | 1,55 | 1,57 | 10,83 | 1,86 | 6,00 | 10,18 | 1,62 | 3,54 | 11,03 | 7,29 |
| Enxofre | 1,44 | 6,16 | 12,13 | 1,55 | 3,54 | 10,95 | 1,86 | 5,04 | 15,29 | 1,62 | 4,91 | 12,79 | 8,85 |

6. DISCUSSÃO

6.1 - SOLOS

Os solos analisados foram classificados como argilosos (> 50% de argila), de acordo com Reatto *et al.* (2008). A textura do solo refere à proporção das partículas de acordo com o seu tamanho, expressando a proporção relativa das partículas de areia, silte e argila que compõem a terra fina do solo (fração menor do que 2 mm), e relaciona-se, direta ou indiretamente, com muitas propriedades químicas e físicas do solo, como a CTC (capacidade de troca de cátions), a retenção e infiltração de água, a drenagem, a erodibilidade, dentre outras. Assim, a textura tem grande importância nas relações solo-água-plantas-atmosfera, interferindo na capacidade de infiltração de água, na evaporação e no suprimento de nutrientes (Meurer, 2007).

No caso dos argilosos, Reatto *et al.* (2008) comentam que são solos com alta permeabilidade de água e apresentam maior capacidade de água disponível, devido à agregação das partículas minerais com a fase orgânica desse tipo de solo, além de serem menos suscetíveis à erosão. Porém, quando manejado inadequadamente, pode causar graves danos ao meio ambiente, pois eles apresentam estrutura granular, cujo comportamento hídrico é semelhante ao da areia. Dessa forma, quando desprovido de vegetação, a chuva desagrega e arrasta grande quantidade de partículas para pontos mais baixos da paisagem, acarretando o assoreamento dos cursos d'água. Portanto, essas características do solo argiloso devem ser levadas em consideração em ações que visam à recuperação de áreas degradadas, como no caso do presente estudo.

Os solos dos dois tratamentos, por serem áreas adjacentes, não apresentaram diferenças significativas quanto às propriedades físico-químicas, exceto para o teor de Potássio, o que permitiu assumir como sendo homogêneas as áreas dos tratamentos com covas e sulcos (Tabela 5.2). Deste modo, as características edáficas encontradas em ambas as áreas se enquadram nas descrições de Martins & Braga (1977) para os solos do Cerrado em geral, os quais são caracterizados pela acidez elevada ($\text{pH} < 4$) e baixa concentração de nutrientes para P, Ca e Mg. Tais concentrações de nutrientes conferem aspecto distrófico e álico a estes solos. Isto concorda com Reatto *et al.* (2008), que afirmam que quimicamente, mais de 95% dos Latossolos no bioma Cerrado são distróficos e ácidos, de baixa a média capacidade de troca catiônica e com níveis de pH em torno de 4,0 a 5,3.

Segundo Reatto *et al.* (2008), as características químicas estão relacionadas com a fertilidade do solo isto é, se alta ou baixa. Em geral, a fertilidade é inferida principalmente pela saturação por bases (V%), da capacidade total de troca de cátions (CTC) da saturação por alumínio (m%) e do grau de acidez (pH). A saturação por bases constitui a riqueza do solo, em bases trocáveis, principalmente Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ . A capacidade de troca de cátions representa a capacidade de a superfície das partículas do solo trocar bases com a solução do solo (Reatto *et al.*, 2008). Nesse contexto, os resultados obtidos permitem inferir que o solo da área de estudo possuem baixa fertilidade natural, podendo limitar o estabelecimento de determinadas espécies mais exigentes em termos de fertilidade, como algumas espécies típicas de Cerradão. Por outro lado, Haridasan (2008) comenta que a questão da baixa fertilidade não chega a ser empecilho para a restauração, uma vez que, as espécies do Cerrado estão adaptadas à baixa disponibilidade de nutrientes. De modo complementar, Felfili *et al.* (2005) afirma que as espécies nativas do bioma apresentam capacidade de adaptação às condições bióticas e abióticas regionais, mesmo em áreas degradadas, e uma vez superadas as barreiras do estabelecimento das mudas.

Os valores de matéria orgânica (MO) foram baixos, conforme sugerido por Tognon *et al.* (1998); Souza & Alves (2003). A MO do solo tem sido amplamente citada como indicador chave da qualidade do solo em áreas degradadas (Zech *et al.*, 1997; Franco *et al.*, 1992), uma vez que desempenham papel fundamental por fornecer substâncias agregantes e suprimento de macro e micronutrientes, além de favorecer a capacidade de troca catiônica (CTC) e o tamponamento do pH (Silva & Pascal, 1999; Franco *et al.*, 1992). Em geral a MO fornece mais de 95% do Nitrogênio total, 05 a 60% do fósforo e 10 a 20% do enxofre total do solo (Brady, 1989; Bonato *et al.*, 1998) sendo, portanto, um componente do solo sobremodo transitório e que deverá ser constantemente renovado pela adição de resíduos vegetais (Brady, 1989). Deste modo, a falta de reposição de resíduos vegetais no solo na área estudada, devido á retirada da vegetação nativa, foi refletida nos baixos valores de MO, mesmo com adição de esterco curtido no momento do plantio.

Em muitos solos, o conteúdo de argila atua como importante determinante na estabilização da MO, havendo, geralmente, correlação entre o conteúdo de carbono no solo e o conteúdo de argila (Aduan *et al.*, 2003). A incorporação física da matéria orgânica dentro dos agregados de argila resulta na proteção dos polímeros orgânicos do ataque enzimático (Anderson, 1992). Além da estabilização física, as argilas também promovem estabilização química da matéria orgânica, que se dá pela formação de pontes químicas que

ligam a matéria orgânica coloidal à porção mineral do solo (Aduan *et al.*, 2003). Como ambas possuem carga, cátion com mais de uma valência podem promover ligações eletrostáticas relativamente estáveis entre a matéria orgânica e a porção mineral do solo (Anderson, 1992). Portanto, o restabelecimento dessa ligação entre argila e matéria orgânica é de extrema importância para a recuperação dos solos em áreas degradadas.

As concentrações de Cálcio (Ca) ($> 0,53 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e de Potássio (K) ($> 85 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$) foram maiores que as encontradas em solos sob vegetação natural (Cardoso, 2006). Esta maior concentração pode ter ocorrido devido à adubação com 100 g de calcário e 150 g de NPK (4-14-8), realizada nas duas áreas antes do plantio. A adubação permitiu que a disponibilidade de Ca se tornasse equivalente ao encontrado nos solos distróficos sob vegetação savânica nativa (Araújo, 1984; Haridasan 1987; Cardoso, 2006), acarretando em maior disponibilidade de Cálcio na área do experimento. Assim como a disponibilidade de K, pois os valores registrados foram superiores aos encontrados por Cardoso (2006), em solos distróficos e mesotróficos sob diferentes fisionomias do Cerrado, na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. Em solo de Cerrado a limitação por cátions é muito alta (Haridasan, 2000). Sendo assim, solos submetidos a adubação apresentam grandes diferenças de concentração de nutrientes, em relação a solos sem manipulação química, como observado por Villela & Haridasan (1994).

Segundo Troech & Thompson (2007), o Cálcio no solo possui importante relação com a acidez do solo, expressa em termos de acidez ativa (pH), acidez trocável (Al^{3+}) e com a disponibilidade de outros nutrientes: as quantidades de Cálcio ou de outros cátions básicos declinam à medida que o solo torna-se mais ácido e aumentam quando ele se torna mais alcalino. Nas plantas, o Cálcio é importante elemento estrutural das paredes celulares, vital na formação de novas células, e sua falta restringe o crescimento das raízes, ramos, folhas e outras partes (Troech & Thompson, 2007). Além disso, o Ca tem papel relevante na osmorregulação, é indispensável para a germinação dos grãos de pólen e para o crescimento do tubo polínico, e pode atuar como mensageiro secundário na condução de sinais para resposta das plantas a fatores ambientais (tais como estímulos de luz, gravidade, mecânicos), alterando o metabolismo de crescimento e desenvolvimento vegetal (Prado, 2008).

Quanto as concentrações de Magnésio (Mg) e Fósforo (P) obtidas no presente estudo, são valores extremamente baixos, similares às encontradas em outros trabalhos (Haridasan 2000; Moreno, 2005; Cardoso, 2006; Haridasan, 2008). A baixa concentração

de Fósforo poderá comprometer o desenvolvimento das espécies no plantio de recuperação em questão, pois segundo Franco (1984), o P é um elemento limitante ao crescimento da vegetação, devido a sua baixa oferta natural, e que é ainda mais agravada pela acidez do solo.

6.2 - CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES NO TECIDO VEGETAL

As variações nas concentrações de Ca ($0,3$ a $0,72 \text{ dag.kg}^{-1}$), para as espécies analisadas corroboraram com outros estudos desenvolvidos em vegetações naturais (Araujo, 1984; Haridasan, 1992). O Cálcio foi o único nutriente significativamente diferente nos grupos fisionômicos, tanto na fase de mudas quanto aos onze meses após o plantio, sendo que as espécies de Mata Seca foram as que apresentaram as maiores concentrações. Esse grupo de espécies apresentou concentração de Ca maior do que o valor adequado ($0,5 \text{ dag.kg}^{-1}$), de acordo com Epstein (1975) e Mills & Jones (1996). Segundo Ribeiro & Walter (2008), essas maiores concentrações de Ca nas espécies de Mata Seca são esperadas, pois as espécies que têm sua área de ocorrência restrita a afloramentos calcários são consideradas mais exigentes nutricionalmente, uma vez que ocorrem em solos mesotróficos. De acordo com Larcher (2000), muitas delas são classificadas como calcícolas e concentram em seu tecido grande quantidade de Ca, devido ao maior requerimento nutricional deste nutriente e sua facilidade de absorção. Esta diferença também foi observada por Cardoso (2006), que obteve em mata semidecídua nível médio de Ca foliar até seis vezes maior do que o encontrado em um Cerradão mesotrófico.

Outra questão observada foi que o tratamento de covas proporcionou às espécies de Mata de Galeria melhores condições para absorção e acumulação de Mg, o que foi verificado com a maior concentração desse nutriente na avaliação aos onze meses. Isto concorda com Nogueira & Haridasan (1997), que observaram maiores concentrações de Mg nas espécies de Mata de Galeria do que as encontradas nas espécies de Cerrado Sentido Restrito e Cerradão.

Em relação às concentrações de P, segundo Malavolta (1980), o valor considerado mínimo para o bom desenvolvimento vegetal é de $0,2 \text{ dag.kg}^{-1}$. Neste trabalho, o grupo das espécies de Mata de Galeria e de Cerrado Sentido Restrito, no tratamento de covas, não atingiram esta concentração. Enquanto isso, de modo geral, todos os grupos atingiram o valor de $0,1 \text{ dag.kg}^{-1}$ de P, valor sugerido por Leaf (1973) como a concentração adequada, mesmo com os baixos teores de P registrados no solo. Desta forma, os teores aqui

observados (0,1 a 0,23 dag.kg⁻¹) são compatíveis com os valores encontrados por outros autores (Ribeiro, 1983; Haridasan, 1987; Haridasan, 1992 citados por Haridasan (1998); Silva, 1990; Medeiros, 1983) nas vegetações naturais. A presença de P em concentrações consideradas adequadas na biomassa evidencia a importância da adubação das áreas alvo de recuperação, pois em situações de degradação o solo se encontra bastante empobrecido (Pinto *et al.*, 2011), principalmente com relação ao teor de P, uma vez que este nutriente é incorporado ao sistema apenas por meio do intemperismo das rochas, decomposição e secreção dos seres vivos (Brandy & Weil, 2006).

As concentrações de K registradas nas espécies não apresentaram valores considerados baixos, como sugerido por Mills & Jones (1996), que estabeleceram a variação de 1,5 a 4 dag.kg⁻¹ de K como satisfatória. Não obstante, Epstein (1975) sugere que o teor adequado de K é menor, cerca de 1 dag.kg⁻¹, o que está de acordo com as concentrações de K encontradas no presente estudo, que variou de 0,49 a 0,74 dag.kg⁻¹. Contudo, apenas as espécies de Mata de Galeria, no tratamento de sulcos, não alcançaram o teor de 0,6 dag.kg⁻¹ de K, valor considerado como mínimo por Leaf (1973). Além disso, os três grupos fisionômicos apresentaram valores médios compatíveis aos encontrados por alguns estudos desenvolvidos em vegetação natural do Cerrado (Ribeiro, 1983; Haridasan, 1987; Haridasan, 1992 citados por Haridasan, 1998; Silva, 1990; Medeiros, 1983). De igual forma, os resultados indicaram que apenas as espécies de Mata de Galeria, no tratamento de covas, apresentaram valor acima do considerado por Mills e Jones (1996), como a faixa ótima de concentração de Mg para o metabolismo das plantas (0,15 dag.kg⁻¹).

Os grupos fisionômicos apresentaram teores de Enxofre que variaram entre 0,1 e 0,5 dag.kg⁻¹, o que concorda com intervalo sugerido por Mills & Jones (1996). Além disso, estes resultados são compatíveis com valores encontrados por outros autores (Ribeiro, 1983; Haridasan, 1987; Haridasan, 1992 citados por Haridasan (1998); Silva, 1990; Medeiros, 1983) nas vegetações naturais.

De modo geral, os resultados demonstraram que as espécies diminuíram suas concentrações de nutrientes no tecido durante a fase inicial de crescimento. Na fase de mudas os teores dos nutrientes foram maiores do que aos onze meses após o plantio, o que sugere a ocorrência do efeito Steenberjerg (Steenbjerg & Jakobsen, 1963, citado por Epstein & Bloom, 2005), ou seja, diluição da concentração de nutrientes devido ao rápido crescimento. Esta diluição pode ter gerado a diferença entre os tratamentos realizados no solo quanto à concentração de C nas espécies de Mata Seca, nos dois compartimentos. Por

exemplo, o desenvolvimento da espécie de Mata Seca, *Acacia polyphylla*, foi influenciado pelos tratamentos, sendo que no tratamento de sulcos, a biomassa foi duas vezes maior do que o apresentado no tratamento de covas (Anexo B).

Apesar da diluição observada, a concentração de N observada (0,83 a 1,4 dag.kg⁻¹) está dentro do intervalo observado por Medeiros (1983), em áreas de Cerrado Sentido Restrito não queimados que vai de 0,85 a 1,32 dag.kg⁻¹. Porém, esta concentração não atingiu o valor considerado adequado (1,5 dag.kg⁻¹ de N), de acordo com Epstein (1975) e Malavolta (1980).

Embora tenha havido diluição na concentração dos nutrientes, as espécies apresentaram teores dentro dos parâmetros sugeridos na literatura como ótimos para o metabolismo (Epstein, 1975; Malavolta, 1980; Mills & Jones, 1996). Quando não atingidos esses parâmetros, as espécies apresentaram valores esperados para vegetação nativa do cerrado (Ribeiro, 1983; Haridasan, 1987; Haridasan, 1992 citados por Haridasan, 1998; Silva, 1990; Medeiros, 1983). Segundo Larcher (2000), uma das estratégias da vegetação para manter a concentração de nutrientes dentro dos níveis adequados, em ambientes pobres em nutrientes, é limitar seu crescimento. Não obstante, cabe ressaltar que este parâmetro não foi avaliado neste trabalho.

Por outro lado, em relação ao estoque de nutrientes, a maior parte foi alocada na parte aérea, até mesmo, nas espécies de Cerrado Sentido Restrito. Inclusive quando mudas, estas espécies apresentaram estoque significativamente maior de C na parte aérea, o que segundo Paiva *et al.* (2011) pode ser consequência da ausência de raízes grossas, pois elas são as principais responsáveis pelo maior estoque na biomassa subterrânea.

De acordo com Haridasan (2000), uma característica típica da vegetação de Cerrado é a alta proporção de biomassa subterrânea em relação à biomassa aérea, o que resulta num elevado quociente entre raiz e parte aérea. No entanto, esta proporção não foi observada nas espécies de Cerrado estudadas, talvez, por terem pouco tempo de desenvolvimento. Segundo, Hoffman & Franco (2003) espécies de diferentes fisionomias do Cerrado apresentam a mesma proporção entre parte aérea e subterrânea quando mudas. Além disso, existe a limitação metodológica, já que para o arranquio das raízes foi utilizado monólito de 50 × 50 × 30 cm (largura × comprimento × profundidade), sendo desconsideradas as raízes que se encontravam fora.

Finalmente observamos que, de modo geral, as espécies de Mata Seca foram as que apresentaram os maiores estoques de nutrientes, tanto no tratamento de covas quanto no de

sulcos. Entretanto, não só para as espécies de Mata Seca os maiores estoques de nutrientes foram registrados no tratamento de sulcos. Portanto, os resultados sugerem que o tratamento de sulcos possibilitou condições para o melhor desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, melhor absorção dos nutrientes pelas espécies. O plantio em sulcos auxilia a descompactação do solo e, conseqüentemente, a desestruturação sub-superficial facilitando o desenvolvimento das raízes (Pinto *et al.*, 2011), principalmente as raízes finas que tem sua maior densidade (70% da biomassa) nos primeiros 10 cm do solo (Castro & Kauffman, 1998). Deste modo, pode-se inferir que a absorção de Ca foi facilitada pelo tratamento de sulcos, uma vez que, este nutriente é absorvido somente pelas raízes finas (Russel, 1981), resultando em estoques de Ca similares entre os grupos fisionômicos.

7. CONCLUSÕES

O solo da área de estudo foi classificado como de textura argilosa, com 50% de argila, distrófico e álico, devido a baixa concentração de bases e elevada saturação por alumínio, refletindo em baixa fertilidade. Estas características edafológicas foram refletidas nas baixas concentrações de nutrientes no tecido vegetal e poderão influenciar no desenvolvimento das espécies utilizadas no plantio de recuperação na área degradada.

De igual forma, em geral, as concentrações encontradas nas espécies analisadas tiveram valores baixos, porém esperados para regiões naturais o que indica que elas estão em ambiente semelhante ao qual estão adaptadas. No entanto, não significa que estejam com as concentrações ideais e, tampouco, que não estejam sofrendo limitações pela baixa disponibilidade de nutriente registrada na área.

As espécies avaliadas revelaram capacidade diferenciada de acumulação de nutrientes. As espécies de Mata Seca se sobressaíram quanto à presença de elementos específicos como Ca, P e S. Em relação à concentração de nutrientes nos dois períodos de desenvolvimento, observou-se diminuição dos teores. Mesmo com menores concentrações aos onze meses a maioria dos nutrientes está em níveis considerados adequados do ponto de vista nutricional.

Quanto ao estoque de macronutrientes nas espécies aos onze meses após o plantio em campo, os valores encontrados apontam que o Nitrogênio, Cálcio e Magnésio foram os elementos analisados mais influentes na determinação de diferenças entre os grupos fisionômicos. Tendo as espécies de Cerrado Sentido Restrito as maiores detentoras desses nutrientes, no tratamento de covas, e as espécies de Mata Seca, no tratamento de sulcos.

Finalmente, pode-se afirmar que o tratamento de sulcos foi mais efetivo para a absorção de nutrientes pelas espécies estudadas, principalmente as de Mata Seca, portanto, pode ser considerado como procedimento a ser recomendado em plantios de recuperação, principalmente em áreas onde o solo estiver compactado e com baixa disponibilidade de nutrientes como é o caso, por exemplo, das áreas de pastagens degradadas e abandonadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADUAN, R. E.; VILELA, M. F. & KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres – o caso do Cerrado brasileiro**. Documentos 105. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2003.
- AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, & R. MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S; CAMARGO, A, A. (Ed.). **Ecologia e caracterização do Cerrado**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2004. P. 19-42.
- ALVIM, P. T. & ARAÚJO, W. A. **El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro oeste del Brasil**. Turrialba, 2:153-160, 1952.
- ANDERSON, J. M. Responses of soils to climate change. **Advances in Ecological Research**, San Diego 22:63-91. 1992.
- ARAÚJO, G. M. Comparação do estado nutricional de dois cerradões em solos distróficos e mesotróficos no planalto central do Brasil. Brasília. UnB. 1984. 160p (**Dissertação de Mestrado em Ecologia**).
- ARENS, K. O cerrado como vegetação oligotrófico. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo**, 224. Bot. 15:59-77, 1958.
- BONATO, C. M.; RUBIN FILHO, C. J.; MELGES, E. & SANTOS, V. D. Nutrição mineral de plantas. UEM - Universidade Estadual de Maringá. Maringá (PR). 1998.102 pp.
- BRADY, N. C. Natureza e propriedades dos solos. “The nature and properties of soils”. Trad. Figueiredo, A.B.N. 7ª ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos. 898 p. il. 1989.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. New Jersey: Prentice Hall, 2006. 960p.
- BROWN, S. & LUGO, A. E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. **Restoration ecology**, Tucson, v. 2, p.97-111, Jun. 1994.
- BRUFORD, G. R. The effect of fertilizer on the soil and three native species of the cerrado in Central Brazil. Oxford, Oxford Forestry Institute, Oxford University, 1993. 136p. (**Dissertação de Mestrado**).

- CARDOSO, E. Dinâmica de nutrientes em fitofisionomias do domínio dos cerrados na Estação Ecológica do Panga, região do Triângulo Mineiro. (**Tese de Doutorado em Ecologia**). Universidade de Brasília. Brasília. 2006.
- COLE, M. M. **The savanas: biogeography and geobotany**. London: Academic Press, 1986. 438 p.
- CORRÊA, R. S. & MELO-FILHO, B. Desempenho de dois resíduos orgânicos para a sobrevivência de mudas de espécies arbóreas de Cerrado em condições adversas de área minerada. **Sanare**, Curitiba, v. 21, n. 21, p. 59-66, 2004.
- DOBSON, A. P.; BRADSHAW, A. D. & BAKER, A. J. M. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. **Science**, v.277, p.515-522, 1997.
- DUBOC, E. Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantio de recuperação de áreas de Cerrado degradado. (**Tese de Doutorado**). Botucatu. São Paulo. 2005.
- DURIGAN, G. Bases e Diretrizes para a Restauração da Vegetação de Cerrado. pp.185 – 204. *In*: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Organizadores). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu. FEPAF, 2003. 340p.
- ENGEL, V. L. & PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In*: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E. L.; Moraes, F. D.; Engel, V.L. & Gandara, F. B. (editores) **Restauração ecológica de ecossistemas Naturais**. FEPAF, Botucatu, SP. 2003. p.3-26.
- EHRENFELD, J. & TOTH, L. A. Restoration ecology and the ecosystem perspective. **Restoration Ecology**, Tucson, v., n. 4, p. 307-317. 1997.
- EITEN, G. Cerrado's vegetation. *In*: PINTO, M. N. (Ed.), **Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas**, 2ª ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993. p. 17-73.
- EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2º ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400p.
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. & PINTO, J. R. R. Modelo nativas do bioma *stepping stones* na formação de corredores ecológicos, pela recuperação de áreas degradadas no

- Cerrado. *In*: ARRUDA, M. B. **Gestão integrada de ecossistemas aplicada a corredores ecológicos**. Brasília: IBAMA, 2005. p. 187-209.
- FELFILI, J.M. & SILVA JUNIOR, M.C. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. *In*: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M (orgs). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p. 141-154.
- FELFILI, J. M., SILVA JÚNIOR, M. C., SEVILHA, A. C., FAGG, C. W., WALTER, B. M. T., NOGUEIRA, P. E. & REZENDE, A. V. Diversity, oristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology** 175:37:46. 2004.
- FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. de, VALE, F. R. do; FAQUIN, V. & FERNANDES. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**: Lavras, v.5, n.2, 1999a, p.1-12.
- FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. & MOREIRA, F. M. S.; Nutrição, fertilização e microbiologia em espécies florestais. *In*: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999. **Anais...** Belo Horizonte. Lavras: UFLA/Faepe/ 1999b, p.80-110.
- FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. & MOREIRA, F. M. S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. *In*: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.
- GÓES-JÚNIOR, C.D. Nutrição mineral de espécies arbóreas e disponibilidade de nutrientes na serapilheira e no solo de quatro matas de galeria no Distrito Federal. Brasília: Universidade de Brasília, 1996. **(Dissertação de Mestrado)**
- GONÇALVES, J. L. de M.; NOGUEIRA JR, L. R. & DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. *In*: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Organizadores). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu. FEPAF, 2003. 340p. p.111-164
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. *In*: Ferri, M. G. (Ed.) **III Simpósio sobre o cerrado**. EdUSP, São Paulo, 1971. 44-60.
- HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado p.167-178. *In*: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C. & FELFILI, J. M. (Organizadores).

- Cerrado:** Ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2005. 439p.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12(1): 2000. p. 54-64.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado: Grupos funcionais. *In:* CAVALCANTI, T.B. & WALTER, B.M.T. (orgs.) **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia/sociedade Botânica do Brasil, 2000. p.159-164.
- HARIDASAN, M. Observations on soils, foliar nutrient concentrations and floristic composition of cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. p. 171-184. *In:* FURLEY, P.A.; PROCTOR, J. & RATTER, J.A. (Eds.) **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman and Hall, 1992.
- HARIDASAN, M. Solo de matas de galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. p.19-28. *In:* RIBEIRO, J.F. (ed.). **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: MBRAPA-CPAC, 1998.
- HARIDASAN, M. & ARAÚJO, G. M. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerrado region of central Brazil. **Forest Ecology and Management**, 24:15-26, 1987.
- HARIDASAN, M., MORENO, M. I. C. & SCHIAVINI, I. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do cerrado. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 25, p. 173-194, 2008.
- HOFFMANN, W.A.; FRANCO, A.C.; MOREIRA, M.Z. & HARIDASAN, M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology** 19: 932-940. 2005.
- HOFFMANN, W.A. & FRANCO, A.C. Comparative growth analysis of tropical Forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. **Journal of Ecology** 91: 475-484. 2003.
- JANSEN, A. Territorial on vertebrate community structure as an indicator of success of a tropical rain forest restoration project. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p. 115-24, 1997.
- JONES, C. G.; LAWTON, J. H. & SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 1946-1957, 1997a.

- JONES, C. G.; LAWTON, J. H. & SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 1946-1957. 1997b.
- KIMMINS J. P. **A Foundation for sustainable management**. Forest Ecology Prentice – Hall Inc., Upper Saddle River, NJ. 1997.
- KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19 (3), 2005. p. 707-713.
- KLINK, C.A.; MOREIRA, A. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **Ecology and natural history of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p.69-88.
- KNECHT, M. F. & GÖRANSSON, A. Terrestrial plants require nutrients similar proportions. **Tree Physiology** 24, 447-460. 2004.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos. Rima. 2000. p. 531
- LEAF, A. L. Plant analysis as na aid in fertilizing. p. 427-454. *In*: WALL, L. M., BEATON, J. D. **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America. 1973.
- LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento, São Paulo: Contexto, 2002. 176p.
- LIKENS, G. E.; JOHNSON, N. M.; BORMAN, F. H. & PIERCE, R. S. Nutrient budgets for an oligotrophic lake in New Hampshire. **Anais**: Pap. 35° Ann. Meeting Amer. Soc. Limnol. Oceanogr. Florida State University, Tallahassee. 1972
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional ds plantas**: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2ª ed. London: Academic Press. 1995. 889p.
- MEDEIROS, R. A. de. Comparação do estado nutricional de algumas espécies acumuladoras e não-acumuladoras de alumínio nativas do Cerrado. Brasília: Universidade de Brasília. 1983. 91p. (**Dissertação de Mestrado em Ecologia**).

- MELLINGER, M. V. & MCNAUGHTON, S. J. Structure and function of successional vascular plant communities in Central New York. **Ecological Monographs**, 45, 161 – 182. 1975
- MILLS, H. A & JONES JR, J. B. **Plant analysis handbook II**. Athens, Georgia: Micromacro, 1996. 422p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/ INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, Relatório de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite – **Monitoramento do bioma Cerrado Ano: 2005 -2006**. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/ INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, Relatório de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite – **Monitoramento do bioma Cerrado Ano: 2009 -2010**. 2011.
- Miziara, F. & Ferreira, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no estado de Goiás: subsídios à política ambiental. p. 107-125. *In*: Ferreira, L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado** Goiânia, Editora UFG, 223p, 2008.
- MORAES, C. D. A. Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem. Universidade de Brasília, 1994. 66p. (**Dissertação de Mestrado**)
- MUNDIN, T. G.; FELFILI, J. M.; PINTO, J. R. R & FAGG, C. W. Avaliação de espécies nativas do bioma Cerrado na revegetação de áreas degradadas de cerrado *sensu stricto*. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**. Jardim Botânico de Brasília, Brasília, v. 18, p. 27- 46, dez. 2006.
- NEILL, C; PICCOLO, M.C.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A. & MELILLO, J. M. Soil solution nitrogen losses during clearing of lowland Amazon Forest for pasture. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.281, p.233-245, mar. 2006.
- PAIVA, A. O; REZENDE, A. V. & PEREIRA, R. S. Estoque de carbono em Cerrado *Sensu stricto* do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa –MG, v.35, n.3, p.527-538, 2011.
- PINTO, J. R. R.; BORDINE, M. C. P; PORTO, A. C. & SOUSA-SILVA, J. C. Princípios e técnicas usadas na recuperação de áreas degradadas. *In*: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C.

- B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. (Org.) **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado**. CRAD/UnB. Brasília. 2011.
- PRIOR, L. D.; EAMUS, D. & BOWMAN, D. M. J. S. Leaf attributes in seasonally dry tropics: a comparison of four habitats in northern Australia. **Functional Ecology** 17, 504-515. 2003.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R. & RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: Comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**. 53 (2): 153-180. 1996.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. & BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230. 1997.
- RATTER J.A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G. & GIFFORD, D.R. Observations on the forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, p.47-58, 1978.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2001. 905p.
- REICH P. B; WALTER, M. B. & ELLSWORTH, D S. Leaf life-span in relation to leaf, plant and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs** 62, 365-392. 1992.
- REINERS, W. A.; BOUWMAN, W. F. J. & KELLER, M. Tropical rain forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. **Ecological Applications**, Washington, v4, n.2, p. 363-377, Mai. 1994.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: ALMEIDA, S. P.; SANO, S. M. (Eds.) **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: EMBRAPA. 1998.p. 87-166
- RIBEIRO, J. F. Comparação da concentração de nutrientes na vegetação arbórea e nos solos de um Cerrado e um Cerradão no Distrito Federal, Brasil. Brasília: Universidade de Brasília. 1983. (**Dissertação de Mestrado em Ecologia**)
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*.: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F., ed. **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF. 2008. 1279 p.

- RUSSEL, R. S. Plant root systems - their function and interaction with the soil methods. **In:** SYMPOSIUM ON THE SOIL / ROOT SYSTEM, 1981, Londrina. Proceedings Londrina: Instituto Agronômico do Paraná IAPAR, 1981. p.3-20.
- SER. SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological.** Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2^a ed. 2004, 13 p. Disponível em: www.ser.org. Acessado em 10/07/2011.
- SILVA, F. C. Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies de um Cerrado. Brasília: Universidade de Brasília. 1990. 80p. **(Dissertação de Mestrado em Ecologia).**
- SILVA, L. C. R. Desenvolvimento de espécies arbóreas em área degradada pela mineração sob diferentes tratamentos de substrato. **(Monografia).** Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Florestal. 2006. p. 79.
- SILVA, S. R. **Plantas do cerrado utilizadas pelas comunidades da região do GrandeSertão Veredas.** Brasília-DF: Fundação Pró-Natureza-FUNATURA, 1998. 109 p.
- SILVA, D. B. da, SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V. & ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do Cerrado.** Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. 178p.
- SILVA, J.F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, v.33, p.536-548, 2006.
- SILVA JUNIOR M. C. **100 Árvores do Cerrado:** Guia de Campo. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília. 2005
- SILVA-JÚNIOR, M. C. & MUNHOZ, C. B. R. Guia de Identificação de espécies potenciais para a recuperação de áreas degradadas. *In:* FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. (Org.) **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado.** CRAD/UnB. Brasília. 2011.
- SILVA, L. M. V. & PASQUAL, A. Dinâmica e modelagem da matéria orgânica do solo com ênfase ao ecossistema tropical. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.14, n.3, p.13-24, 1999.

- SILVA, L. A. & SCARIOT, A. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na bacia do rio Paranã. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 61-67. 2004.
- SORREANO, M. C. M. Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas. (**Tese Doutorado em Ecologia**). Piracicaba. Universidade de São Paulo. 2006.
- SOUSA, W. P. The role of disturbance in natural communities. **Ann. Ver. Ecol. Syst.** 1984. 15: 353-391
- SOUSA, M. S. Adiciones al género *Inga* (Ingeae, Mimosoideae, Leguminosae) para la flora mesoamericana. **Acta Botanica Mexicana**. 89: 25-41. 2009.
- SOUSA-SILVA, J. C. & FAGG, C. W. Viveiros produção de mudas nativas do bioma Cerrado. *In*: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R. & SOUSA-SILVA, J. C. (Org.) **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado**. CRAD/UnB. Brasília.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. SANTARÉM, E.R. *et al.* (trad.). Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 719.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M., HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre. Artmed Editora Ltda. 2006, 2ª ed. P. 592.
- VÁZQUEZ-YANES, C., A. I. BATAIS MUÑOZ, M. I. ALCOCER SILVA, M. GUAL DÍAZ & C. SÁNCHEZ DIRZO. **Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación**. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. 1999.
- VILELA, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.; GAVILANES, M. & CARVALHO, D. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto rio Grande, Sul de Minas. **Revista Árvore**, Viçosa, 17, n. 2, p. 117-128. 1993.
- VITOUSEK, P. M & MATSON, P. A. Mechanisms of nitrogen retention in forest ecosystems: a field experiment. **Science**, New Series, Washington, v.225, n. 4657, p. 51-52, Jul. 1984.
- VITOUSEK, P. M., & R. W. HOWARTH. 1991. Nitrogen limitation on land and sea: How can it occur? **Biogeochemistry** 13: 87– 115.

- WALTER, B.H. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. (**Tese de doutorado em Ecologia**), Universidade de Brasília, Brasília. 2006.
- WRIGHT, I. J; WESTOBY, M. & REICH, P. B. Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient-poor habitats has different consequences for leaf life span. **Journal of Ecology** 90, 534 -543. 2002

ANEXOS

A - LISTA DAS ESPÉCIES UTILIZADAS NO PLANTIO DE RESTAURAÇÃO NA FAZENDA RIACHO, PARACATU – MG.

| Espécie | Nome comum | Fitofisionomia |
|---|------------------|--------------------------|
| <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | Angico-vermelho | Mata Seca |
| <i>Acacia polyphylla</i> DC | Angico-Monjolo | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Psidium cattleianum</i> Sabine | Araçá | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão | Aroeira | Mata Seca |
| <i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don | Bacupari | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Myroxylon peruiferum</i> L. f. | Bálsamo | Mata Seca |
| <i>Stryphonodendron adstringens</i> (Mart.) Coville | Barbatimão | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Dipteryx alata</i> Vogel | Baru | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Erythroxylum campestre</i> St. Hil. | Cabelo-de-negro | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl | Cabo-de-machado | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Platypodium elegans</i> Vogel | Canzileiro | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Guapira</i> sp. | Capa-rosa | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Terminalia argentea</i> Mart. | Capitão | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Diospyros hispida</i> A. DC. | Caqui-do-Cerrado | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore | Caraíba | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC. | Caroba | Mata Seca |
| <i>Tachigalia vulgaris</i> L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima | Carvoeiro | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Symplocos rhamnifolia</i> A. DC. | Congonha | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | Copaíba | Mata de Galeria |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | Crindiúva | Mata de Galeria |
| <i>Sterculia striata</i> A. St.-Hill. & Naudin | Chichá | Mata de Galeria |
| <i>Dimorphandra mollis</i> Benth | Faveiro | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr | Garapa | Mata Seca |
| <i>Genipa americana</i> L. | Genipapo | Mata de Galeria |
| <i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. | Genipapo-bravo | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng. | Gonçalo-Alves | Mata Seca |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | Imbaúba | Mata de Galeria |
| <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd | Ingá | Mata de Galeria |

Continuação...

| | | |
|---|------------------------|-----------------------------------|
| <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos | Ipê-amarelo | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Handroanthus heptaphylla</i> (Vell.) Mattos | Ipê-rosa | Mata Seca |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos. | Ipê-roxo | Mata Seca |
| <i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart. | Ipê-verde | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Machaerium acutifolium</i> Vogel | Jacarandá-bico-de-pato | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Machaerium opacum</i> Vogel | Jacarandá-do-Cerrado | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L. | Jatobá-da-mata | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC | Marmelada | Mata de Galeria |
| <i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil. | Mata-cachorro | Cerrado Sentido RestritoMata Seca |
| <i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss. | Murici | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Mutamba | Mata Seca |
| <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms | Olho-de-boi | Mata de Galeria |
| <i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns | Paineira | Mata Seca |
| <i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns | Paineira-do-Cerrado | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Machaerium scleroxylon</i> Tul. | Pau-ferro-liso | Mata Seca |
| <i>Triplaris gardneriana</i> Wedd. | Pau-formiga | Mata de Galeria |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl | Pau-pombo | Mata de Galeria |
| <i>Kielmeyera</i> sp. | Pau-santo | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart. | Pimenta-de-macaco | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil. | Pindaúva | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Sapindus saponaria</i> L. | Saboneteira | Mata de Galeria |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong | Tamboril | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil | Tinguí | Cerrado Sentido Restrito |
| <i>Plathymenia reticulata</i> Benth. | Vinhático | Cerrado Sentido Restrito |

B – BIOMASSA DAS ESPÉCIES UTILIZADAS NO PLANTIO DE RESTAURAÇÃO

B.1 Biomassa das espécies utilizadas no plantio de restauração na fazenda Riacho, Paracatu – MG, na época do plantio (Mudas) e aos onze meses do plantio, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos), de acordo com fitofisionomia de ocorrência das espécies. Onde dp = desvio padrão.

| Espécie | Mudas | | | Covas | | | Sulcos | | |
|--------------------------------|----------|----------|-------|-----------|-----------|--------|------------|------------|--------|
| | P.A | Raízes | Total | P.A | Raízes | Total | P.A | Raízes | Total |
| Cerrado Sentido Restrito | | | | | | | | | |
| <i>Platydictyon elegans</i> | 6,07 | 5,54 | 11,61 | 10,22 | 13,51 | 23,72 | 58,92 | 88,92 | 147,85 |
| Dp | (± 2,11) | (± 1,02) | | (± 2,78) | (± 4,50) | | (± 95,02) | (± 127,64) | |
| <i>Plathymenia reticulata</i> | 11,82 | 5,10 | 16,93 | 56,69 | 44,22 | 100,91 | 102,83 | 56,16 | 158,99 |
| Dp | (± 3,85) | (± 0,82) | | (± 99,23) | (± 69,11) | | (± 105,15) | (± 47,88) | |
| Mata de Galeria | | | | | | | | | |
| <i>Inga laurina</i> | 10,51 | 7,91 | 18,42 | 14,34 | 29,10 | 43,45 | 167,02 | 151,10 | 318,13 |
| Dp | (± 1,86) | (± 0,82) | | (± 9,21) | (± 22,45) | | (± 131,39) | (± 89,92) | |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | 17,67 | 6,36 | 24,03 | 15,59 | 16,76 | 32,34 | 19,39 | 32,23 | 51,63 |
| Dp | (± 2,18) | (± 2,18) | | (± 7,78) | (± 8,08) | | (± 11,59) | (± 19,81) | |
| Mata Seca | | | | | | | | | |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | 10,34 | 7,03 | 17,38 | 36,77 | 39,21 | 75,97 | 30,51 | 33,05 | 63,57 |
| Dp | (± 1,84) | (± 2,32) | | (± 57,64) | (± 47,15) | | (± 10,31) | (± 21,43) | |
| <i>Acacia polyphylla</i> | 10,93 | 6,75 | 17,68 | 85,13 | 31,96 | 117,10 | 95,04 | 153,32 | 248,36 |
| Dp | (± 0,03) | (± 1,43) | | (± 85,55) | (± 18,40) | | (± 59,62) | (± 102,07) | |

C – PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE SOLOS, COLETADAS A 0 -20 CM DE PROFUNDIDADE NOS TRATAMENTOS COVAS E SULCOS, NA FAZENDA RIACHO, PARACATU – MG.

C.1. Tratamento covas

| Espécies | PH | Ca | Mg | Al | K | P | MO | V | m | Textura | | |
|--------------------------------|------|--|-------|------|---------------------|------|-------|-------------|-------|---------|-------|-------|
| | |cmol _c .dm ⁻³ | | | mg.dm ⁻³ | | |%..... | | Argila | Silte | Areia |
| <i>Platypodium elegans</i> | 4,12 | 0,50 | 0,45 | 1,67 | 67,00 | 0,77 | 17,25 | 20,17 | 61,81 | 500 | 115 | 385 |
| <i>Plathymenia reticulata</i> | 4,22 | 0,55 | 0,475 | 1,62 | 88,50 | 2,30 | 16,50 | 19,65 | 57,04 | 522 | 120 | 357 |
| <i>Inga laurina</i> | 4,15 | 0,45 | 0,35 | 1,90 | 90,75 | 1,25 | 18,25 | 13,20 | 67,37 | 537 | 117 | 345 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | 4,20 | 0,40 | 0,32 | 1,70 | 98,00 | 2,70 | 17,25 | 14,06 | 64,27 | 555 | 122 | 322 |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | 4,15 | 0,62 | 0,52 | 1,50 | 92,25 | 1,32 | 16,50 | 18,70 | 52,95 | 522 | 115 | 362 |
| <i>Acacia polyphylla</i> | 4,20 | 0,50 | 0,42 | 1,37 | 85,50 | 0,80 | 14,25 | 20,49 | 55,26 | 580 | 125 | 295 |

C.2. Tratamento sulcos

| Espécies | PH | Ca | Mg | Al | K | P | MO | V | M | Textura | | |
|--------------------------------|------|--|------|------|---------------------|------|-------|-------------|-------|---------|-------|-------|
| | |cmol _c .dm ⁻³ | | | mg.dm ⁻³ | | |%..... | | Argila | Silte | Areia |
| <i>Platypodium elegans</i> | 4,08 | 0,28 | 0,22 | 2,18 | 76,60 | 0,70 | 19,00 | 11,05 | 76,49 | 504 | 112 | 384 |
| <i>Plathymenia reticulata</i> | 4,14 | 0,30 | 0,20 | 2,06 | 82,60 | 1,44 | 18,6 | 11,06 | 74,06 | 1276 | 112 | 406 |
| <i>Inga laurina</i> | 4,10 | 0,44 | 0,34 | 2,38 | 71,60 | 2,18 | 17,2 | 11,03 | 70,99 | 482 | 108 | 410 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | 4,06 | 0,30 | 0,20 | 2,26 | 157,00 | 0,96 | 13,00 | 8,72 | 77,36 | 486 | 118 | 396 |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | 4,10 | 0,40 | 0,32 | 1,92 | 67,60 | 0,80 | 14,60 | 13,43 | 69,76 | 508 | 118 | 374 |
| <i>Acacia polyphylla</i> | 4,04 | 0,32 | 0,18 | 2,14 | 57,20 | 1,22 | 12,80 | 8,35 | 75,35 | 502 | 114 | 384 |

D. CONCNETRAÇÃO DE NUTRIENTES DAS ESPÉCIES UTILIZADAS NO PLANTIO.

D.1 - Teores de nutrientes obtidos na parte aérea (dag/kg (%)), das seis espécies estudadas, na época do plantio em campo (Mudas) e aos onze meses após o plantio em campo, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos). Onde dp = desvio padrão.

| | | Cerrado Sentido Restrito | | Mata de Galeria | | Mata Seca | |
|------------|--------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | <i>Platypodium elegans</i> | <i>Plathymenia reticulata</i> | <i>Inga laurina</i> | <i>Hymenaea courbaril</i> | <i>Anadenanthera colubrina</i> | <i>Acacia polyphylla</i> |
| Carbono | Mudas | 47,94 | 49,27 | 47,75 | 47,16 | 47,09 | 45,62 |
| | dp | (± 0,66) | (± 0,75) | (± 1,52) | (± 1,73) | (± 0,67) | (± 0,35) |
| | Covas | 48,082 | 49,358 | 48,590 | 48,886 | 49,368 | 49,062 |
| | dp | (± 0,23) | (± 0,78) | (± 0,29) | (± 0,52) | (± 0,74) | (± 0,71) |
| | Sulcos | 47,73 | 49,77 | 48,65 | 49,39 | 49,42 | 44,55 |
| | dp | (± 0,72) | (± 0,69) | (± 0,46) | (± 1,03) | (± 1,07) | (± 0,63) |
| Nitrogênio | Mudas | 2,25 | 1,61 | 1,81 | 1,38 | 1,19 | 1,43 |
| | dp | (± 2,10) | (± 3,84) | (± 1,86) | (± 2,18) | (± 1,84) | (± 0,02) |
| | Covas | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,20 | 0,13 |
| | dp | (± 0,17) | (± 0,28) | (± 0,36) | (± 0,34) | (± 0,30) | (± 0,54) |
| | Sulcos | 1,04 | 1,02 | 1,11 | 0,68 | 1,16 | 0,57 |
| | dp | (± 0,58) | (± 0,18) | (± 0,10) | (± 0,30) | (± 0,51) | (± 0,36) |
| Fósforo | Mudas | 0,49 | 0,34 | 0,22 | 0,40 | 0,66 | 0,28 |
| | dp | (± 0,09) | (± 0,10) | (± 0,02) | (0,00) | (± 0,06) | (± 0,13) |
| | Covas | 0,20 | 0,21 | 0,14 | 0,20 | 0,28 | 0,17 |
| | dp | (± 0,05) | (± 0,10) | (± 0,01) | (± 0,06) | (± 0,15) | (± 0,07) |
| | Sulcos | 0,17 | 0,12 | 0,08 | 0,11 | 0,25 | 0,16 |
| | dp | (± 0,06) | (± 0,06) | (± 0,01) | (± 0,05) | (± 0,07) | (± 0,09) |
| Potássio | Mudas | 0,96 | 0,88 | 0,87 | 0,79 | 0,93 | 0,73 |
| | dp | (± 0,02) | (± 0,17) | (± 0,10) | (± 0,08) | (± 0,06) | (± 0,12) |
| | Covas | 0,70 | 0,75 | 0,86 | 0,56 | 0,69 | 0,77 |
| | dp | (± 0,07) | (± 0,09) | (± 0,29) | (± 0,23) | (± 0,11) | (± 0,19) |
| | Sulcos | 0,64 | 0,78 | 0,51 | 0,46 | 0,62 | 0,69 |
| | dp | (± 0,10) | (± 0,16) | (± 0,08) | (± 0,17) | (± 0,11) | (± 0,14) |
| Cálcio | Mudas | 0,84 | 0,41 | 0,55 | 0,37 | 0,95 | 1,11 |
| | dp | (± 0,09) | (± 0,10) | (± 0,02) | (0,00) | (± 0,06) | (± 0,13) |
| | Covas | 0,42 | 0,32 | 0,62 | 0,37 | 0,85 | 0,59 |
| | dp | (± 0,07) | (± 0,15) | (± 0,19) | (± 0,08) | (± 0,30) | (± 0,26) |
| | Sulcos | 0,38 | 0,21 | 0,53 | 0,36 | 0,80 | 0,43 |
| | dp | (± 0,11) | (± 0,08) | (± 0,25) | (± 0,09) | (± 0,15) | (± 0,13) |
| Magnésio | Mudas | 0,38 | 0,09 | 0,11 | 0,17 | 0,23 | 0,17 |
| | dp | (± 0,03) | (0,00) | (0,00) | (± 0,02) | (0,00) | (0,00) |
| | Covas | 0,15 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,10 |
| | dp | (± 0,02) | (± 0,02) | (± 0,05) | (± 0,03) | (± 0,10) | (± 0,01) |
| | Sulcos | 0,16 | 0,11 | 0,14 | 0,13 | 0,17 | 0,14 |
| | dp | (± 0,03) | (± 0,01) | (± 0,06) | (± 0,03) | (± 0,04) | (± 0,01) |

Continuação....

| | | Cerrado Sentido Restrito | | Mata de Galeria | | Mata Seca | |
|---------|--------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | <i>Platypodium elegans</i> | <i>Plathymenia reticulata</i> | <i>Inga laurina</i> | <i>Hymenaea courbaril</i> | <i>Anadenanthera colubrina</i> | <i>Acacia polyphylla</i> |
| Enxofre | Mudas | 0,21 | 0,24 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,14 |
| | dp | (± 0,05) | (± 0,06) | (0,00) | (± 0,03) | (± 0,02) | (0,00) |
| | Covas | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,20 | 0,13 |
| | dp | (± 0,03) | (± 0,05) | (0,00) | (± 0,02) | (± 0,08) | (± 0,02) |
| | Sulcos | 0,13 | 0,16 | 0,12 | 0,12 | 0,17 | 0,20 |
| | dp | (± 0,01) | (± 0,07) | (± 0,02) | (± 0,04) | (± 0,04) | (± 0,01) |

D.2 . Teores de nutrientes obtidos das raízes (dag/kg (%)), das seis espécies estudadas, na época do plantio em campo (Mudas) e aos onze meses após o plantio em campo, esta última dividida entre os tratamentos (Covas e Sulcos). Onde dp = desvio padrão.

| | | Cerrado Sentido Restrito | | Mata de Galeria | | Mata Seca | |
|------------|--------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | <i>Platypodium elegans</i> | <i>Plathymenia reticulata</i> | <i>Inga laurina</i> | <i>Hymenaea courbaril</i> | <i>Anadenanthera colubrina</i> | <i>Acacia polyphylla</i> |
| Carbono | Mudas | 47,94 | 49,27 | 47,75 | 47,16 | 47,09 | 45,62 |
| | dp | (± 0,66) | (± 0,75) | (± 1,52) | (± 1,73) | (± 0,67) | (± 0,35) |
| | Covas | 45,66 | 46,75 | 47,13 | 46,74 | 45,78 | 45,45 |
| | dp | (± 0,68) | (± 0,83) | (± 1,42) | (± 1,42) | (± 1,86) | (± 0,75) |
| | Sulcos | 45,14 | 47,12 | 46,28 | 47,53 | 46,82 | 44,55 |
| | dp | (± 1,35) | (± 0,94) | (± 1,28) | (± 1,01) | (± 1,45) | (± 1,62) |
| Nitrogênio | Mudas | 1,33 | 0,89 | 1,05 | 1,07 | 0,72 | 0,87 |
| | dp | (± 1,02) | (± 0,81) | (± 0,82) | (± 2,18) | (± 2,32) | (± 1,43) |
| | Covas | 0,23 | 0,19 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,11 |
| | dp | (± 0,22) | (± 0,14) | (± 0,11) | (± 1,02) | (± 0,39) | (± 0,25) |
| | Sulcos | 0,60 | 0,53 | 0,97 | 0,58 | 0,69 | 0,57 |
| | dp | (± 0,13) | (± 0,25) | (± 0,20) | (± 0,44) | (± 0,28) | (± 0,16) |
| Fósforo | Mudas | 0,29 | 0,58 | 0,21 | 0,28 | 0,57 | 0,57 |
| | dp | (± 0,10) | (± 0,11) | (± 0,04) | (± 0,12) | (± 0,02) | (± 0,18) |
| | Covas | 0,17 | 0,38 | 0,10 | 0,18 | 0,27 | 0,19 |
| | dp | (± 0,02) | (± 0,27) | (± 0,04) | (± 0,10) | (± 0,13) | (± 0,22) |
| | Sulcos | 0,13 | 0,17 | 0,05 | 0,08 | 0,24 | 0,16 |
| | dp | (± 0,05) | (± 0,11) | (0,00) | (± 0,03) | (± 0,09) | (± 0,07) |
| Potássio | Mudas | 0,73 | 0,93 | 0,88 | 0,55 | 0,91 | 0,71 |
| | dp | (± 0,04) | (± 0,19) | (± 0,08) | (± 0,08) | (± 0,08) | (± 0,02) |
| | Covas | 0,84 | 0,59 | 0,73 | 0,51 | 0,71 | 0,86 |
| | dp | (± 0,08) | (± 0,18) | (± 0,14) | (± 0,15) | (± 0,12) | (± 0,27) |
| | Sulcos | 0,73 | 0,59 | 0,68 | 0,41 | 0,59 | 0,69 |
| | dp | (± 0,04) | (± 0,12) | (± 0,11) | (± 0,08) | (± 0,07) | (± 0,15) |

Continuação....

| | | Cerrado Sentido Restrito | | Mata de Galeria | | Mata Seca | |
|----------|-----------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | <i>Platypodium elegans</i> | <i>Plathymenia reticulata</i> | <i>Inga laurina</i> | <i>Hymenaea courbaril</i> | <i>Anadenanthera colubrina</i> | <i>Acacia polyphylla</i> |
| Cálcio | Mudas dp | 0,32 (± 0,10) | 0,24 (± 0,11) | 0,13 (± 0,04) | 0,28 (± 0,12) | 0,71 (± 0,02) | 0,64 (± 0,18) |
| | Covas dp | 0,39 (± 0,11) | 0,34 (± 0,09) | 0,16 (± 0,04) | 0,26 (± 0,07) | 0,57 (± 0,14) | 0,52 (± 0,13) |
| | Sulcos dp | 0,27 (± 0,11) | 0,26 (± 0,11) | 0,12 (± 0,05) | 0,25 (± 0,01) | 0,50 (± 0,16) | 0,43 (± 0,14) |
| Magnésio | Mudas dp | 0,26 (± 0,02) | 0,11 (± 0,03) | 0,08 (± 0,01) | 0,14 (± 0,01) | 0,20 (± 0,01) | 0,18 (± 0,07) |
| | Covas dp | 0,19 (± 0,04) | 0,13 (± 0,06) | 0,06 (± 0,01) | 0,09 (± 0,05) | 0,16 (± 0,06) | 0,16 (± 0,05) |
| | Sulcos dp | 0,17 (± 0,05) | 0,17 (± 0,20) | 0,06 (± 0,02) | 0,06 (± 0,01) | 0,15 (± 0,04) | 0,14 (± 0,04) |
| Enxofre | Mudas dp | 0,28 (± 0,05) | 0,24 (± 0,03) | 0,26 (± 0,08) | 0,19 (± 0,01) | 0,26 (± 0,02) | 0,23 (± 0,07) |
| | Covas dp | 0,23 (± 0,04) | 0,19 (± 0,06) | 0,14 (± 0,03) | 0,17 (± 0,07) | 0,20 (± 0,08) | 0,11 (± 0,03) |
| | Sulcos dp | 0,16 (± 0,05) | 0,15 (± 0,02) | 0,09 (± 0,02) | 0,11 (± 0,03) | 0,19 (± 0,08) | 0,20 (± 0,09) |

E. RESULTADO TESTE F ($\alpha = 0,05$).

E.1 Diferença entre o estagio de mudas e aos onze meses, no tratamento de covas. Valores em vermelho foram considerados significativos. (Valor Crítico de F = 19)

| Covas | | C | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|
| Aérea | Var.Mudas | 0.88445 | 0.2048 | 0.011465 | 0.00288 | 0.095233 | 0.043262111 | 0.0006536 |
| CE | Var.11 meses | 0.814088 | 0.00845 | 0.000105 | 0.001458 | 0.004627 | 0.00030752 | 6.272E-05 |
| | Teste F | 1.08643 | 24.23669 | 108.7589 | 1.975248 | 20.58112 | 140.6806427 | 0.0959594 |
| Mg | Var.Mudas | 0.17405 | 0.09245 | 0.017809 | 0.00288 | 0.015704 | 0.001470175 | 0.0010821 |
| | Var.11 meses | 0.043808 | 0.086251 | 0.001927 | 0.04512 | 0.031668 | 9.89356E-05 | 5.202E-05 |
| | Teste F | 3.973019 | 1.071873 | 9.240085 | 15.66717 | 0.495905 | 0.067295073 | 0.0480731 |
| MS | Var.Mudas | 1.087813 | 0.027613 | 0.073354 | 0.019468 | 0.012605 | 0.001486488 | 0.0131496 |
| | Var.11 meses | 0.046818 | 0.041472 | 0.006489 | 0.003785 | 0.034322 | 0.00239432 | 0.0027826 |
| | Teste F | 23.23492 | 0.665811 | 11.30452 | 5.144215 | 2.722942 | 1.610722927 | 4.725699 |
| Subterrânea | | | | | | | | |
| CE | Var.Mudas | 0.88445 | 0.099012 | 0.041824 | 0.019468 | 0.003372 | 0.01031407 | 0.0008064 |
| | Var.11 meses | 0.587528 | 0.005 | 0.022574 | 0.033334 | 0.00126 | 0.00215168 | 0.000745 |
| | Teste F | 1.505375 | 19.8025 | 1.85274 | 0.037613 | 2.676353 | 4.79349639 | 1.0824623 |
| Mg | Var.Mudas | 0.17405 | 0.0002 | 0.002633 | 0.055755 | 0.010121 | 0.002192875 | 0.0026993 |
| | Var.11 meses | 0.07605 | 0.0128 | 0.002835 | 0.025403 | 0.004666 | 0.00049298 | 0.0003754 |
| | Teste F | 2.288626 | 64 | 1.076861 | 2.194867 | 2.169217 | 0.224809864 | 7.190912 |
| MS | Var.Mudas | 1.087813 | 0.012013 | 0 | 0.019468 | 0.002533 | 0.00024642 | 0.0004242 |
| | Var.11 meses | 0.053792 | 0.007442 | 0.003106 | 0.012168 | 0.001152 | 5.12E-06 | 0.0036466 |
| | Teste F | 20.22257 | 1.614149 | 0 | 1.599957 | 2.198733 | 0.020777534 | 8.5968459 |

E.2. Diferença entre o estagio de mudas e aos onze meses, no tratamento de sulcos. Valores em vermelho foram considerados significativos. (Valor Crítico de F = 19)

| Sulcos | | C | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|
| Aérea | | | | | | | | |
| CE | Var.Mudas | 0.88445 | 0.2048 | 0.011465 | 0.00288 | 0.095233 | 0.043262111 | 0.0006536 |
| | Var.11 meses | 2.097152 | 0.000242 | 0.001342 | 0.009941 | 0.013978 | 0.00108578 | 0.0005917 |
| | Teste F | 2.371137 | 846.281 | 8.54552 | 3.451668 | 6.81313 | 39.84426979 | 1.1046682 |
| Mg | Var.Mudas | 0.17405 | 0.09245 | 0.017809 | 0.00288 | 0.015704 | 0.001470175 | 0.0010821 |
| | Var.11 meses | 0.2738 | 0.089888 | 0.000346 | 0.001491 | 0.013844 | 2.42E-06 | 5.12E-06 |
| | Teste F | 0.635683 | 1.028502 | 51.41631 | 1.932075 | 1.13434 | 0.001646062 | 0.0047315 |
| MS | Var.Mudas | 1.087813 | 0.027613 | 0.073354 | 0.019468 | 0.012605 | 0.001486488 | 0.0131496 |
| | Var.11 meses | 11.85845 | 0.175232 | 0.004102 | 0.002578 | 0.067271 | 0.00045602 | 0.0005056 |
| | Teste F | 10.90119 | 6.346111 | 17.88082 | 7.552813 | 5.336966 | 3.259698725 | 26.006953 |

Continuação...

| | | Subterrânea | | | | | | |
|----|--------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|
| CE | Var.Mudas | 0.88445 | 0.099012 | 0.041824 | 0.019468 | 0.003372 | 0.01031407 | 0.0008064 |
| | Var.11 meses | 1.9602 | 0.00245 | 0.000597 | 0.00955 | 0.000192 | 0.000018 | 2.048E-05 |
| | Teste F | 2.216293 | 40.41327 | 70.1142 | 2.038655 | 17.55653 | 573.0039062 | 39.375625 |
| Mg | Var.Mudas | 0.17405 | 0.0002 | 0.002633 | 0.055755 | 0.010121 | 0.002192875 | 0.0026993 |
| | Var.11 meses | 0.78125 | 0.074498 | 0.00034 | 0.036666 | 0.008424 | 2E-06 | 0.0001186 |
| | Teste F | 4.488653 | 372.49 | 7.741325 | 1.520613 | 1.201456 | 1096.437656 | 22.763742 |
| MS | Var.Mudas | 1.087813 | 0.012013 | 0 | 0.019468 | 0.002533 | 0.00024642 | 0.0004242 |
| | Var.11 meses | 2.57645 | 0.006962 | 0.003811 | 0.004306 | 0.002858 | 6.05E-05 | 0.0001312 |
| | Teste F | 2.368469 | 1.725438 | 0 | 4.521283 | 0.886362 | 0.245515786 | 3.2325598 |

E.3. Diferença entre os tratamentos covas e sulcos. Valores em vermelho foram considerados significativos. (Valor Crítico de F = 19)

| | | C | H | N | P | K | Ca | Mg | S |
|-----------------|------------|----------|-------|-------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Cerrado | | | | | | | | | |
| PA | Var.Covas | 0.814088 | 0.213 | 0.008 | 0.00010542 | 0.001458 | 0.004627 | 0.000308 | 6.27E-05 |
| | Var.sulcos | 2.097152 | 0.289 | 2E-04 | 0.00134162 | 0.009941 | 0.013978 | 0.001086 | 0.000592 |
| | Teste F | 2.576075 | 1.359 | 34.92 | 12.7270071 | 6.817901 | 3.020803 | 3.530762 | 9.433673 |
| SUB | Var. Covas | 0.587528 | 0.001 | 0.005 | 0.02257388 | 0.033334 | 0.00126 | 0.002152 | 0.000745 |
| | Var.sulcos | 1.9602 | 0.008 | 0.002 | 0.00059651 | 0.00955 | 0.000192 | 0.000018 | 2.05E-05 |
| | Teste F | 3.336352 | 7.267 | 2.041 | 37.8435133 | 3.49057 | 6.559871 | 119.5378 | 36.37598 |
| Mata de Galeria | | | | | | | | | |
| PA | Var. Covas | 0.043808 | 0.161 | 0.086 | 0.00192738 | 0.04512 | 0.031668 | 9.89E-05 | 5.2E-05 |
| | Var.sulcos | 0.2738 | 0.015 | 0.09 | 0.00034637 | 0.001491 | 0.013844 | 2.42E-06 | 5.12E-06 |
| | Teste F | 6.25 | 10.42 | 1.044 | 5.56448426 | 30.27015 | 2.287414 | 40.88246 | 10.16016 |
| SUB | Var. Covas | 0.07605 | 8E-04 | 0.013 | 0.00283505 | 0.025403 | 0.004666 | 0.000493 | 0.000375 |
| | Var.sulcos | 0.78125 | 0.008 | 0.074 | 0.00034008 | 0.036666 | 0.008424 | 2E-06 | 0.000119 |
| | Teste F | 10.27285 | 0.095 | 5.82 | 8.3363277 | 1.443409 | 1.80549 | 246.49 | 3.165627 |
| Mata Seca | | | | | | | | | |
| PA | Var. Covas | 0.046818 | 0.004 | 0.041 | 0.00648888 | 0.003785 | 0.034322 | 0.002394 | 0.002783 |
| | Var.sulcos | 11.85845 | 0.02 | 0.175 | 0.00410237 | 0.002578 | 0.067271 | 0.000456 | 0.000506 |
| | Teste F | 253.2883 | 4.527 | 4.225 | 1.58174081 | 1.468215 | 1.96 | 5.250471 | 5.503303 |
| SUB | Var. Covas | 0.053792 | 0.022 | 0.007 | 0.0031063 | 0.012168 | 0.001152 | 5.12E-06 | 0.003647 |
| | Var.sulcos | 2.57645 | 0.035 | 0.007 | 0.00009248 | 0.004306 | 0.002858 | 6.05E-05 | 0.000131 |
| | Teste F | 47.89653 | 1.604 | 0.936 | 0.02977179 | 2.825877 | 2.480625 | 11.81641 | 27.78982 |

F. RESULTADO ANOVA.

F.1. Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte aérea das mudas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|-------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.691 | 0.346 |
| Erro | 9 | 0.288 | 0.032 |
| F = | 10.8025 | | |
| (p) = | 0.0044 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.6293 | | b |
| Média 2(M.G) = | 0.4643 | | b |
| Média 3(M.S) = | 1.0355 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.165 | 1.845 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.4063 | 4.542 | < 0.05 |
| Médias (2 a 3) = | 0.5713 | 6.386 | < 0.01 |

F.2. Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte subterrânea das mudas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|--------------------|-----------|-------|--------|
| Tratamentos | 2.000 | 0.501 | 0.2510 |
| Erro | 9.000 | 0.110 | 0.0120 |
| F = | 20.607 | | |
| (p) = | 0.001 | | |
| Média 1(Cerrado) = | 0.285 | | b |
| Média 2(MG) = | 0.210 | | b |
| Média 3(MS) = | 0.676 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.075 | 1.360 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.391 | 7.094 | < 0.01 |
| Médias (2 a 3) = | 0.466 | 8.454 | < 0.01 |

F.3. Resultado da análise variância dos teores de P, na parte subterrânea das mudas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|--------------------|-----------|-------|--------|
| Tratamentos | 2.000 | 0.205 | 0.102 |
| Erro | 9.000 | 0.199 | 0.022 |
| F = | 4.631 | | |
| (p) = | 0.041 | | |
| Média 1(Cerrado) = | 0.444 | a | b |
| Média 2(MG) = | 0.252 | | b |
| Média 3(MS) = | 0.570 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.192 | 2.577 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.126 | 1.697 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.318 | 4.274 | < 0.05 |

F.4. Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte aérea, aos onze meses, no tratamento de covas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|--------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.658 | 0.329 |
| Erro | 25 | 1.181 | 0.047 |
| F = | 6.963 | | |
| (p) = | 0.0042 | | |
| Média 1(Cerrado) = | 0.3717 | | b |
| Média 2(MG) = | 0.4644 | | b |
| Média 3(MS) = | 0.7234 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0927 | 1.2711 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.3517 | 5.1165 | < 0.01 |
| Médias (2 a 3) = | 0.259 | 3.5527 | < 0.05 |

F.5. Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de covas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|--------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.386 | 0.193 |
| Erro | 27 | 1.189 | 0.044 |
| F = | 4.3853 | | |
| (p) = | 0.0219 | | |
| Média 1(Cerrado) = | 0.2966 | | b |
| Média 2 (MG) = | 0.4498 | a | b |
| Média 3 (MS) = | 0.574 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.1532 | 2.3088 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.2774 | 4.1806 | < 0.05 |
| Médias (2 a 3) = | 0.1242 | 1.8718 | ns |

F.5 Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte aérea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.386 | 0.193 |
| Erro | 27 | 1.189 | 0.044 |
| F = | 4.3853 | | |
| (p) = | 0.0219 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.2966 | | b |
| Média 2 (MG) = | 0.4498 | a | b |
| Média 3(MS) = | 0.574 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.1532 | 2.3088 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.2774 | 4.1806 | < 0.05 |
| Médias (2 a 3) = | 0.1242 | 1.8718 | ns |

F.6. Resultado da análise variância dos teores de Ca, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.424 | 0.212 |
| Erro | 27 | 0.369 | 0.014 |
| F = | 15.5167 | | |
| (p) = | 0.0001 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.2696 | | b |
| Média 2 (MG) = | 0.1885 | | b |
| Média 3 (MS) = | 0.4712 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0811 | 2.1946 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.2016 | 5.4554 | < 0.01 |
| Médias (2 a 3) = | 0.2827 | 7.65 | < 0.01 |

F.7. Resultado da análise variância dos teores de N, na parte aérea, aos onze meses, no tratamento de covas.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 1.752 | 0.876 |
| Erro | 25 | 3.349 | 0.134 |
| F = | 6.5376 | | |
| (p) = | 0.0054 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.829 | | |
| Média 2(MG) = | 1.0138 | | |
| Média 3 (MS) = | 1.41 | | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.1848 | 1.5049 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.581 | 5.0196 | < 0.01 |
| Médias (2 a 3) = | 0.3963 | 3.2277 | ns |

F.8. Resultado da análise variância dos teores de P, na parte aérea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.067 | 0.033 |
| Erro | 27 | 0.125 | 0.005 |
| F = | 7.2583 | | |
| (p) = | 0.0033 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.15 | a | b |
| Média 2 (MG) = | 0.1001 | | b |
| Média 3 (MS) = | 0.2155 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0499 | 2.3231 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.0655 | 3.0489 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.1154 | 5.3719 | < 0.01 |

F.9. Resultado da análise variância dos teores de P, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.091 | 0.045 |
| Erro | 27 | 0.148 | 0.005 |
| F = | 8.2755 | | |
| (p) = | 0.0019 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.1529 | a | b |
| Média 2 (MG) = | 0.0711 | | b |
| Média 3 (MS) = | 0.2046 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0818 | 3.4947 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.0517 | 2.211 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.1335 | 5.7057 | < 0.01 |

F.10. Resultado da análise variância dos teores de K, na parte aérea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.252 | 0.126 |
| Erro | 27 | 0.486 | 0.018 |
| F = | 6.9994 | | |
| (p) = | 0.0039 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.7115 | | |
| Média 2 (MG) = | 0.4877 | | |
| Média 3 (MS) = | 0.6155 | | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.2238 | 5.2736 | < 0.01 |
| Médias (1 a 3) = | 0.096 | 2.2621 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.1278 | 3.0114 | ns |

F.11 Resultado da análise variância dos teores de Mg, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de covas

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.045 | 0.022 |
| Erro | 27 | 0.077 | 0.003 |
| F = | 7.7717 | | |
| (p) = | 0.0025 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.1658 | a | |
| Média 2(MG) = | 0.0837 | b | |
| Média 3 (MS) = | 0.1652 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0821 | 4.8462 | < 0.01 |
| Médias (1 a 3) = | 0.0006 | 0.0354 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.0815 | 4.8108 | < 0.01 |

F.12 Resultado da análise variância dos teores de Mg, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.065 | 0.033 |
| Erro | 27 | 0.206 | 0.008 |
| F = | 4.2811 | | |
| (p) = | 0.0237 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.1756 | a | |
| Média 2 (MG) = | 0.0652 | b | |
| Média 3 (MS) = | 0.1463 | ab | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.1104 | 3.9941 | < 0.05 |
| Médias (1 a 3) = | 0.0293 | 1.06 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.0811 | 2.9341 | ns |

F.13 Resultado da análise variância dos teores de Mg, na parte subterrânea, aos onze meses, no tratamento de sulcos.

| FONTES DE VARIAÇÃO | GL | SQ | QM |
|---------------------|-----------|--------|--------|
| Tratamentos | 2 | 0.049 | 0.024 |
| Erro | 27 | 0.089 | 0.003 |
| F = | 7.4013 | | |
| (p) = | 0.0031 | | |
| Média 1 (Cerrado) = | 0.157 | ab | |
| Média 2 (MG) = | 0.1025 | b | |
| Média 3 (MS) = | 0.2013 | a | |
| Tukey: | Diferença | Q | (p) |
| Médias (1 a 2) = | 0.0545 | 2.996 | ns |
| Médias (1 a 3) = | 0.0443 | 2.4353 | ns |
| Médias (2 a 3) = | 0.0988 | 5.4314 | < 0.01 |