

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**KELLIAN KENJI GONZAGA DA SILVA MIZOBATA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE GONÇALO ALVES**  
*(Astronium fraxinifolium)*

Ilha Solteira

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**KELLIAN KENJI GONZAGA DA SILVA MIZOBATA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE GONÇALO ALVES**  
*(Astronium fraxinifolium)*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kátia Luciene Maltoni  
Orientadora

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ilha Solteira

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M685a Mizobata, Kellian Kenji Gonzaga da Silva.  
Avaliação do estado nutricional de mudas de Gonçalo Alves (*Astronium Fraxinifolium*) / Kellian Kenji Gonzaga da Silva Mizobata. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015  
40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista.  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2015

Orientador: Kátia Luciene Maltoni  
Inclui bibliografia

1. Nutrientes. 2. Fertilidade do solo. 3. Recuperação de ambiente degradado.

**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO****AValiação DO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE GONçALO ALVES****(*Astronium fraxinifolium*)**

KELLIAN KENJI GONZAGA DA SILVA MIZOBATA

**REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:**

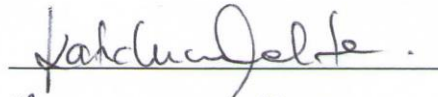
ARTIGO 25° - § 2° A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máximo de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo, o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

ARTIGO 24° - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO ou REPROVADO.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)

Nome: Profa. Dra. Kátia Luciene Maltoni



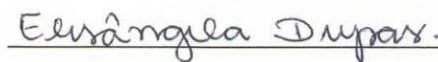
2º EXAMINADOR

Nome: Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho



3º EXAMINADOR

Nome: Profa. Dra. Elisângela Dupas

**CONCEITO** APROVADO REPROVADO

Ilha Solteira-SP, 23 de julho de 2015.

### **Dedico**

Ao meu pai **Rubens Nobuyki Mizobata**, e principalmente à minha mãe **Sonia Gonzaga da Silva**, quem me deu à luz, educou e sempre me incentivou a estudar e correr atrás dos meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me trazer à vida com saúde, perseverança, dedicação, responsabilidade, entre outros, para chegar onde cheguei e continuar a caminhada.

Aos meus pais Rubens e Sonia, que me ajudaram e me apoiaram durante toda a vida até o presente, principalmente à minha mãe, que sempre esteve comigo e deu o seu melhor na minha educação e de meus irmãos, acompanhando todos os meus passos.

Aos meus irmãos Thiago, Oliver, William, Maria Gabriela, Vanessa, Mariana e Andressa, pelo carinho e principalmente à Mariana que até foi pro campo comigo.

Ao meu namorado Diego, pelo amor, carinho, apoio e cumplicidade durante todo tempo, nas horas difíceis e alegres.

Aos meus avós maternos, Joaquim e Maria, que sempre me incentivaram e apoiaram a estudar para cuidar deles e da terra deles. Minha avó paterna Tamiko que sente orgulho da neta terminando a universidade e meu avô Hiroyuki (*in memoriam*) que deve estar orgulhoso e contente de mim nesta etapa que conclui com sucesso e alegrias.

Aos meus tios Jaime, Isabel e Doralice, que me deram apoio, abrigo, carinho e atenção durante a maior parte do período.

À todos os meus familiares, que me apoiam e me amam, pois, sem eles não sou nada nem ninguém.

Aos meus amigos e companheiros de campo, Sr<sup>o</sup> Valdivino, Diego, Adriana, Anderson, principalmente a Thaís que sempre me ajudou e apoiou.

À professora Dra. Ana Maria Rodrigues Cassiolato, que contribuiu durante minha graduação.

À professora Dra. Kátia L. Maltoni, que foi mais que uma orientadora, e quem me ajudou a escrever este trabalho.

“Muitos tem ideias e são criativos, alguns fazem das ideias sonhos, e são persistentes. Raros são os que transformam os sonhos em realidade, e são estes que movem o mundo.” Steve Jobs

## RESUMO

O plantio de mudas, o estabelecimento e a manutenção do processo de regeneração natural, ou a combinação destes, são métodos utilizados na recuperação de ambientes degradados ou perturbados, no entanto, muitas vezes demandam a introdução de condicionantes ao solo. Este trabalho teve por objetivos avaliar a influencia de condicionantes, introduzidos em solo degradado, sobre o crescimento e o estado nutricional de mudas de *Astronium fraxinifolium*. Para isto, utilizaram-se, como condicionantes do solo degradado, cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CZ) e macrófitas aquáticas (MC), nas doses 0, 15, 30 e 45 t ha<sup>-1</sup> e 0, 16 e 32 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que combinadas, geraram 12 tratamentos, com três repetições, utilizando, para instalação em campo, o delineamento experimental em blocos casualizados. Mudas de *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo Alves), espécie arbórea nativa do cerrado, foram introduzidas na área experimental e, após 12 meses, foram avaliadas quanto à concentração foliar de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente). Mudas e plantas adultas de *A. fraxinifolium*, coletadas em reserva de cerrado conservado também foram analisadas quanto à concentração de nutrientes foliares, para realização de uma análise comparativa. A coleta de folhas no cerrado conservado e na área experimental, foi acompanhada de coleta de solo (0,0 -0,20m de profundidade), o qual foi analisado para os teores de P, MO (matéria orgânica), pH, K, Ca, Mg, H+Al (acidez potencial), Al (alumínio), Cu, Fe, Mn e Zn. Os resultados mostram que os resíduos aplicados contribuíram para elevar a concentração de Cu e Fe foliar. A concentração foliar dos nutrientes avaliados foram superiores nas mudas de *A. fraxinifolium* do cerrado conservado, exceto B, semelhante entre as áreas e Cu e Fe com teores mais elevados nas mudas da área experimental. A adição combinada dos resíduos (MC e CZ), propiciou incrementos na altura e diâmetro das plantas. O que permite indicar esta espécie para uso em áreas de cerrado em processo de recuperação.

**Palavras-Chave:** Nutrientes. Fertilidade do solo. Recuperação de ambiente degradado.

Cerrado.



## ABSTRACT

The planting of seedlings, the establishment and maintenance of the natural regeneration process, or the combination thereof, are methods used in the recovery of degraded or disturbed environments, however, often require the addition of soil conditioners. This study aimed to evaluate the influence of conditioners, introduced in degraded soil on growth and nutritional status of *Astronium fraxinifolium* seedlings. To conduct the experimentation were used as degraded soil conditioner, ash from sugarcane bagasse (CZ) and macrophytes (MC), at the doses of 0, 15, 30 and 45 t ha<sup>-1</sup> and 0, 16 and 32 t ha<sup>-1</sup> respectively, which combined produced 12 treatments, with three replications, and for field installation, was used the experimental randomized block design. *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo Alves) seedlings, native tree species in cerrado, were introduced in the experimental area and, after 12 months, were evaluated for leaf concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, boron, copper, iron, manganese and zinc (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn, respectively). Seedlings and adult plants of *A. fraxinifolium* were collected in preserved cerrado reserve were also analyzed for nutrients foliar concentration to perform a comparative analysis. The leaves collection in the preserved cerrado and experimental area, was accompanied by soil sampling (0.0 - 0,20 m deep), which was analyzed for phosphorus, OM (organic matter), pH, K, Ca, Mg, Al+H (potential acidity), Al (aluminum), Cu, Fe, Mn and Zn. The results show that the applied residues contributed to raise the foliar concentration of Cu and Fe. The foliar concentration of nutrients was higher in *A. fraxinifolium* seedlings from preserved cerrado, except for B, which was similar between areas, besides Cu and Fe with higher levels in the seedlings from experimental area. The combined addition of residues (MC and CZ), led to increase the plants height and diameter. This allows to indicate this species for use in cerrado areas under recovery process.

**Key words:** Nutrients. Soil fertility. Degraded environment recovery. Cerrado.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1	O CERRADO .....	10
2.2	ÁREAS DEGRADADAS E SUA REGENERAÇÃO .....	10
2.3	REVEGETAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS .....	11
2.4	O GONÇALO ALVES ( <i>Astronium fraxinifolium</i> ) .....	12
2.5	RESÍDUOS ORGÂNICOS E AGROINDUSTRIAIS DEGRADADOS .....	12
<b>3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	14
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O cerrado é considerado um *hot spot* brasileiro, pois apresenta grande diversidade de seres vivos e habitats, o bioma encontra-se em grande degradação, assim como a maioria dos biomas naturais vem sofrendo devastações e extrações de recursos naturais, o que acaba destruindo os habitats e a biodiversidade, gerando extensas áreas degradadas. A velocidade com que tal degradação vem ocorrendo é muito intensa, por isso é necessária urgente motivação social, econômica e política para que esse cenário seja revertido em áreas naturais preservadas ou conservadas, com isto torna-se essencial a recuperação das regiões que já foram degradadas e o principal instrumento é a pesquisa.

É preciso fazer intervenções na recuperação, pois no cerrado esta é mais demorada, onde o solo degradado encontra-se com baixa quantidade de nutrientes e a dinâmica que havia no ecossistema foi desequilibrada. Entre as intervenções está o plantio de mudas de espécies nativas, pois já se encontram adaptadas às condições naturais, só que para o plantio deve-se possibilitar a melhora das características do solo para perpetuação das mudas.

Há resíduos que podem ser boas opções para adubação do solo e que ainda não possuem destinação adequada, como é o caso da cinza da queima do bagaço da cana-de-açúcar oriunda de indústrias de açúcar e álcool, e macrófitas aquáticas que se proliferam rapidamente nos reservatórios das usinas hidrelétricas (UHE), causando problemas na geração de energia e necessitam ser retiradas, podendo servir como fonte de nutrientes para utilização na recuperação de solos degradados.

No entanto, há dúvidas a serem respondidas a respeito de recuperação de áreas degradadas, como por exemplo saber se as mudas introduzidas em áreas degradadas são de qualidade e se conseguem se desenvolver e recuperar de fato a área em questão. Um meio de se estudar isto, pode ser através da comparação de concentrações nutricionais em mudas de área de cerrado em processo de recuperação e de um ambiente de cerrado conservado, em condições naturais. Com isto faz-se necessário mais pesquisas para avaliar a eficácia dos métodos de recuperação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O CERRADO

O cerrado é caracterizado por possuir ampla biodiversidade, mais de 12.000 espécies de plantas vasculares (MENDONÇA et al., 2008; SILVA JÚNIOR; MUNHOZ, 2011); 212 de mamíferos; 837 de aves; 180 de répteis; 150 de anfíbios, 1.200 de peixes e 67.000 espécies de invertebrados (AQUINO; AGUIAR, 2007). Este bioma é considerado um dos *hot spots* mundiais, por possuir alto grau de endemismo e alta ameaça de degradação (MITTERMEIER et al., 2005).

Nas últimas três décadas, dos seus dois milhões de quilômetros quadrados iniciais, entre 40% e 80%, variando entre localidades, foram substituídos por atividades agrosilvopastoris e as taxas de desmatamento continuam elevadas (ALHO; MARTINS, 1995; MYERS, et al., 2000; CAVALCANTI; JOLY, 2002; MACHADO et al., 2004; KLINK; MACHADO, 2005).

A destruição dos ecossistemas que constituem o cerrado continua, e verificou-se, utilizando imagens do satélite MODIS do ano de 2002, que 55% das áreas de cerrado já foram desmatadas ou transformadas pela ação humana (MACHADO et al., 2004; KLINK; MACHADO, 2005), e apresentam diversos estágios de degradação, que vão desde sua completa remoção, até formações secundárias extremamente degradadas. (DUBOC, 2005)

### 2.2 ÁREAS DEGRADADAS E SUA REGENERAÇÃO

A Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (UHE/ISA-CESP) foi estabelecida na região Noroeste do Estado de São Paulo, divisa com o Mato Grosso do Sul, em 1965, gerando extensas áreas degradadas, as chamadas “áreas de empréstimo”, locais de onde foram retirados os horizontes superficiais do solo, para complementar o volume de solo necessário à execução de terraplanos e fundações (LOPES; QUEROZ, 1994), expondo um subsolo com densidade elevada, resultando em insignificante regeneração natural ao longo do tempo (RODRIGUES et al., 2007). Nessas condições de degradação (terrapleno), o cerrado apresenta potencial de regeneração natural médio a lento (DURIGAN, 1999).

O atual cenário de ocupação do bioma cerrado traz, como consequência, o aumento das áreas degradadas, o que vem intensificando a busca por informações referentes à escolha de métodos adequados de recuperação a serem utilizados, diante da grande diversidade de ambientes degradados analisados (REZENDE 2004; SILVA, 2007). O plantio de mudas e a sua avaliação a partir do crescimento e sobrevivência das espécies tem sido a alternativa mais utilizada e conhecida como revegetação (SOUZA, 2002; REZENDE, 2004; OLIVEIRA, 2006; MELO, 2006; DUBOC; GUERRINI, 2007; SILVA, 2007; MOURA, 2008).

O plantio de mudas, o estabelecimento e a manutenção do processo de regeneração natural, ou a combinação dos dois, são métodos utilizados na recuperação de ambientes degradados ou perturbados (FELFILI et al., 2008 a, b; DURIGAN et al., 2011; PINTO et al., 2011). Sendo recomendada a utilização de espécies nativas, nos processos de revegetação (MARQUES et al., 2014), particularmente em situação de escassez de nutrientes, presença de elevados teores de alumínio, associado à acidez, entre outros, comuns em solos do cerrado (SILVA et al., 2001; RODRIGUES et al, 2007).

Em algumas situações é possível conduzir a recuperação associando o plantio de mudas e a regeneração natural, que depende da disponibilidade de sementes e da reprodução vegetativa de tocos e raízes, por exemplo (FELFILI et al., 2002).

A reprodução vegetativa pode ser importante em áreas perturbadas do cerrado, nestes locais a regeneração pode ocorrer principalmente por rebrota (FELFILI et al., 2008 b), pois várias espécies possuem estruturas subterrâneas muito desenvolvidas, dependendo muito menos da dispersão e germinação das sementes do que as espécies de floresta (DURIGAN et al., 2011). Assim, a regeneração por rebrota também tem se mostrado como estratégia importante para a recuperação de áreas perturbadas no cerrado.

### 2.3 REVEGETAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS

Para revegetação de solos degradados no domínio do cerrado, onde os solos, normalmente, apresentam baixa fertilidade natural, altos teores de alumínio e baixo pH, o que dificulta o desenvolvimento das plantas (FRANCO, 2005), além do demarcado regime pluvial, determinando a necessidade do uso de insumos químicos e orgânicos (LEITE et al., 1994), bem como selecionar espécies nativas, pois estando estas adaptadas às condições

ambientais presentes, terão maior chance de sobrevivência, particularmente, quando as condições do solo não são ideais (RUIVO, 1993; MARQUES, 2014).

#### 2.4 O GONÇALO ALVES (*Astronium fraxinifolium*)

O *Astronium fraxinifolium* (Schott), espécie conhecida popularmente por Gonçalo Alves, da família Anacardiaceae, apresenta grande importância econômica, com madeira de alta durabilidade, utilizada na confecção de móveis, na construção civil e naval (LORENZI, 2002). O *A. fraxinifolium* é considerado espécie pioneira e seletiva xerófita, encontrada em terrenos rochosos e secos, onde formam grupamentos descontínuos (LORENZI, 2009), tem ampla ocorrência no cerrado e apresenta desenvolvimento rápido no campo, chegando a atingir cerca de três metros de altura aos dois anos de idade, além de ser agressiva e resistente a condições adversas.

#### 2.5 RESÍDUOS ORGÂNICOS E AGROINDUSTRIAIS

A adequação química e física do solo ou substrato e a seleção de espécies adequadas para a revegetação é muito importante e depende de cada situação. O nível adequado de fertilização depende da espécie utilizada e das características específicas de cada sítio, mas em situações emergenciais a fertilização possibilita o rápido estabelecimento da vegetação, que ajuda a reduzir ou controlar a erosão, com consequente estabilização da superfície e melhoria das condições do solo (OLIVEIRA NETO et al., 1997), permitindo muitas vezes, o estabelecimento de outras espécies.

Recentemente, algumas usinas hidrelétricas têm apresentado problemas no processo de geração de energia devido à ocorrência abundante de macrófitas nos reservatórios (VELINI et al., 2005), as quais obstruem parcialmente a captação de água pelas unidades geradoras. Estas macrófitas precisam ser removidas e seu descarte é feito em aterro sanitário, às vezes são utilizadas para compor ração animal, com considerações sobre riscos à saúde destes, e podendo também ser empregadas como fertilizante orgânico (resíduo orgânico), o que, segundo Guimarães (2000), deve ser precedido de preparo, que dura de 60 a 120 dias.

Outro resíduo com perspectivas de uso como alternativa para melhorar as condições de fertilidade do solo é a cinza, oriunda da queima do bagaço da cana-de-açúcar em caldeiras,

durante o processo de produção de açúcar e álcool. Esta cinza necessita de urgente decisão sobre sua destinação, pois vem sendo aplicada ao solo como material inerte. A utilização da cinza como insumo no processo produtivo agrícola pode ser considerado ambiental e economicamente viável, pois é fonte de macro e micronutrientes e possibilita retenção de água, melhorando o desenvolvimento das culturas e reduzindo impactos ambientais (BRUNELLI; PISANI JUNIOR, 2006; FEITOSA et al., 2009).

Portanto, a recuperação de áreas degradadas, onde ocorreu remoção da vegetação, pode ser conduzida por meio da revegetação, para isto é necessário melhorar a condição de fertilidade do solo de forma sustentável, o que pode ser feito com o uso de resíduos (macrófitas aquáticas e cinza do bagaço da cana de açúcar), porém como avaliar a qualidade das plantas introduzidas na área?

### 3 OBJETIVOS

Avaliar nutricionalmente as concentrações foliares de nutrientes em mudas de *Astronium fraxinifolium*, introduzidas em área degradada, em processo de recuperação pela adição de resíduos (macrófitas e cinza), comparativamente às mudas de *A. fraxinifolium* em ambiente natural (cerrado conservado), bem como os efeitos dos tratamentos estabelecidos na área degradada sobre altura, diâmetro, sobrevivência de mudas introduzidas, e os teores de nutrientes do solo.

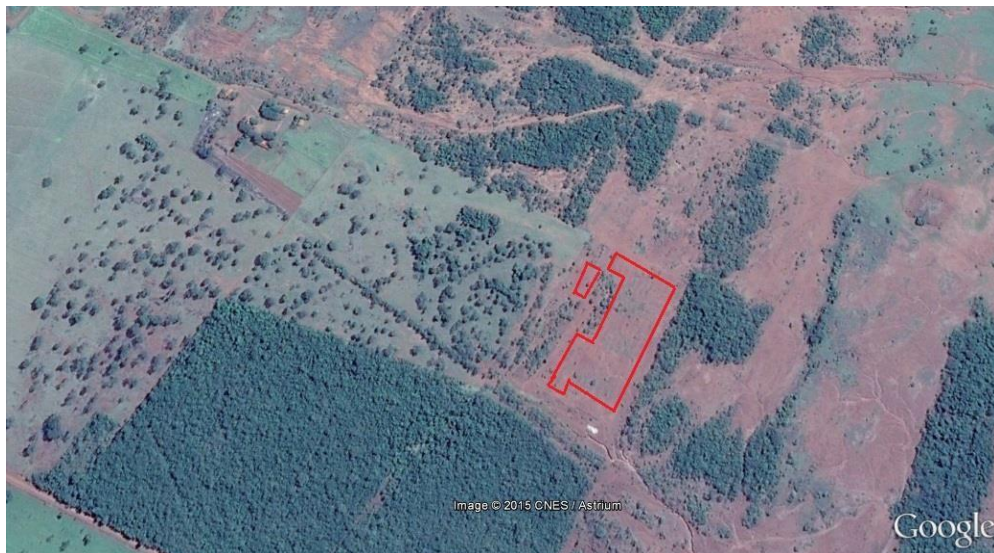


#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foi estabelecida uma área experimental em novembro de 2011, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia – UNESP/Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria/MS, em área degradada, na década de 60, pela construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (SP). Destas áreas, foram removidos a vegetação nativa de cerrado e os horizontes superficiais do solo, expondo o subsolo que, até hoje, permanece sem cobertura vegetal, apresentando teores baixos de nutrientes analisados segundo metodologia de Rajj et al., (2001) ( $P_{\text{resina}} = 3 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $MO = 10 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 4,5$ ;  $\text{K}^+ = 0,5$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 1$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 1$ ;  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} = 27$ ;  $\text{Al}^{3+} = 5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{B} = 0,11$ ;  $\text{Cu} = 0,6$ ;  $\text{Fe} = 2$ ;  $\text{Mn} = 12$ ;  $\text{Zn} = 0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ).

A área em avaliação tem extensão de  $34.000 \text{ m}^2$  ou  $3,4 \text{ ha}$  (Latitude  $20^\circ 23' 02''$  Sul e Longitude  $51^\circ 24' 24''$  Oeste), onde foram estabelecidos tratamentos, com o objetivo geral de criar no solo degradado condições de suporte à vegetação nativa, no caso o cerrado (**Figura 1**).

**Figura 1** - Vista aérea da área de empréstimo em recuperação, da FEPE/UNESP, em Selvíria-MS.



Fonte: Google Earth (2015).

A área foi gradeada (grade média/15 cm de profundidade), os resíduos (macrófitas e cinza) foram distribuídos a lanço, com um distribuidor de calcário, e incorporados ao solo degradado com grade.

As macrófitas aquáticas (MC) utilizadas foram coletadas na Usina Hidrelétrica de Jupia/MS, secas ao sol durante 120 dias, e analisadas segundo metodologia descrita por Malavolta et al., (1997) obtendo os seguintes resultados: N= 17,6; P=1,7; K= 6,5; Ca= 11,6; Mg= 2,4 g kg<sup>-1</sup> S= 6,7 B=27; Cu= 57; Fe=2000; Mn=194; e Zn= 34 mg kg<sup>-1</sup>, as quais forneceram ao solo na aplicação de 16 e 32 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente: 281,6 e 536,2 kg ha<sup>-1</sup> de N; 27,2 e 54,4 kg ha<sup>-1</sup> de P; 104 e 208 kg ha<sup>-1</sup> de K; 185,6 e 371,2 kg ha<sup>-1</sup> de Ca; 38,4 e 76,8 kg ha<sup>-1</sup> de Mg; 107,2 e 214,4 g ha<sup>-1</sup> de S; 432 e 864 g ha<sup>-1</sup> de B; 912 e 1824 g ha<sup>-1</sup> de Cu; 32000 e 64000 g ha<sup>-1</sup> de Fe; 3104 e 6208 g ha<sup>-1</sup> de Mn e 544 e 1088 g ha<sup>-1</sup> de Zn.

De acordo com Veline (2005), estudando as macrófitas presentes no Lago da Usina Hidrelétrica de Jupia, descreve sua composição como uma mistura de plantas, especialmente, de aguapé-de-cordão (*Eichhornia azurea* Kunth), aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.), alface-d'água (*Pistia stratiotes* L.) e taboa (*Typha latifolia* L.).

A cinza (CZ) incorporada ao solo foi coletada na caldeira da Usina Alcoolvale: açúcar e álcool S.A., em Aparecida do Taboado/MS, foi seca a pleno sol por 30 dias, e analisada de acordo com Raij et al. (2001), sendo obtido os seguintes resultados: P<sub>resina</sub>= 167 mg dm<sup>-3</sup>; MO= 28 g dm<sup>-3</sup>; pH<sub>(CaCl2)</sub> = 8,9; K<sup>+</sup> = 36,6; Ca<sup>2+</sup> =242; Mg<sup>2+</sup> = 23; H+Al= 8; Al<sup>3+</sup> = 0; SB= 301,6; CTC= 309,6mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V= 97%; Ca/CTC= 78%; Mg/CTC= 7% e Sat. Alumínio= 0), fornecendo 12,28; 24,56 e 36,83 kg ha<sup>-1</sup> de P; 2058,82; 4117,65 e 6176,47 kg ha<sup>-1</sup> de MO, 105,22; 210,44 e 315,66 kg ha<sup>-1</sup> de K<sup>+</sup>, 356,58; 705,88 e 1058,82 kg ha<sup>-1</sup> de Ca<sup>2+</sup> e de Mg<sup>2+</sup> 20,55; 41,10 e 61,65 kg ha<sup>-1</sup>, a partir da aplicação de 15, 30 e 45 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Análise total da CZ, realizada no Instituto agrônomo de Campinas, Centro de P&D de Solos e Recursos Ambientais, laboratório de Fertilizantes e Resíduos, apresentou P = 0,86 g kg<sup>-1</sup>; K = 1617 mg kg<sup>-1</sup>, Ca = 5,3; Mg = 1,1; Zn = 12,4 g kg<sup>-1</sup>; C = 570,0 g kg<sup>-1</sup> e Al = 1710 mg kg<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, doses de macrófitas e cinza (0, 16 e 32 t ha<sup>-1</sup> e 0, 15, 30 e 45 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente), que combinadas formaram 12 tratamentos (T1= 00CZ+00MC; T2= 15CZ+00MC; T3= 30CZ+00MC; T4= 45CZ+00MC; T5= 00CZ+16MC; T6= 15CZ+16MC; T7= 30CZ+16MC; T8= 45CZ+16MC; T9= 00CZ+32MC; T10= 15CZ+32MC; T11= 30CZ+32MC; T12= 45CZ+32MC em t ha<sup>-1</sup> de MC= macrófita aquática e CZ= cinza palha de cana-de-açúcar),

com três repetições, estabelecidos em 36 parcelas de 20 x 30 m (600m<sup>2</sup>) cada uma, e separadas por faixas de 05 m de largura.

Após o preparo do solo e incorporação das macrófitas e cinza com grade de 15 cm de profundidade (Nov/2011) a área permaneceu em pousio por 03 meses, após este período mudas de 10 espécies arbóreas de cerrado, entre estas o Gonçalo Alves, foram introduzidas na área experimental, o que ocorreu em fevereiro de 2012, num total de 1080 mudas.

As mudas de Gonçalo Alves (111), foram introduzidas aleatoriamente 3 em cada parcela, juntamente com as outras nove espécies. O plantio foi feito em covas (40 cm de profundidade), em espaçamento 4,0 x 5,0 m, tendo sido irrigadas semanalmente, durante o período mais seco do primeiro ano de plantio, os dados de precipitação e temperatura estão apresentados nas **Figura 2 e 3**, e a vegetação espontânea que se estabeleceu nas parcelas não foi removida.

Após 12 meses da introdução das mudas na área experimental, avaliou-se as características químicas do solo (RAIJ et al., 2001), em cada parcela foi coletada uma amostra composta (de 5 amostras simples), na profundidade de 0-20 cm, produzindo total de 36 amostras. Aos 12 meses as mudas também foram avaliadas para o estado nutricional (MALAVOLTA et al.,1997), a coleta foi realizada em todas as parcelas, totalizando 36 amostras compostas (de 3 simples), coletaram-se folhas aleatórias em três plantas, pois as mudas apresentavam-se com altura de 60-70 cm, impedindo a coleta de muitas folhas na mesma planta.

Os incrementos em altura e diâmetro foram avaliados, diminuindo-se do valor de cada variável, medida aos 12 meses, a medida realizada no plantio. As medidas iniciais, tomadas em fevereiro de 2012, serviram de base para os cálculos do Incremento Periódico (IP), de acordo com a equação (ENCINAS et al., 2005):

$$IP = X_f - X_i$$

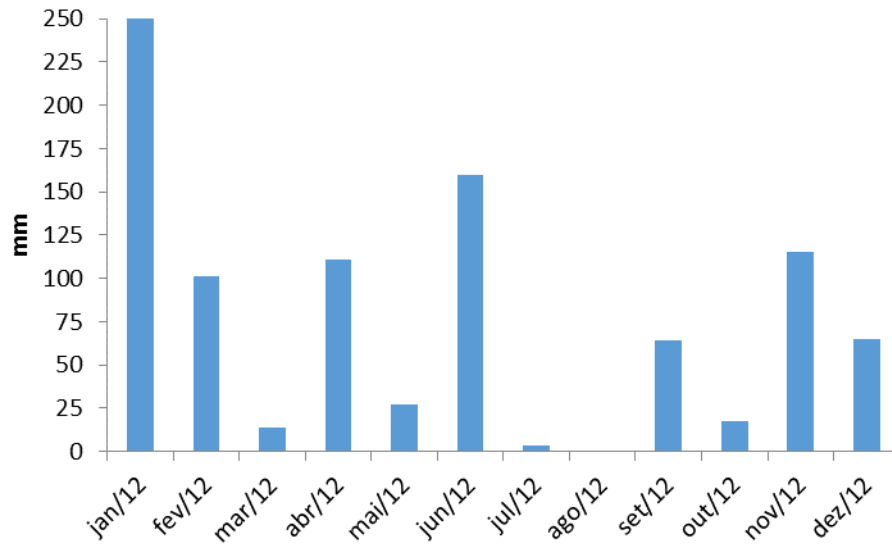
Onde:

$IP$  = Incremento Periódico

$X_i$  = valor da altura ou diâmetro no início do período

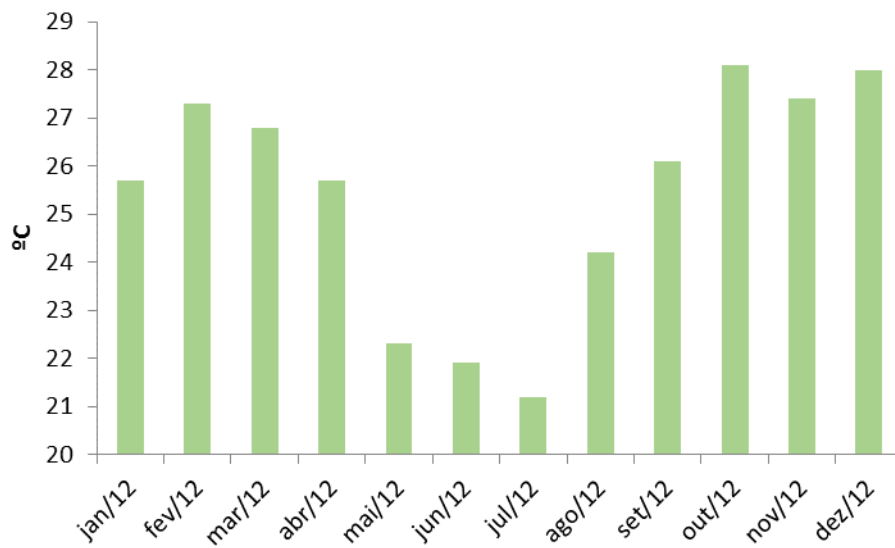
$X_f$  = valor da altura ou diâmetro ao final do período.

**Figura 2** - Dados de precipitação média em 2012.



**Fonte:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP, (200-). Canal clima da Unesp Ilha Solteira: área de hidráulica e irrigação. Ilha Solteira: UNESP. Disponível em: < <http://clima.feis.unesp.br/> >. 2013.

**Figura 3** - Dados de temperatura média em 2012.



**Fonte:** UNESP (2013). Disponível em: < <http://clima.feis.unesp.br/> >.

A sobrevivência foi avaliada, pelo cálculo da taxa de sobrevivência das plantas após um ano de sua introdução na área experimental. A taxa de sobrevivência (TS) foi determinada por meio da seguinte equação (OLIVEIRA, 2006):

$$TS\% = (N_i/N) \times 100 = (N - N_m/N) \times 100$$

Onde:

TS% = Taxa de sobrevivência

N = número de indivíduos no início do período avaliado

N<sub>i</sub> = número de indivíduos sobreviventes durante o período avaliado

N<sub>m</sub> = número de indivíduos mortos durante o período avaliado.

Para avaliação comparativa do estado nutricional das mudas introduzidas na área degradada em recuperação, foram coletadas e avaliadas plantas adultas e mudas de *Astronium fraxinifolium* da Reserva Legal da FEPE/UNESP, Câmpus de Ilha Solteira (cerrado conservado), localizada no município de Selvíria/MS, na latitude 20°21' S e na longitude 51°23' W, não muito distante da área experimental (**Figura 4**) e onde tem-se área de cerrado conservado.

**Figura 4** - Vista aérea da Reserva Legal (cerrado conservado), da FEPE/UNESP, em Selvíria- MS.



Fonte: Google Earth (2015).

A Reserva Legal (cerrado conservado) é remanescente florestal de transição de Floresta Semidecidual e Cerrado, ocupando área de 99,69 ha. O solo desta, foi classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, 2013), como Latossolo Vermelho distrófico típico.

Nesta área, foram georeferenciadas 10 espécimes de *Astronium fraxinifolium*, e próximo à estas foram coletadas as mudas. As plantas adultas amostradas produziram 10 amostras (cada amostra composta de 3 subamostras, coletadas na base da copa, devido a sua altura (10-15 m) em 3 pontos diferentes e as mudas (altura aproximada de 0,70 m) produziram 10 amostras (cada amostra também composta de 3 subamostras coletadas de diferentes galhos), que foram utilizadas para comparação das concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Estas foram secas e submetidas à análise foliar (MALAVOLTA et al., 1997). A coleta das folhas em campo foi realizada em março de 2014.

Acompanhando a amostragem das folhas, o solo também, foi coletado, sob as plantas, com 03 repetições, na profundidade de 0,0 a 0,20 m, e analisados os atributos químicos: P, MO, pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V (RAIJ et al., 2001).

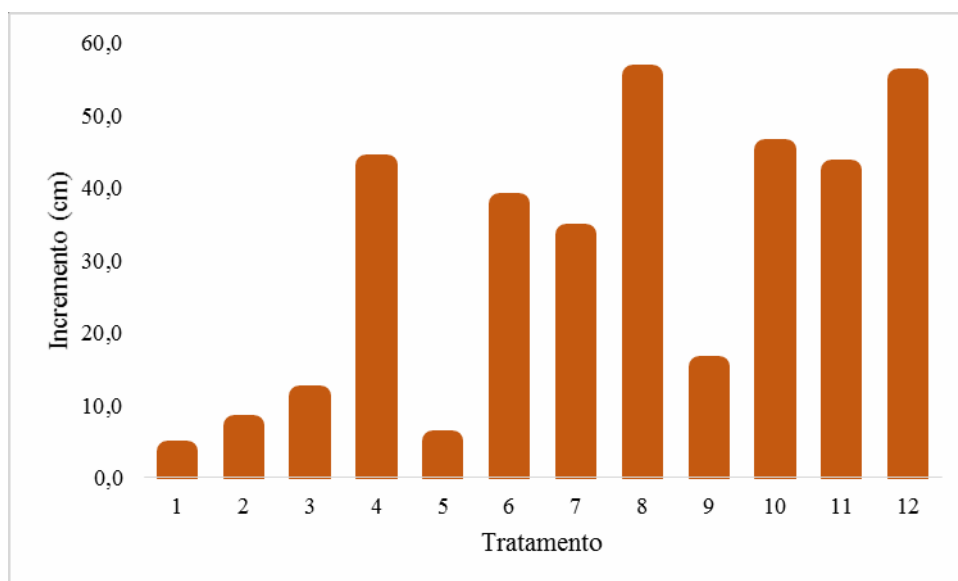
Os dados obtidos para solo e planta foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey e regressão ( $P < 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de sobrevivência das mudas de Gonçalo Alves até o 12º mês (março de 2013) foi de 100%, para todos os tratamentos, sendo a taxa de sobrevivência considerada elevada, para área tão degradada. Duboc (2005), considerou taxa de sobrevivência alta ( $\geq 81\%$ ), sugerindo adequabilidade desta espécie ao processo de recuperação da área degradada. Sampaio; Pinto (2007) e Cortes (2012), também encontraram alta taxa de sobrevivência, aproximadamente 83%, para o Gonçalo Alves, em trabalho semelhante.

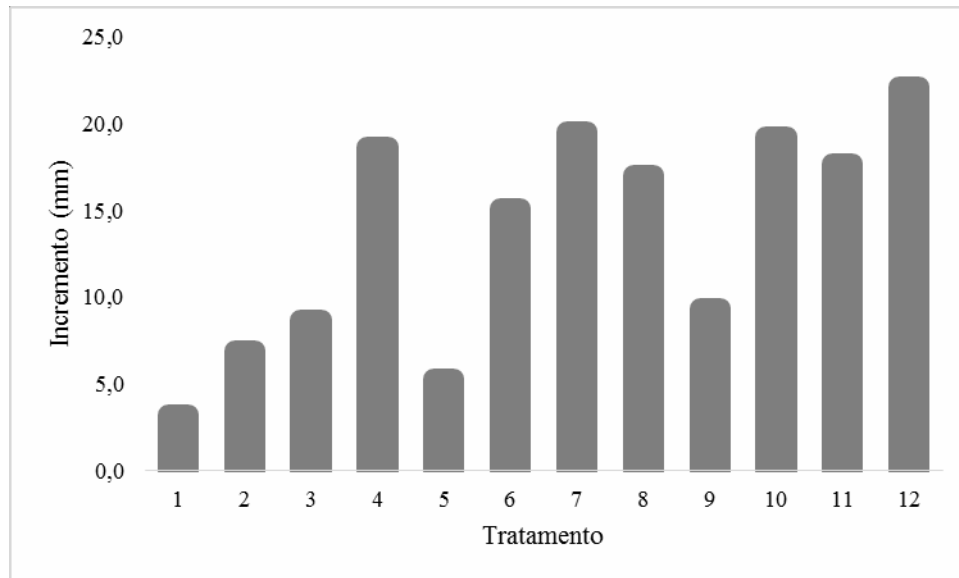
Os valores médios de incrementos em altura de planta e diâmetro de caule, registrados aos 12 meses de monitoramento (**Figuras 5, 6 e Tabelas 1 e 2**), são maiores nos tratamentos 4, 8, 10, 11 e 12, respectivamente 00MC+CZ45, 16MC+45CZ, 15CZ+32MC, 30CZ+32MC e 32MC+45CZ, isto é, nos tratamentos que receberam as maiores doses de cinza, o que coincide com maiores valores de pH (4,3 a 4,7), embora ainda indique elevada acidez e possam ser considerados fortemente ácidos de acordo com Embrapa (2006). Nestes tratamentos também foram observados os maiores teores de K, Ca, Mg, menores acidez potencial e alumínio, e significativo para bloco em acidez potencial e ferro (**Tabelas 3 e 4**).

**Figura 5** - Valores médios de incrementos na altura de planta (cm), para cada tratamento (Tratamentos 1 = 00CZ+00MC; 2=15CZ+00MC; 3 = 30CZ+00MC; 4 = 45CZ+00MC; 5 =00CZ+16MC; 6 = 15CZ+16MC; 7 = 30CZ+16MC; 8 = 45CZ+16 MC; 9 = 00CZ+32MC; 10 = 15CZ+32MC; 11 = 30CZ+32MC; 12 = 45CZ+32MC em  $t\ ha^{-1}$  de MC=macrófita e CZ=cinza) após 12 meses do plantio das mudas em campo.



Fonte: Mizobata (2015).

**Figura 6** - Valores médios de incrementos no diâmetro do caule (mm), para cada tratamento (Tratamentos 1 = 00CZ+00MC; 2=15CZ+00MC; 3 = 30CZ+00MC; 4 = 45CZ+00MC; 5 =00CZ+16MC; 6 = 15CZ+16MC; 7 = 30CZ+16MC; 8 = 45CZ+16 MC; 9 = 00CZ+32MC; 10 = 15CZ+32MC; 11 = 30CZ+32MC; 12 = 45CZ+32MC em t ha<sup>-1</sup> de MC=macrófita e CZ= cinza) após 12 meses do plantio das mudas em campo.



Fonte: Mizobata (2015).

Vários pesquisadores tem mostrado em seus trabalhos o uso de material vegetal calcinado (“biochar” ou “black carbon”) na recuperação de solos degradados, pois este resíduo condiciona o solo, melhorando as condições de fertilidade, reduzindo a densidade, melhorando a água disponível, a aeração e também a microbiota do solo (SHRESTHA et al., 2010; OHSOWSKI et al., 2012). Este resíduo é citado neste trabalho como cinza, que se trata também de resíduo vegetal calcinado, e que vem contribuindo para melhorar a área degradada.

Para altura de planta, os incrementos variaram de 3,8 a 55,6 cm, com o menor valor obtido no tratamento sem adição de resíduos e o maior valor, obtido na maior dose de MC e CZ combinadas. Os menores incrementos em altura foram observados nos tratamentos 1, 2, 3, 5 e 9, com valores variando de 3,8 (11%) a 15,4 cm (35%) (**Figura 5**), Venturoli et al., (2013), considerou valores de incrementos satisfatórios, para espécie típica de Cerrado sentido restrito, quando acima de 40% para altura de planta e de 25% para diâmetro de caule, neste estudo, o diâmetro apresentou incrementos satisfatórios em todos os tratamentos, de 3,2 (35%) a 22,1 mm (82%) (**Figura 6**), enquanto os incrementos em altura foram variáveis e nem sempre atingiram 40%.



**Tabela 1** - Valores médios de altura inicial de planta (ALT) e após 12 meses (ALT 2), diferença entre altura inicial e após 12 meses (DALT), diâmetro inicial de caule (DM) e após 12 meses (DM 2) e a diferença entre eles (DDM), mudas de Gonçalo Alves nas diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza), valores de F e coeficiente de variação (CV).

Fontes de Variação	ALT	ALT 2	DALT <sup>#</sup>	DM	DM 2	DDM <sup>#</sup>
	----- cm -----			----- mm -----		
<b>Bloco (BI)</b>						
1	26,33 a	55,11 a	28,77 a	5,37 a	18,01 a	12,64 a
2	26,42 a	62,89 a	36,47 a	5,54 a	21,31 a	15,77 a
3	26,49 a	52,03 a	27,54 a	5,01 a	17,80 a	12,78 a
<b>Macrófita (MC)</b>						
0 t ha <sup>-1</sup>	28,54 a	44,65 b	15,86 b	5,44 a	14,88 b	9,59 b
16 t ha <sup>-1</sup>	24,76 a	59,92 a	37,34 a	5,29 a	20,33 a	15,04 a
32 t ha <sup>-1</sup>	26,01 a	65,00 a	41,64 a	5,20 a	22,10 a	17,51 a
<b>Cinza (CZ)</b>						
0 t ha <sup>-1</sup>	29,41	37,50	9,00	5,98	11,94	5,95
15 t ha <sup>-1</sup>	26,96	56,32	29,65	5,46	18,98	14,54
30 t ha <sup>-1</sup>	25,69	55,35	31,53	4,95	20,66	15,71
45 t ha <sup>-1</sup>	23,83	75,53	54,73	4,87	24,56	19,68
<b>Valor de F</b>						
BI	0,00 <sup>ns</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>
MC	2,24 <sup>ns</sup>	7,27 <sup>**</sup>	12,40 <sup>**</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	9,25 <sup>**</sup>	9,41 <sup>**</sup>
CZ	2,57 <sup>ns</sup>	12,15 <sup>**</sup>	20,59 <sup>**</sup>	5,76 <sup>**</sup>	13,42 <sup>**</sup>	16,31 <sup>**</sup>
MCxCZ	1,49 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>
CV (%)	29	42	42	21	39	30

<sup>#</sup>=dados transformados para  $\sqrt{(x+0,5)}$ ; Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>= valores significativos para  $P < 0,01$  e  $< 0,05$ , respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 2** - equações de regressão e valores de  $r^2$ , para alt 2, dalt, dm, dm 2 e ddm, em relação à cinza (cz), quanto às medias de mudas de gonçalo alves em diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza).

	Equações	R <sup>2</sup>
ALT2	$\hat{Y} = 27,8755 + 11,3180x$ t= 5,029 <sup>**</sup> 5,592 <sup>**</sup>	0,8836
DALT	$\hat{Y} = -3,0825 + 13,1129x$ t= -0,559 <sup>ns</sup> 6,510 <sup>**</sup>	0,9039
DM	$\hat{Y} = 6,2785 - 0,3849x$ t= 23,865 <sup>**</sup> -4,007 <sup>**</sup>	0,9274
DM 2	$\hat{Y} = 9,3825 + 3,8140x$ t= 5,456 <sup>**</sup> 6,073 <sup>**</sup>	0,9261
DDM	$\hat{Y} = 3,1040 + 4,1989x$ t= 1,802 <sup>ns</sup> 6,677 <sup>**</sup>	0,9327

<sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>= valores significativos para  $P < 0,01$  e  $< 0,05$ , respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 3** - Características químicas do solo, 12 meses após o estabelecimento dos tratamentos, valores de F e coeficientes de variação (CV).

Fonte de Variação	P (mg dm <sup>-3</sup> )	MO (g dm <sup>-3</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	K ----- (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ca	Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	H+Al -----	Al	B -----	Cu --	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	Mn -----	Zn# -----
<b>Bloco (Bl)</b>													
1	1,0	9,1	4,6	1,0	7,0	3,5	23,0b	4,5	0,1	0,6	3,1a	12,0	0,2
2	1,0	9,0	4,5	0,8	6,0	2,6	24,5ab	5,1	0,1	0,6	2,5ab	11,4	0,2
3	1,0	9,0	4,5	0,8	4,6	2,5	25,3a	5,3	0,1	0,7	2,2b	10,9	0,1
<b>Macrófita (MC)</b>													
0 t ha <sup>-1</sup>	1,0a	8,6b	4,5a	0,6b	4,9a	2,3a	24,7a	5,5ab	0,1b	0,6a	2,3a	11,4a	0,1 <sup>a</sup>
16 t ha <sup>-1</sup>	1,0a	9,6a	4,5a	0,8b	5,3a	3,0a	24,8a	5,7a	0,1a	0,7a	2,8a	12,0a	0,2 <sup>a</sup>
32 t ha <sup>-1</sup>	1,0a	8,9ab	4,6a	1,1a	6,0a	3,3a	23,4a	3,8b	0,1ab	0,6a	2,7a	11,0a	0,2 <sup>a</sup>
<b>Cinza (CZ)</b>													
0 t ha <sup>-1</sup>	1,0	9,0	4,4	0,6	3,8	1,8	27,3	8,0	0,1	0,7	2,4	12,3	0,2
15 t ha <sup>-1</sup>	1,0	9,2	4,4	0,7	4,2	3,1	25,4	5,2	0,1	0,7	2,6	12,1	0,2
30 t ha <sup>-1</sup>	1,0	9,1	4,6	1,0	7,3	3,0	23,1	4	0,1	0,7	3,0	11,0	0,1
45 t ha <sup>-1</sup>	1,0	8,8	4,7	1,2	8,1	3,5	21,2	2,7	0,1	0,6	2,3	10,6	0,2
<b>Valor de F</b>													
Bl	0,00 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	2,32 <sup>ns</sup>	3,04 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	4,21*	0,69 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	5,59*	0,76 <sup>ns</sup>	2,62 <sup>ns</sup>
MC	0,00 <sup>ns</sup>	4,91*	1,77 <sup>ns</sup>	10,79**	1,24 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	4,24*	2,20 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	2,34 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>ns</sup>
CZ	0,00 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	10,94**	10,16**	6,54**	3,08*	16,09**	14,55**	0,73 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
MCxCZ	0,00 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	2,24 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
CV (%)	0	9	3	31	44	46	8	36	21	16	26	18	9

#=dados transformados para  $\sqrt{(x+0,5)}$ ; Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 4** - Equações de regressão e valores de  $R^2$ , para pH, K, Ca, Mg, H+Al e Al, em função das doses de cinza (CZ).

Cinza (CZ)	$R^2$
<b>pH</b>	
$\hat{y} = 4,3399 + 0,0086x$ $t = 102,544^{**} \quad 5,697^{**}$	0,9894
<b>K</b>	
$\hat{y} = 0,5456 + 0,0145x$ $t = 7,355^{**} \quad 5,493^{**}$	0,9896
<b>Ca</b>	
$\hat{y} = 3,4444 + 0,1074x$ $t = 4,828^{**} \quad 4,225^{**}$	0,9104
<b>Mg</b>	
$\hat{y} = 2,0778 + 0,0348x$ $t = 5,723^{**} \quad 2,691^*$	0,7847
<b>H+Al</b>	
$\hat{y} = 27,3778 - 0,1378x$ $t = 49,146^{**} \quad -6,941^{**}$	0,9982
<b>Al</b>	
$\hat{y} = 7,5556 - 0,1148x$ $t = 15,158^{**} \quad -6,464^{**}$	0,9574

<sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>= valores significativos para  $P < 0,01$  e  $< 0,05$ , respectivamente.

**Fonte:** Mizobata (2014).

A adição de resíduos como condicionantes do solo, para introdução das mudas, mostrou-se eficaz, para os dois resíduos no que diz respeito aos incrementos em altura. Observando os tratamentos de 1 a 4, onde não há incorporação de macrófitas, nota-se a importância das doses crescentes de cinza, efeito intensificado na presença das macrófitas (**Figura 5**). Comportamento semelhante, em relação aos resíduos aplicados, também foi observado para os incrementos em diâmetro.

Gunnarsson e Petersen (2007) descreveram o uso de macrófitas como importante para melhorar as condições químicas do solo, bem como as microbiológicas, a adição de macrófitas proporcionou incrementos na altura e diâmetro do Gonçalo Alves, o que foi corroborado por Caldeira Junior et al. (2009), em trabalho com a mesma espécie e lodo de esgoto.

Na comparação do estado nutricional do *Astronium fraxinifolium* planta adulta com mudas, coletadas em fragmento de cerrado conservado, as mudas apresentaram concentrações foliares de N, K, S e Zn superiores aos das plantas adultas, apesar de não haver diferenças estatísticas para os outros nutrientes, numericamente as concentrações foliares foram maiores sempre para mudas, o que sugere e explica com base no efeito concentração, o qual é maior em plantas com menor matéria seca (**Tabela 5**).

**Tabela 5** - Concentrações foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), para mudas e plantas adultas (PA) de Gonçalo Alves em cerrado conservado, valores de F e coeficiente de variação (CV).

Fontes de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu #	Fe	Mn	Zn
	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----						----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----				
<b>Mudas</b>	25,34 a	2,13 a	9,40 b	10,97 a	4,23 a	1,67 a	46,80 a	2,50 a	138,30 a	41,20 a	20,01 a
<b>PA</b>	21,80 b	1,73 a	7,40 a	8,92 a	4,07 a	1,47 b	37,60 a	2,20 a	125,90 a	36,40 a	14,50 b
<b>Valores de F</b>	8,88 **	3,16 <sup>ns</sup>	4,95 *	4,26 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	5,44 *	2,74 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	3,34 <sup>ns</sup>	9,88 **
<b>CV (%)</b>	11	26	24	22	24	12	30	26	22	15	23

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

**Fonte:** Mizobata (2014).

Natale et al. (2002), trabalhando com goiabeira e aplicação de Zn, encontrou maiores valores de Zn nas mudas, quando comparadas às plantas adultas, o que Malavolta (1980) atribui aos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, que apresentam maior atividade metabólica em folhas mais novas.

Duboc (2005) avaliando mudas de Gonçalo Alves aos 12 meses encontrou concentrações médias de N entre 14,10 e 14,50 g kg<sup>-1</sup>, valores mais baixos do que os observados para mudas coletadas em cerrado conservado (25,34 g kg<sup>-1</sup>), e na área experimental (entre 19,47 e 21,51 g kg<sup>-1</sup>) (**Tabelas 5 e 6**), sugerindo que as mudas introduzidas no experimento apresentaram concentração foliar de N adequada.

A utilização das macrófitas aquáticas, como condicionantes do subsolo exposto, influenciaram apenas as concentrações foliar de Fe e Zn, com maiores incrementos em Zn associados às maiores doses de macrófitas, o que pode ser explicado pela alta reatividade da matéria orgânica (MO), contida nas MC, regulando a disponibilidade de Zn, Mn e P (MEURER, 2007) (**Tabela 6**). No entanto, para o Fe, sua concentração foliar foi reduzida quando da adição de macrófitas, Paula (2011), encontrou comportamento oposto, em solo de cerrado sentido restrito com menores teores de matéria orgânica, observou maiores concentrações no teor de Fe.

As doses de cinza contribuíram para elevar os teores foliares de Ca e Zn e reduzir o teor de Fe, quando comparado ao tratamento sem adição de cinza (**Tabela 6, 7, 8, 9 e 10**). Importante mencionar que, as mudas em desenvolvimento na área experimental, apresentaram teores foliares de N, K, S e B semelhantes às mudas coletadas em campo (**Tabela 11**), sugerindo que, as condições desses nutrientes do solo, na área do experimento são semelhantes aos presentes no fragmento de cerrado, devido à adição dos resíduos.

Boro e enxofre (S) não foram limitantes para o crescimento e qualidade das mudas. Costa et al., (2008), avaliando a nutrição de uma espécie comestível, concluíram que B e S são elementos limitantes, que pode prejudicar o transporte e a ação dos reguladores de crescimento, causando menor desenvolvimento da parte aérea.

As mudas na área experimental apresentam-se com concentrações foliares elevados em Cu, Fe e Zn, enquanto para P, Ca, Mg, os teores foliares das mudas foram menores no experimento do que nas mudas do cerrado (**Tabelas 6 e 11**), indicando necessidade de calagem destes no solo para aumentar o pH e a disponibilidade de P e melhorar a absorção pela planta, uma vez que os resíduos adicionados não foram suficientes para melhorar o

**Tabela 6** - Concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de mudas de Gonçalo Alves introduzidas em tratamentos com doses macrófita e cinza, valores de F e coeficiente de variação (CV).

Fontes de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----						----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----				
<b>Bloco (BI)</b>											
1	19,99	0,81	6,67	5,25	1,86	1,36	37,07	19,08	383,46	30,21	98,38
2	20,87	0,92	8,08	5,12	1,59	1,26	35,87	20,18	375,71	28,88	98,75
3	19,86	0,97	8,42	4,78	1,55	1,37	38,09	15,04	414,50	30,92	91,92
<b>Macrófita (MC)</b>											
0 t ha <sup>-1</sup>	19,47 a	0,83 a	7,63 a	4,82 a	1,61 a	1,26 a	40,60 a	20,96 a	559,83 a	31,04 a	74,50 b
16 t ha <sup>-1</sup>	20,87 a	0,91 a	7,50 a	4,79 a	1,67 a	1,42 a	38,39 a	15,54 a	341,04 b	28,63 a	111,54 a
32 t ha <sup>-1</sup>	20,39 a	0,96 a	8,04 a	5,55 a	1,72 a	1,32 a	32,04 a	17,80 a	272,79 b	30,33 a	103,00 a
<b>Cinza (CZ)</b>											
0 t ha <sup>-1</sup>	19,53	0,89	6,89	3,13	1,66	1,45	41,59	7,33	551,33	28,44	23,00
15 t ha <sup>-1</sup>	21,51	0,83	7,78	4,79	1,56	1,44	39,59	24,50	345,94	34,94	142,00
30 t ha <sup>-1</sup>	19,62	0,88	7,28	5,23	1,78	1,30	35,49	14,56	399,83	30,44	106,56
45 t ha <sup>-1</sup>	20,32	1,00	8,94	7,04	1,65	1,13	31,36	26,01	267,78	26,17	113,83
<b>Valor de F</b>											
BI	0,78 <sup>ns</sup>	2,36 <sup>ns</sup>	2,63 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	3,62 <sup>*</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
MC	1,29 <sup>ns</sup>	1,69 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	25,81 <sup>**</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	25,22 <sup>**</sup>
CZ	1,62 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	5,25 <sup>**</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	10,02 <sup>**</sup>	12,34 <sup>**</sup>	2,38 <sup>ns</sup>	131,96 <sup>**</sup>
MCxCZ	1,99 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	6,55 <sup>**</sup>	3,37 <sup>*</sup>	13,66 <sup>**</sup>
<b>CV (%)</b>	11	20	26	42	18	24	29	46	26	24	14

Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>= valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

estado nutricional das mudas (KITAMURA et al., 2008). Para bloco, apenas a concentração de Mg apresentou diferença no valor de F, não diferindo estatisticamente (**Tabela 6**).

A adição dos resíduos influenciaram o solo degradado. As macrófitas elevaram os teores de MO e K, embora o K ainda seja considerado de baixa concentração (**Tabela 3**), sendo necessária sua complementação, visando atender às necessidades das plantas (KITAMURA et al., 2008).

**Tabela 7** - Equações de regressão e valores de  $R^2$ , para Ca, Cu, Fe, Mn e Zn, em relação à cinza (CZ), quanto aos teores foliares no Gonçalo Alves em diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza).

	Equação	R <sup>2</sup>
<b>Ca</b>	$\hat{Y} = 2,0100 + 1,2160x$ t = 3,340* 3,877**	0,9553
<b>Cu</b>	$\hat{Y} = 6,5778 + 4,6089x$ t = 1,933 <sup>ns</sup> 3,710**	0,4577
<b>Fe</b>	$\hat{Y} = 590,4167 - 79,6778x$ t = 14,145** - 5,228**	0,7382
<b>Zn</b>	$\hat{Y} = -102,5694 + 163,3583x - 27,9306x^2$ t = -8,261** 14,422** -12,525**	0,7531

<sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para  $P < 0,01$  e  $< 0,05$ , respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 8** - Desdobramento da interação Macrófita (MC) X Cinza (CZ), valores de  $R^2$  e F, para Fe, quanto aos teores foliares no Gonçalo Alves em diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza).

Dose (MC)	Equação	R <sup>2</sup>	F	
<b>Fe</b>				
0 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 917,6667 - 143,1333x$ t = 12,98** - 5,54**	0,5937	16,50**	
16 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 904,6250 - 390,3083x + 54,9583x^2$ t = 5,63** - 2,66* 1,90 <sup>ns</sup>	0,9236	8,16**	
32 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 397,2917 - 153,9250x + 34,7083x^2$ t = 2,47* - 1,05 <sup>ns</sup> 1,20 <sup>ns</sup>	0,8266	0,78 <sup>ns</sup>	
<b>Médias</b>				
<b>Dose (CZ)</b>	<b>0 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>15 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>30 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>45 t ha<sup>-1</sup></b>
	797,00 a	494,67 a	694,33 a	253,33
	587,33 a	289,67 ab	282,50 b	204,67
	269,67 b	253,50 b	222,67 b	345,33
<b>F</b>	20,23**	4,86*	18,93**	1,47 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para  $P < 0,01$  e  $< 0,05$ , respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 9** - Desdobramento da interação Macrófita (MC) X Cinza (CZ), valores de R<sup>2</sup> e F, para Mn quanto aos teores foliares no Gonçalo Alves em diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza).

Dose (MC)	Equação	R <sup>2</sup>	F	
<b>Mn</b>				
0 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 16,8750 + 18,2917x - 4,2083x^2$ t = 1,49 <sup>ns</sup> 1,77 <sup>ns</sup> -2,07*	0,8335	2,47 <sup>ns</sup>	
16 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 39,2500 - 4,2500x$ t = 7,89** -2,34*	0,9779	1,75 <sup>ns</sup>	
32 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = 5,5000 + 19,4333x - 3,1667x^2$ t = 0,49 <sup>ns</sup> 1,88 <sup>ns</sup> -1,56 <sup>ns</sup>	0,4066	4,89**	
<b>Médias</b>				
<b>Dose (CZ)</b>	<b>0 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>15 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>30 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>45 t ha<sup>-1</sup></b>
	32,00 ab	33,50	37,00	21,67
	34,33 a	31,33	27,33	21,50
	19,00 b	40,00	27,00	35,33
<b>F</b>	3,88*	1,16 <sup>ns</sup>	1,84 <sup>ns</sup>	3,58*

Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 10** - Desdobramento da interação Macrófita (MC) X Cinza (CZ), valores de R<sup>2</sup> e F, para Zn quanto aos teores foliares no Gonçalo Alves em diferentes doses de resíduos (macrófitas e cinza).

Dose (MC)	Equação	R <sup>2</sup>	F	
<b>Zn</b>				
0 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = -30,5000 + 85,5000x - 14,5000x^2$ t = -1,42 <sup>ns</sup> 4,36** -3,76**	0,1815	51,95**	
16 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = -154,8750 + 220,4417x - 37,9583x^2$ t = -7,20** 11,24** -9,83**	0,9712	60,17**	
32 t ha <sup>-1</sup>	$\hat{Y} = -122,3333 + 184,1333x - 31,3333x^2$ t = -5,69** 9,39** -8,12**	0,9110	47,21**	
<b>Médias</b>				
<b>Dose (CZ)</b>	<b>0 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>15 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>30 t ha<sup>-1</sup></b>	<b>45 t ha<sup>-1</sup></b>
	21,00	141,00	37,00 b	99,00
	23,67	146,00	153,00 a	123,50
	24,33	139,00	129,67 a	119,00
<b>F</b>	0,05 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	63,09**	2,85 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).



A adição de MC reduziu o teor de Al e não influenciou os demais elementos. No caso do B, embora com diferença estatística significativa, a variação foi de 0,11 a 0,13 (**Tabela 3**), que pode ser considerada muito baixa, como encontrado por Lima et al. (2007) em diferentes tipos de solo.

O uso de resíduo agroindustrial na agricultura, para neutralizar solos ácidos e para facilitar a revegetação de solos degradados, representa alternativa que pode ser ainda suplementada com aditivos orgânicos. Neste caso, a CZ elevou o pH, K, Ca, Mg como também observado por Ram; Mastro (2014), além de reduzir acidez potencial, Al e B, o que à exceção do B é corroborado por Feitosa et al. (2009) que relataram decréscimos para estas variáveis, com o aumento das doses de CZ (**Tabela 3**).

O pH do solo interfere na disponibilidade dos nutrientes para as plantas, e por efeitos diretos ou indiretos proporcionam maior disponibilidade de nutrientes para a planta com pH na faixa de 6,0 a 6,5 (MEURER; 2007).

O teor de Mg no solo não apresentou diferença entre o cerrado e os tratamentos, embora os valores próximos de 4,00 g kg<sup>-1</sup> tenham ocorrido no cerrado e nos tratamentos 16MC+15CZ e 32MC+30CZ, como se o equilíbrio entre os resíduos pudesse explicar o comportamento do Mg (**Tabela 12**), e sua absorção pode ser fortemente influenciada pela disponibilidade de K, Ca e Mn, de acordo com (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Embora sem diferenças estatísticas para os tratamentos de solo é clara a influência de CZ x MC na adição de Zn ao solo (**Tabelas 3 e 12**), Ram e Mastro (2014), encontraram redução no Zn do solo, quando adicionaram resíduo agroindustrial e orgânico combinados, o que demanda estudos mais aprofundados para explicar o observado.

**Tabela 11** - Concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de mudas de Gonçalo Alves após 12 meses de introdução nos tratamentos em solo exposto e no cerrado conservado (CER), valores de F e coeficiente de variação (CV).

Fonte de Variação		N	P	K	Ca <sup>#</sup>	Mg	S	B	Cu <sup>#</sup>	Fe	Mn	Zn
----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----						----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----						
MC	CZ											
00	00	17,48 b	0,69 b	5,33 a	3,07 b	1,47 b	1,11 a	48,37 a	8,00 bc	797,00 a	32,00 abc	21,00 d
00	15	20,58 ab	0,81 b	9,33 a	4,60 b	1,52 b	1,53 a	36,71 a	26,50 ab	494,67 bcd	33,50 abc	141,00 ab
00	30	19,02 ab	0,77 b	6,00 a	4,80 b	1,71 b	1,30 a	50,48 a	13,33 bc	694,33 ab	37,00 abc	37,00 d
00	45	20,81 ab	1,04 ab	9,83 a	6,80 ab	1,73 b	1,11 a	26 84 a	36,00 a	253,33 de	21,67 bc	99,00 c
16	00	19,97 ab	0,86 b	7,33 a	2,83 b	1,54 b	1,67 a	42,68 a	7,50 bc	587,33 abc	34,33 abc	23,67 d
16	15	24,43 a	0,87 b	6,67 a	4,23 b	1,61 b	1,42 a	48,11 a	24,00 ab	289,67 de	31,33 abc	146,00 ab
16	30	19,74 ab	0,90 b	7,33 a	5,23 ab	1,93 b	1,40 a	32,93 a	13,33 bc	282,50 de	27,33 abc	153,00 a
16	45	19,32 ab	1,01 b	8,67 a	6,85 ab	1,60 b	1,18 a	29,85 a	17,33 abc	204,67 e	21,50 bc	123,50 bc
32	00	21,14 ab	1,12 ab	8,00 a	3,50 b	1,98 b	1,59 a	33,75 a	6,50 bc	269,67 de	19,00 c	24,33 d
32	15	19,51 ab	0,80 b	7,33 a	5,56 ab	1,56 b	1,37 a	33,96 a	23,00 abc	253,50 de	40,00 bc	139,00 ab
32	30	20,09 ab	0,97 b	8,50 a	5,65 ab	1,71 b	1,20 a	23,07 a	17,00 abc	222,67 e	27,00 abc	129,67 abc
32	45	20,81 ab	0,96 b	8,33 a	7,47 ab	1,62 b	1,11 a	37,38 a	24,70 bc	345,33 cde	35,33 abc	119,00 bc
CER		25,34 a	2,13 a	9,40 a	10,97 a	4,23 a	1,67 a	46,80 a	2,50 c	138,30 e	41,20 a	20,01 d
Valores de F		4,16 **	6,98 **	1,41 <sup>ns</sup>	7,16 **	14,02 **	2,06 <sup>ns</sup>	2,46 *	11,21 **	19,98 **	4,51 **	85,88 **
CV (%)		11	33	27	15	25	21	27	22	26	21	15

MC=Doses de macrófitas (t ha<sup>-1</sup>); CZ=Doses de cinza (t ha<sup>-1</sup>); <sup>#</sup>=dados transformados para  $\sqrt{(x+0,5)}$ ; Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

**Tabela 12** - Características químicas do solo, após 12 meses de introdução dos tratamentos em solo exposto, e no cerrado conservado (CER), valores de F e coeficiente de variação (CV).

Fonte de Variação		P (mg dm <sup>-3</sup> )	MO (g dm <sup>-3</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	K # -----	Ca # (mmolc dm <sup>-3</sup> )	Mg# -----	H+Al -----	Al -----	B -----	Cu # (mg dm <sup>-3</sup> )	Fe # -----	Mn # -----	Zn# -----
MC	CZ													
00	00	1,00 b	8,33 b	4,30 c	0,37 b	1,33 a	1,33 a	28,00 b	9,33 ab	0,13 a	0,60 b	2,00 b	12,47 a	0,10 a
00	15	1,00 b	9,00 b	4,43 abc	0,60 ab	3,67 ab	2,67 a	25,00 bc	4,67 bc	0,12 a	0,63 b	2,67 b	11,77 a	0,10 a
00	30	1,00 b	8,33 b	4,40 bc	0,47 b	6,00 ab	1,67 a	25,33 bc	6,00 bc	0,11 a	0,63 b	2,00 b	11,17 a	0,10 a
00	45	1,00 b	8,67 b	4,83 a	1,13 ab	8,67 ab	3,67 a	20,33 c	2,00 c	0,09 a	0,63 b	2,33 b	10,13 a	0,10 a
16	00	1,00 b	9,67 b	4,33 bc	0,57 b	5,67 ab	1,67 a	28,00 b	9,33 ab	0,13 a	0,77 b	3,00 b	14,07 a	0,17 a
16	15	1,00 b	9,67 b	4,40 bc	0,63 ab	5,33 ab	4,00 a	26,33 bc	6,33 bc	0,14 a	0,67 b	2,33 b	11,43 a	0,17 a
16	30	1,00 b	9,67 b	4,57 abc	0,97 ab	5,67 ab	3,00 a	23,00 bc	4,33 bc	0,13 a	0,70 b	3,33 b	11,80 a	0,13 a
16	45	1,00 b	9,33 b	4,73 ab	1,17 ab	8,33 ab	3,33 a	21,67 bc	2,67 c	0,12 a	0,63 b	2,67 b	10,77 a	0,13 a
32	00	1,00 b	9,00 b	4,43 abc	0,77 ab	4,33 ab	2,33 a	26,00 bc	5,33 bc	0,12 a	0,60 b	2,33 b	10,30 a	0,23 a
32	15	1,00 b	9,00 b	4,50 abc	0,93 ab	3,67 ab	2,67 a	25,00 bc	4,67 bc	0,13 a	0,70 b	2,67 b	13,07 a	0,30 a
32	30	1,00 b	9,33 b	4,83 a	1,57 a	10,33 a	4,33 a	21,00 bc	1,67 c	0,11 a	0,67 b	3,67 b	9,90 a	0,13 a
32	45	1,00 b	8,33 b	4,63 abc	1,30 ab	7,33 ab	3,67 a	21,67 bc	3,33 c	0,11 a	0,57 b	2,00 b	10,87 a	0,27 a
CER		3,70 a	20,90 a	4,25 c	1,17 ab	3,30 ab	4,60 a	40,70 a	12,00 a	0,16 a	3,32 a	21,80 a	27,40 a	0,22 a
Valores de F		38,27**	36,89**	7,19**	4,16**	3,41**	1,99 <sup>ns</sup>	69,51**	15,63**	1,70 <sup>ns</sup>	31,61**	49,64**	3,75**	0,77 <sup>ns</sup>
CV (%)		22	14	3	12	23	21	8	27	21	10	14	19	10

MC=Doses de macrófitas (t ha<sup>-1</sup>); CZ=Doses de cinza (t ha<sup>-1</sup>); #=dados transformados para  $\sqrt{(x+0,5)}$ ; Médias seguidas de mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>=valores não significativos; \*\* e \* = valores significativos para P < 0,01 e < 0,05, respectivamente.

Fonte: Mizobata (2014).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudas em condições naturais apresentam teores foliares maiores que plantas adultas.

Os teores foliares dos nutrientes apresentam-se superiores em mudas de Gonçalo Alves do cerrado conservado, exceto B, que nas duas áreas são semelhantes e Cu e Fe com teores mais elevados nas mudas da área experimental.

A adição combinada de resíduos (macrófitas aquáticas e cinza de cana-de-açúcar), propiciou incrementos na altura e diâmetro das plantas.

Com os resultados obtidos, infere-se que as mudas introduzidas na área experimental apresentam boa qualidade e a espécie pode ser sugerida para utilização em projetos de recuperação de ambientes degradados.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, F. G.; AGUIAR, L. M. S. Caracterização e conservação da biodiversidade do Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. S. (Ed.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 27-32.
- ALHO, C. J.; MARTINS, E. S. **De grão em grão, o cerrado perde espaço (Cerrado – impactos do processo de ocupação)**. Brasília, DF: WWF – Fundo Mundial para a Natureza, 1995. 68 p.
- BRUNELLI, A. M. M. do P.; PISANI JÚNIOR, R. Proposta de disposição de resíduo gerado a partir da queima do bagaço de cana em caldeiras como fonte de nutriente e corretivo do solo. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta del Leste. **Anais...** Punta del Leste: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006. v. 1, p. 1-9.
- CALDEIRA JUNIOR, C. F.; SOUZA, R. A.; SANTOS, A. M.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Características químicas do solo e crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott em área degradada adubada com lodo de esgoto e silicato de cálcio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 2, p. 213-218, 2009. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/viewFile/3433/1310>>. Acesso em: 12 ago. 2014.
- CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 351–367.
- CORTES, J. M. **Desenvolvimento de espécies nativas do cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina – DF**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11517/1/2012\\_JackelineMiclosCortes.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11517/1/2012_JackelineMiclosCortes.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2014.
- COSTA, C. A.; RAMOS, S. J.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Nutrição mineral do mangarito num Latossolo Vermelho Amarelo. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 102-106, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n1/a20v26n1.pdf>>. Acesso em: 8 jul 2015.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV, 2007. p. 91-132.
- DUBOC E. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado**. 2005. 152 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista- Unesp, Botucatu, 2005.

DUBOC E.; GERRINI, I. A. Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio do cerrado em resposta à fertilização. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2007. Disponível em: <[http://revistas.fca.unesp.br/html/CD\\_REVISTA\\_ENERGIA\\_vol9/vol22n12007/artigos/Eny%20Duboc.pdf](http://revistas.fca.unesp.br/html/CD_REVISTA_ENERGIA_vol9/vol22n12007/artigos/Eny%20Duboc.pdf)>. Acesso em: 13 jul 2013.

DURIGAN, G. Técnicas silviculturais à restauração. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSSISTEMAS NATURAIS, 1., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1999. 1CD-Rom.

DURIGAN G.; MELO, A. C. G.; MAX, J. C. M.; BOAS, O. V.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação de Cerrado**. 3. ed. revisada e atualizada. São Paulo: SMA, 2011. 19 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília- DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. 353 p.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações técnicas florestais**, Brasília v. 7, n. 1, p. 40, 2005. 40 p.

FEITOSA, D. G.; MALTONI, K. L.; SILVA, I. P. F. Avaliação da cinza, oriunda da queima do bagaço da cana de açúcar, na substituição da adubação química convencional para produção de alimentos e preservação do meio ambiente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 2412-2415, 2009. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/8624/6082>>. Acesso em: 22 jul 2013.

FELFILI, J. M.; ERNANE, N. P.; SILVA JUNIOR, M. C.; SCHANTES, M. B.; CARVALHO, D. W. B. Composição florística e fitossociologia do Cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 103-112, 2002.

FELFILI, M. J.; FAGG, C. W.; PINTO, J. R. R. Recuperação de áreas degradadas. In: FELFILI, M. J.; SAMPAIO, J. C.; CORREIA, C. R. M. A. **Conservação da natureza e recuperação de áreas degradadas na Bacia do São Francisco: treinamento e sensibilização**. Brasília: Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD, 2008a. p. 51-62.

FELFILI, M. J.; FAGG, C. W.; PINTO, J. R. R. Recuperação de áreas degradadas no Cerrado com espécies nativas do bioma e de uso múltiplo para formação de corredores ecológicos e uso sustentável na reserva legal. In: FELFILI, J. M.; SAMPAIO, J. C.; CORREIA, C. R. M. A. **Bases para recuperação de áreas degradadas na bacia do São Francisco**. Brasília: Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD, 2008b. p. 17-26.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavas, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542011000600001&script=sci_arttext&tlng=pt)

70542011000600001&script=sci\_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 5 fev. 2012.

FRANCO, A. C. Biodiversidade de forma e função: implicações ecofisiológicas das estratégias de utilização de água e luz em plantas lenhosas do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 179-196.

GUIMARÃES, L. T. **Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na bacia do Paquequer, município de Teresópolis – RJ**. Rio de Janeiro: Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro- COOPE., 2000. 172 p.

GUNNARSSON, C. C.; PETERSEN, C. M. Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: a literature review. **Waste Management**, Holanda, v. 27, n. 1, p. 117–129, 2007. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X06000109>>. Acesso em: 7 jan. 2015.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. A.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 405-416, 2008. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/38.pdf>>. Acesso em: 12 abr 2015.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005. Disponível em:

<[http://www.equalisambiental.com.br/wp-content/uploads/2013/02/Cerrado\\_conservacao.pdf](http://www.equalisambiental.com.br/wp-content/uploads/2013/02/Cerrado_conservacao.pdf)>. Acesso em: 23 fev 2015.

LEITE, L. L.; MARTINS, C. R.; HARIDASAN, M. Efeito da descompactação e adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s.n.], 1994. p. 527-534.

LIMA, J. C. P. S.; NASCIMENTO, C. W. A. DO; LIMA, J. G. DA C.; LIRA JUNIOR, M. DE A. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco determinados em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 73-79, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v31n1/08.pdf>>. Acesso em: 15 set 2014.

LOPES, J. A. V.; QUEIROZ, S. M. P. Rodovias e meio ambiente no Brasil: uma resenha crítica. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1., SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Curitiba, 1994. **Anais...** Curitiba: UFPR/Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1994. p. 75-90.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. v. 2, 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2009. v. 3, 384 p.

MACHADO, R. B. M. B.; RAMOS NETO, P.; PEREIRA, E.; CALDAS, D.; GONÇALVES, N.; SANTOS, K.; TABOR, M. S. . **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 2004. 23 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARQUES, T. E. D.; BAËTA, H. E.; LEITE, M. G. P.; MARTINS, S. V.; KOZOVITS, A. R. Crescimento de espécies nativas de cerrado e de *Vetiveria zizanioides* em processos de revegetação de voçorocas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 843-856, 2014. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/16584/pdf>>. Acesso em: 8 Jul 2015.

MELO, V. G. **Uso de espécies nativas do bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília, Universidade de Brasília, 2006. 96 p.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008. p. 289-556.

MEURER, E. J.; Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa-M G: SBCS/UFV, 2007. p. 65-90

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES-GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J. D.; BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J. L.; FONSECA, G. **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. 2. ed. Mexico City: CEMEX, 2005. p. 231-239.

MOURA, A. C. C. **Recuperação de áreas degradadas no Ribeirão do Gama o envolvimento da comunidade do núcleo hortícola de Vargem Bonita, DF**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2008. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1251/1/2008\\_%20AnaClaudiaMoura.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1251/1/2008_%20AnaClaudiaMoura.pdf)>. Acesso em: 14 out 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/abs/403853a0.html>>. Acesso em: 7 maio 2014.

NATALE, W.; PRADO, R. de M.; CORRÊA, M. C. de M.; SILVA, M. A. C.; PEREIRA, L. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 770-773, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n3/15136.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2014.



OHSOWSKI, B. M.; KLIRONOMOS, J. N.; DUNFIELD, K. E.; HART, M. M. The potential of soil amendments for restoring severely disturbed grasslands. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 60, p. 77-83, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139312000376>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; PAULA, R. C. de; BARROS, N. F. de. Adequação química de um solo degradado para revegetação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa – MG: Sobrade 1997. p.181-186.

OLIVEIRA, F. F. **Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil.** 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Católica de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2288/1/2006\\_FabiolaFerreiraOliveira.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2288/1/2006_FabiolaFerreiraOliveira.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2015.

PAULA, G. A. de. **Influências do relevo e solo na estrutura da vegetação arbórea em uma área de transição entre floresta estacional decidual e cerrado sentido restrito, Lagamar-MG.** 2011. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <[http://www.sifloresta.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7636/Dissertacao\\_Gabriel%20Arvelino%20de%20Paula%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sifloresta.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7636/Dissertacao_Gabriel%20Arvelino%20de%20Paula%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 8 Jul. 2015.

PINTO, J. R. R.; BORDINI, 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. **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado.** Brasília: CRAD, 2011. p. 149-184.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de Solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RAM, L. C.; MASTO, R. E. Fly ash for soil amelioration: a review on the influence of ash blending with inorganic and organic amendments. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 128, p. 52–74, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825213001694>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

REZENDE, R. P. **Recuperação de matas de galeria em propriedades rurais do Distrito Federal e entorno.** 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 73-80, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662007000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000100010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 31 maio 2015. Doi10.1590/S1415-43662007000100010

RUIVO, M. L. P. Recuperação de áreas de mineração: uma experiência bem sucedida na Amazônia. In: FERREIRA, E. J. G.; SANTOS, G. M.; LEÃO, E. I. M.; OLIVEIRA, I. A. (Ed.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: INPA, 1993. p.383-404.

SAMPAIO, J. C.; PINTO, J. R. R. Critérios para avaliação do desempenho de espécies nativas lenhosas em plantios de restauração no Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 504-506, jul. 2007. Suplemento. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/514/418>>. Acesso em: 13 maio 2015.

SILVA, D. B. da; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, A. M. **Reflorestamento ciliar à margem do reservatório da hidrelétrica de Ilha Solteira em diferentes modelos de plantio**. 2007. 137 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007. Disponível em: <[http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98883/silva\\_am\\_me\\_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98883/silva_am_me_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 14 nov. 2014.

SILVA JUNIOR, 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. **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado**. Brasília; CRAD, 2011. p. 49-89.

SHRESTHA, G.; TRAINA, S. J.; SWANSTON, C.W. Black carbon's properties and role in the environment: a comprehensive review. **Sustainability**, Suíça, v. 2, n. 1, p. 294–320, 2010. Disponível em: <<file:///C:/Users/Windows%207/Downloads/sustainability-02-00294.pdf>>. Acesso em: 27 jun 2015.

SOUZA, C. C. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de matas de galeria do Distrito Federal**. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/souza,cc.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP. **Canal clima da Unesp Ilha Solteira: área de hidráulica e irrigação**. Ilha Solteira: UNESP, [200-]. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br/>>. Acesso em: 2 mar. 2013.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J. D.; CASTRO, D. S.; SOUZA, D. M.; MONTEIRO, M. M.; CALIL, F. N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no distrito federal. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 143-151, jan.-feb. 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14357/11978>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; TANAKA, R. H.; BRAVIN, L. F.; ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, R. T.; GALO, M. L. B. T. Avaliação operacional do controle mecânico de plantas aquáticas imersas no Reservatório de Jupuíá. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 277-285, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v23n2/24955.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2014.