



**Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

DOUGLAS SANTOS GONÇALVES

**ADUBAÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL EM PLANTIOS DE
Eucalyptus urograndis NO ESTADO DO TOCANTINS**

**GURUPI - TO
2016**



**Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

DOUGLAS SANTOS GONÇALVES

**ADUBAÇÃO E ESTADO NUTRICIONAL EM PLANTIOS DE
Eucalyptus urograndis NO ESTADO DO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em: Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Patrícia Aparecida de Souza

**GURUPI - TO
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

G635a Gonçalves, Douglas Santos.

Adubação e estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urograndis* no Estado do Tocantins. / Douglas Santos Gonçalves. – Gurupi, TO, 2016.

59 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências Florestais e Ambientais, 2016.

Orientadora : Patrícia Aparecida De Souza

1. Floresta Plantada. 2. Fertilização. 3. Desenvolvimento de *Eucalyptus*. 4. Nutrição de plantas. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Defesa nº 029/2016

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE DOUGLAS SANTOS GONÇALVES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS.

Aos 29 dias do mês de agosto do ano de 2016, às 08:00 horas, na sala 15, do edifício BALA II, do Campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins - UFT, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profª. Orientadora Drª. PATRÍCIA APARECIDA DE SOUZA da Universidade Federal do Tocantins, Profª Drª SUSANA CRISTINE SIEBENEICHLER da Universidade Federal do Tocantins, Prof Dr ANDRÉ FERREIRA DOS SANTOS, Profª Drª PRISCILA BEZERRA DE SOUZA e Prof Dr RUBENS RIBEIRO DA SILVA da Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência da primeira, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de DOUGLAS SANTOS GONÇALVES, intitulada "**Adubação e estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urograndis* no estado do Tocantins**". Após a exposição, o(a) discente foi arguido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, com as devidas ressalvas e correções apontadas pela banca examinadora, habilitando-o(a) ao título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Drª. Patrícia Aparecida de Souza
Universidade Federal do Tocantins
Orientadora e presidente da banca examinadora

Drª. Susana Cristine Siebeneichler
Universidade Federal do Tocantins
Primeira examinadora

Dr. André Ferreira dos Santos
Universidade Federal do Tocantins
Segundo examinador

Dr. Priscila Bezerra de Souza
Universidade Federal do Tocantins
Terceira examinadora

Dr. Rubens Ribeiro da Silva
Universidade Federal do Tocantins
Quarto examinador

Gurupi, 29 de agosto de 2016.

Dr. Marcos Giongo
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais

“Aquele que habita ao amparo do Altíssimo e vive à sombra do Onipotente, diga a Deus: “Meu refúgio, minha fortaleza, meu Deus, eu confio em Ti!”.

Ele livrará você do laço do caçador, e da peste destruidora.

Ele o cobrirá com suas penas, e debaixo de suas asas você se refugiará.

O braço dele é escudo e armadura.

Você não temerá o terror da noite, nem a flecha que voa de dia, nem a epidemia que caminha nas trevas, nem a peste que devasta ao meio-dia.

Caim mil a seu lado e dez mil à sua direita, e você nada atingirá.

Basta que você olhe com seus próprios olhos, para ver o salário dos injustos, porque você fez de Deus o seu refúgio e tomou o Altíssimo como defensor.

A desgraça jamais o atingirá, e praga nenhuma vai chegar à sua tenda, pois ele ordenou aos seus anjos que guardem você em seus caminhos.

Eles o levarão nas mãos, para que seu pé não tropece numa pedra.

Você caminhará sobre cobras e víboras, e pisará leões e dragões.

Eu o livrarei, porque a mim se apegou.

Eu o protegerei, pois conhece o meu nome.

Ele me invocará, e eu responderei.

Na angústia estarei com ele.

Eu o livrarei e glorificarei.

Vou saciá-lo de longos dias e lhe farei ver a minha salvação”.

Salmos, 91.

DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTO

À Deus por tudo que tenho e sou, por guiar sempre os meus passos, iluminar meu caminho e por todas as oportunidades que me fizeram chegar até aqui.

À minha mãezinha Maria, minha intercessora a quem sempre recorro em todos os momentos.

Agradeço aos meus pais que eu tanto amo e que são a minha base, pela educação que me deram, pelo apoio incondicional em todos os momentos, pelo carinho e amor que me demonstram todos os dias. Essa vitória não é minha e sim de vocês, sem vocês nada disso seria possível. A minha mãe que sempre fez tudo por mim, chegando a se abdicar de algumas coisas para me ajudar nessa caminhada, minha rainha sem você eu não estaria aqui. Ao meu pai que é a pessoa mais digna que eu conheço um exemplo de homem, tenho imensa admiração por você. Agradeço também a toda minha família que de alguma maneira contribuiu nessa jornada.

Aos amigos que a vida me presenteou, Everton, Keicy, Karol, Érika, Thaty, Norma, Nádia, Jacque, Ícaro, Cris e Gessica. Obrigado por todos os momentos vividos que ficarão guardados para sempre.

Ao Heverton Ferrao, pela paciência e companheirismo que demonstrou nesses dias difíceis, você foi muito importante nessa caminhada.

À equipe de campo, Mayanne, Rafaela, Raniere e Kalindy.

Aos amigos de Cuiabá, que mesmo de longe sempre mandaram energias positivas e estavam prontos pra me ouvir em qualquer momento, Lucas, Wiwi, Michel, Tuanne, Jéssica, Nati, Tiago e Larissa.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Patrícia Aparecida de Souza, pela orientação, paciência, disponibilidade, por todos os conselhos e ensinamentos, sou muito grato por ter tido a oportunidade de trabalhar sob sua orientação.

Ao Prof^o Dr^o André Ferreira dos Santos, Prof^a Dr^a Priscila Bezerra de Souza, Prof^o Dr^o Rubens Ribeiro da Silva e Prof^a Dr^a Susana Cristine Siebeneichler por comporem a banca examinadora deste trabalho.

À universidade Federal do Tocantins (UFT) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, pelo apoio e incentivo à pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

As Empresas Timac Agro, Valor Florestal e Gurupi Florestal pela excelente parceria no desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes fertilizantes foliares no desenvolvimento e no estado nutricional em um plantio de *Eucalyptus urograndis*, no Município de Brejinho de Nazaré – Tocantins. O experimento foi instalado em um plantio do clone H13 *Eucalyptus urograndis*, plantados em espaçamento 3 m x 3,5 m. Quando o plantio apresentava 14 meses de idade, foi realizada adubação por via aérea em cada área, com exceção da área 3. Os tratamentos testados foram: T1 – Adubação Padrão Fazenda; T2: Adubação Timac Agro e T3: Testemunha (sem aplicação de fertilizantes foliares). Totalizando três tratamentos (áreas) com 8 repetições de 100 m² cada. A avaliação foi realizada quando o plantio apresentava 26 meses de idade. As variáveis analisadas foram: Altura, Diâmetro à Altura do Peito, Volume individual por planta, Volume por hectare, Área basal por planta, Área basal por hectare, Incremento Médio Anual, Avaliação do estado nutricional das plantas e Análise química do solo. O delineamento experimental utilizado foi DIC (Delineamento inteiramente casualizado). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estáticas foram realizadas com o auxílio do Software Assistat. As plantas que receberam a adubação Padrão Fazenda e a Testemunha, apresentaram as maiores médias de desenvolvimento. Para as condições de clima e solo do Município de Brejinho de Nazaré, TO, recomenda-se não realizar adubação foliar aos 14 meses de idade do plantio, reduzindo desta maneira os custos com a condução do povoamento florestal, pois nesse período, provavelmente ainda há influência da adubação de base no desenvolvimento do plantio. Recomenda-se um tempo maior de avaliação, para poder realizar uma predição de crescimento para a cultura. O tratamento T2 (Timac Agro) proporcionou maior quantidade dos nutrientes Enxofre, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco nos teores foliares, mesmo estando em um solo considerado com menor fertilidade, quando comparado aos demais tratamentos, em função da utilização dos produtos Fertileader.

Palavras-chave: floresta plantada; fertilização; desenvolvimento de *Eucalyptus*; nutrição de plantas

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of different foliar fertilizers in the development and nutritional status in a plantation of *Eucalyptus urograndis* in the Municipality of Brejinho de Nazaré - Tocantins. The experiment was installed in a plantation of *Eucalyptus urograndis* clone H13, planted in spacing 3 m x 3.5 m. When planting had 14 months of age, by air fertilization was carried out in each area, except for the area 3. The treatments were: T1 - Fertilization Standard Farm; T2: Fertilization Timac Agro and T3: control (without application of foliar fertilizers). Three treatments and 8 repetitions of 100 m² each. The evaluation was performed when planting showed 26 months of age. The variables analyzed were: height, diameter at breast height, Volume individual per plant, Volume per hectare, basal area per plant, basal area per hectare Average Increase Annual Evaluation of the nutritional status of plants and soil chemistry analysis. The experimental design was DIC (completely randomized design). Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Static analyzes were performed with the help of Software Assistat. The plants that received the standard fertilization Farm and the Witness presented the highest levels of development. For the climate and soil conditions of the city of Brejinho de Nazaré, TO, it is recommended not to carry out foliar fertilization at 14 months of age from planting, thus reducing the costs of conducting the forest stand, as in this period, probably still there influence of basic fertilization in the development of planting. It is recommended a longer evaluation in order to achieve a growth prediction for culture. The treatment T2 (Agro Timac), provided greater amount of sulfur nutrients, copper, iron, manganese and zinc in foliar levels, even when on a solo considered with lower fertility compared to the other treatments, depending on the use of Fertileader products.

Keywords: planted forest; fertilization; *Eucalyptus* development; plant nutrition

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	FLORESTAS PLANTADAS NO CERRADO	13
2.2	GÊNERO <i>EUCALYPTUS</i>	14
2.3	O HÍBRIDO: <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i>	16
2.4	DÉFICIT HÍDRICO EM CULTURAS DE <i>EUCALYPTUS</i>	17
2.5	FERTILIZAÇÃO FOLIAR.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA.....	20
3.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	20
3.3	AVALIAÇÕES.....	24
3.3.1	<i>Altura Total (Ht)</i>	24
3.3.2	<i>DAP (Diâmetro à altura do peito)</i>	24
3.3.3	<i>Volume individual por planta (Vi) e Volume por hectare (V/ha)</i>	24
3.3.4	<i>Área basal por planta (Gl/pl) e Área basal por hectare (Gl/ha)</i>	25
3.3.5	<i>Incremento Médio Anual do volume por hectare (IMA)</i>	25
3.3.6	<i>Avaliação do estado nutricional das plantas</i>	25
3.3.7	<i>Análise química do solo</i>	26
3.3.8	<i>Delineamento estatístico</i>	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONCLUSÕES	50
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CONSUMO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA USO INDUSTRIAL POR SEGMENTO NO ANO DE 2014.....	16
TABELA 2: TRATAMENTOS AVALIADOS NO EXPERIMENTO.....	23
TABELA 3: FAIXAS DE SUFICIÊNCIA ADEQUADA DE MACRO E MICRONUTRIENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DE <i>EUCALYPTUS</i> NO CERRADO.....	26
TABELA 4: CLASSIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO EM NÍVEIS BAIXOS, MÉDIOS E ALTOS.....	27
TABELA 5: MÉDIAS DE ALTURA TOTAL (HT) E DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP) AOS 26 MESES DE IDADE DO PLANTIO DE <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i> , BREJINHO DE NAZARÉ, TO.....	28
TABELA 6: MÉDIAS DE VOLUME INDIVIDUAL (Vi) E VOLUME POR HECTARE (V/HA) AOS 26 MESES DE IDADE DO PLANTIO DE <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i> , BREJINHO DE NAZARÉ, TO.	31
TABELA 7: MÉDIAS DE ÁREA BASAL POR PLANTA (GL/PL) E ÁREA BASAL POR HECTARE (GL/HA) AOS 26 MESES DE IDADE DO PLANTIO DE <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i> , BREJINHO DE NAZARÉ, TO.	33
TABELA 8: MÉDIAS DE INCREMENTO MÉDIO ANUAL (IMA) AOS 26 MESES DE IDADE DO PLANTIO DE <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i> , BREJINHO DE NAZARÉ, TO.....	35
TABELA 9: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES PARA O NITROGÊNIO.....	36
TABELA 10: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O FÓSFORO.	37
TABELA 11: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O POTÁSSIO.	39
TABELA 12: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O CÁLCIO.	40
TABELA 13: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O MAGNÉSIO.....	41
TABELA 14: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O ENXOFRE.	42
TABELA 15: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O BORO.....	43
TABELA 16: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O COBRE.....	44
TABELA 17: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O FERRO.	45
TABELA 18: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O MANGANÊS.....	46
TABELA 19: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO PARA O PH.	46
TABELA 20: RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DOS TECIDOS FOLIARES E DE SOLO PARA O ZINCO.	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BREJINHO DE NAZARÉ NO ESTADO DO TOCANTINS E DA FAZENDA SÃO JOÃO DENTRO DO MUNICÍPIO (FONTE: AUTOR).....	20
FIGURA 2: MAPA DA FAZENDA SÃO JOÃO, BREJINHO DE NAZARÉ – TO (FONTE: AUTOR)	21
FIGURA 3: PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE BREJINHO DE NAZARÉ, TO, ENTRE OS MESES DE ABRIL DE 2015 A MARÇO DE 2016 (FONTE: INMET (2016), ELABORADO PELO AUTOR).....	22

1 INTRODUÇÃO

As florestas oferecem ao homem vários produtos e serviços, contribuem para o desenvolvimento no meio ambiente, na economia e para sociedade em geral (SFB, 2010).

O total de áreas de florestas plantadas no mundo é 264 milhões de hectares, isso representa 7% do total das florestas globais e 22% das florestas que tem como destino final a exploração comercial. Os locais com maior área de plantio de árvores (61%), encontram-se na China, Índia e Estados Unidos (IBÁ, 2014).

O setor brasileiro de florestas plantadas ocupa apenas 7,74 milhões de hectares, correspondendo a 0,9% do território nacional, sendo encarregado por 91% do total da madeira gerada para fins industriais no País – os demais 9% procedem de florestas nativas manejadas adequadamente (IBÁ, 2015).

A rede de produção do setor brasileiro de base florestal relacionado às florestas plantadas identifica-se pelo alto número de produtos, incluindo a produção, a colheita e o transporte de madeira, compreendendo também o alcance dos artigos finais nos segmentos industriais de Carvão vegetal e Biomassa, Siderurgia, Papel e Celulose, Painéis de Madeira Industrializada e Madeira Processada Mecanicamente, entre outros (ABRAF, 2013). Dentre as espécies plantadas no País, o gênero *Eucalyptus* se destaca, sendo um dos carro-chefe do setor.

A produção de *Eucalyptus* teve grande aumento em ampla parte do país, graças ao melhoramento genético da espécie para as diversas condições ambientais brasileiras, que ligado as melhorias na área de manejo florestal, tem possibilitado a fixação de povoamentos férteis e apropriados a diferentes regiões, condizentes com os usos diferentes da madeira (MARTINS et al., 2005).

O gênero apresenta inúmeras qualidades, tais como, espécie de rápido crescimento, grande incremento de matéria seca, facilidade de manejo, diversidade de espécies, atende diversos ramos industriais, além da alta taxa de produção de sementes e grande aptidão na propagação vegetativa (FERNANDES, 2012).

No entanto, os fatores ambientais influenciam grandemente o andamento desses plantios, mostrando-se fortemente dependente das disponibilidades hídricas e energéticas do meio ambiente (PEREIRA et al., 2002). Podendo assim, ocasionar estresse nas culturas perenes.

Inúmeros são os fatores ambientais que podem causar estresse em uma planta, como a temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica, sendo o mais limitante a água, podendo afetar as relações hídricas, mudando o metabolismo nas plantas, provocando perdas na produção (SCHWIDER, 2013). E estas são rotineiramente expostas a períodos de déficit hídrico no solo e na atmosfera durante seu ciclo de vida (SILVA et al., 2010).

Frequentemente são lançadas novas tecnologias de adubação que podem minimizar ou até mesmo sanar esses problemas. De acordo com Musskopf e Bier (2010) no campo da nutrição mineral de plantas a grande novidade são os fertilizantes foliares, apresentando na sua composição macro e micronutrientes, na configuração sólida com alta capacidade de solubilidade ou na configuração líquida. Ofertando as plantas nutrientes de absorção acelerada, complementando a adubação via solo, oferecendo os nutrientes quando a planta verdadeiramente precisa deles, evitando e corrigindo deficiências.

A TIMAC Agro, especializada no estudo de algas e seus efeitos biológicos desenvolveu fertilizantes gama Fertileader com a tecnologia SEACTIV®, que além de nutrir a planta com elementos essenciais possui um potente efeito anti-estresse permitindo a planta suportar condições adversas de seca, permite maximizar a capacidade das plantas de expressarem o seu potencial genético. A sua eficácia é consequência de uma formulação original com complexação dos nutrientes com frações orgânicas de origem natural. Caracteriza-se por conter uma fração orgânica (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e aminoácidos) que é complementada por uma fração mineral (TIMAC AGRO®, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes fertilizantes foliares no desenvolvimento e no estado nutricional em um plantio de *Eucalyptus urograndis*, no Município de Brejinho de Nazaré – Tocantins.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Florestas plantadas no Cerrado

Com uma área de 2,04 milhões de quilômetros quadrados, o Cerrado equivale a aproximadamente 22% do território nacional, sendo o segundo maior bioma brasileiro, exclusivamente superado pela Amazônia. Este bioma toma a área central do Brasil, abrangendo os Estados de Goiás, Distrito Federal, e parte dos Estados de Minas Gerais, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins, Maranhão, Piauí e Pará (SANO et al., 2008; SANO; FERREIRA, 2005).

Prevalecem no Cerrado Brasileiro os latossolos, presentes em 46% da área do bioma. Estes solos caracterizam-se, principalmente, pela baixa fertilidade e alta acidez. Por outro lado, são solos antigos, profundos, com excelente drenagem que se assentam em relevos planos ou levemente ondulados. Normalmente, é possível corrigir a acidez e a baixa fertilidade utilizando os corretivos e fertilizantes apropriados. Além disso estes solos permitem o uso intensivo da mecanização, por serem bem drenados, resistentes à compactação e se assentarem em relevos planos. O progresso tecnológico, permitiu a expansão agrícola e florestal na região envolvida por este bioma (CUNHA, 1994; ABELSON; ROWE, 1987).

Nas últimas três décadas observou-se o intenso aumento das atividades agrícolas em áreas do cerrado, com substituição da vegetação nativa por áreas cultivadas, de maneira especial para produção de alimentos, fibra e energia (FERREIRA et al., 2007).

Os plantios florestais no Cerrado são de extrema importância, pois colaboram para o suprimento da demanda de madeira originadas para vários fins, como lenha, carvão, postes, escoramentos, serraria e fabricação de papel (SILVA et al., 2004). Sendo esse um dos principais motivos para o aumento da atividade florestal no país, especialmente nesse bioma.

A cadeia de produção do setor brasileiro de florestas plantadas tem forte características relacionados a ampla diversidade de produtos, sendo um conjunto de atividades e segmentos que vão desde a produção até a transformação da madeira *in natura* em celulose, papel, painéis de madeira,

pisos laminados, madeira serrada, carvão vegetal e móveis, além dos produtos não madeireiros e da prestação de vários serviços ambientais (IBÁ, 2014).

Os plantios florestais exercem forte atuação na prestação de serviços ambientais: evitam o desmatamento de habitats naturais, protegem a biodiversidade; colaboram para a preservação do solo e das nascentes de rios; recuperam áreas degradadas; são fontes de energia renovável e contribuem para a redução das emissões de gases causadores do efeito estufa por serem estoques naturais de carbono (IBÁ, 2015).

2.2 Gênero *Eucalyptus*

Simulações de dados do setor florestal brasileiro evidenciam que haverá a necessidade de reflorestar sete milhões de hectares para atender a demanda prevista de madeira, alcançando assim uma área total de 14 milhões de hectares em 2020. Dentre as poucas espécies arbóreas adequadas para o atendimento dessa demanda de madeira, estão os eucaliptos que vêm sendo utilizados comercialmente há quase um século na silvicultura brasileira (SANTAROSA et al., 2014).

Envolvendo mais de 600 espécies o gênero *Eucalyptus* tem ocorrência natural na Austrália, Indonésia e Papua Nova Guiné, dessas 600 espécies, menos de 1% têm sido usadas para fins industriais. Foi descrito em 1788 pelo botânico francês Charles Louis L'Héritier de Brutelle e pertence à família Myrtaceae e subfamília Leptospermoideae (FAO, 2000; ANDRADE, 1961; SANTOS et al., 2001).

É um gênero que apresenta alta plasticidade, dispersão mundial, e desenvolvimento satisfatório em grande amplitude edafoclimática, indo além do local de origem (ELDRIDGE, 1975). O *Eucalyptus* é representado por árvores com elevada taxa de crescimento, forma retilínea do fuste, plasticidade, desrama natural e madeira com diferenças nas propriedades tecnológicas, adaptando-se as mais variadas condições de uso (OLIVEIRA et al., 1999).

O valor bruto da produção (VBP) em 2012 obtido pelo setor florestal apresentou o total de BRL 56,3 bilhões, indicador 4,6% superior ao de 2011. Os tributos coletados foram BRL 7,6 bilhões (0,5% da arrecadação nacional). O saldo da balança comercial da indústria nacional de base florestal (USD 5,5

bilhões), embora 3,8% menor ao alcançado em 2011, expandiu a sua participação no superávit da balança comercial nacional de 19,1% para 28,1% (ABRAF, 2013).

Em meio as florestas plantadas que fornecem matéria prima para a indústria madeireira, o gênero *Eucalyptus* no Brasil tornou-se um dos principais, pelo rápido desenvolvimento de suas árvores, fácil implantação em amplos maciços e grande gama de uso de sua madeira (BATISTA, 2015). A eucaliptocultura é o alicerce da silvicultura nacional e, na maior parte das vezes, serve como base para o desenvolvimento da silvicultura de outras espécies pouco conhecidas (MELO et al., 2014).

De acordo com Paes et al. (2012), o gênero *Eucalyptus* apareceu no Brasil, como uma alternativa para suprir às necessidades do mercado, pelo fato da legislação brasileira vigente ter se tornado mais rigorosa e por conta da escassez de madeiras nobres na Região Centro-Sul. A utilização do eucalipto para a elaboração de peças de madeira tratada tem como motivos principais a sua ampla disponibilidade no mercado, ao acelerado desenvolvimento florestal e às características tecnológicas conhecidas, estudadas e melhoradas. O problema de aquisição de espécies nativas com grande resistência à degradação biológica forçou o homem a utilizar outras menos duráveis, especialmente aquelas de rápido crescimento, originadas de reflorestamentos.

O campo de plantios florestais para fins industriais no Brasil totalizou 7,74 milhões de hectares em 2014, acréscimo de 1,8% em relação a 2013. Os plantios de *Eucalyptus* ocupam 5,56 milhões de hectares da área de árvores plantadas no País, o que representa 71,9% do total, e se encontram especialmente nos Estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). Deste total, estado do Tocantins ocupa 115.564 mil hectares de *Eucalyptus* plantados (IBÁ, 2015).

De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), em 2014, o consumo brasileiro de madeira proveniente de árvores plantadas de eucalipto para uso industrial foi de 190,03 milhões de m³. O preço da madeira destinada ao segmento de energia, em agosto de 2014, estava R\$ 42,44/m³. O preço de madeira de eucalipto destinada ao processamento manteve a média de R\$ 40,42/m³. O segmento de tratamento, atrelado à construção civil, ficou em torno

R\$60,68/m³. Já os preços de madeira destinada à serraria chegaram à cifra de R\$101,00/m³, em agosto de 2014, na Tabela 1 é descrito o consumo de madeira de eucalipto para uso industrial por segmento.

Tabela 1: Consumo de Madeira de eucalipto para uso Industrial por Segmento no ano de 2014.

Segmento	Milhões m³ (<i>Eucalyptus</i>)
Celulose e papel	61,82
Painéis reconstituídos	6,49
Indústria madeireira	7,03
Carvão	22,24
Lenha industrial	42,71
Madeira tratada	1,82
Outros	1,10
Total	143,21

Fonte: IBÁ (2015)

2.3 O Híbrido: *Eucalyptus urograndis*

Diversas são as formas para conseguir rápidos ganhos de produtividade desejados, em pouco espaço de tempo, uma das principais é por meio da propagação vegetativa, pela qual se consegue clones, o que admite a conservação de características elevadas por serem estes geneticamente iguais. Normalmente, o critério de escolha de árvores superiores, tendo em vista obter maior produtividade, a custos competitivos para geração de clones adaptados às condições locais, tem como base a avaliação de caracteres silviculturais (GONZÁLEZ, 2002).

O *Eucalypto urograndis* é um híbrido criado no Brasil, com o cruzamento do *Eucalypto grandis* x *Eucalypto urophylla*. A primeira plantação com *Eucalypto urograndis* foi no Estado do Espírito Santo em 1979, mas foi na década de 1990 que essa espécie estimulou o ritmo de crescimento florestal, bem como a qualidade mais homogênea das florestas plantadas (LOPES, 2008).

De acordo com Carvalho (2000), com o cruzamentos destas duas espécies objetivou-se conseguir plantas com um rápido crescimento (característica do *Eucalyptus grandis*) com um acréscimo da densidade da

madeira, melhorando assim o rendimento e propriedades físicas da celulose (características do *Eucalyptus urophylla*). Essa combinação interespecífica teve como resultado, árvores que são largamente utilizadas em plantios comerciais que tem como fim a produção de matéria-prima como celulose, carvão e madeira serrada (PALUDZYSZYN et al., 2004). Além disso, a clonagem desse híbrido tornou-se muito importante para o estabelecimento de plantios comerciais no Brasil, porque é tolerante ao cancro causado pelo *Cryphonectria cubensis* (ZOBEL et al., 1987)

2.4 Déficit hídrico em culturas de *Eucalyptus*

O fundamental constituinte dos vegetais é a água, portanto, uma mínima redução na disponibilidade de água no solo pode prejudicar drasticamente o metabolismo das plantas (LARCHER, 2000). Segundo Souza et al. (2001) a capacidade das espécies florestais tolerarem à seca pode ser analisada com base no seu comportamento em relação a diversos aspectos fisiológicos, conexos à eficiência no uso da água e à partição de fotoassimilados, de modo a diminuir prováveis minimizações na taxa de crescimento e na produtividade econômica.

Segundo SANT' ANNA (2009), o estresse por deficiência hídrica é motivado tanto pela quantidade limitada de água no solo quanto pela perda descomunal de água pela transpiração comparada com à absorção realizada pelas raízes, sendo esses métodos influenciados por fatores ambientais e por atributos da própria planta.

Quando o déficit hídrico exibe evolução suficientemente vagarosa para admitir alterações nos métodos de desenvolvimento, o estresse causado tem múltiplos efeitos sobre o crescimento, e as espécies de eucalipto podem expor distintas resistências ao déficit de água no solo (TATAGIBA et al., 2007).

As respostas das plantas ao estresse hídrico podem ser máximas ou mínimas de combinação com a superposição de outros estresses, como o estresse por temperatura, ou por excesso de luz. As táticas das plantas para esquivar do estresse hídrico, normalmente abrangem uma mistura de estratégias de sensibilidade e tolerância a diversos estresses, o que varia entre os genótipos (CHAVES et al., 2002).

O estresse hídrico pode acarretar rígida inibição da fotossíntese, tanto quanto consequência do fechamento dos estômatos quanto em razão de efeitos deletérios diretos, em nível de cloroplasto (KAISER, 1987). Pode também de acordo com Schulze (1986), diminuir as trocas gasosas na folha e alterar a partição de carbono, beneficiando o crescimento das raízes.

Pavan (2003), estudando diferentes regimes de irrigação, notou que as mudas de *Eucalyptus* exibiram desempenhos baixos em todas as características avaliadas com a diminuição da disponibilidade de água. A limitação hídrica aumentou a resistência estomática, houve diminuição da taxa fotossintética e, por conseguinte, no crescimento das plantas.

2.5 Fertilização Foliar

Não sendo uma prática nova, a aplicação de nutrientes nas folhas das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das mesmas, é conhecida há mais de 100 anos, embora, só atualmente, vem sendo estudada mais a fundo, se comparada a outros métodos de adubação (SOUSA, 2013).

São amplamente utilizadas na adubação foliar soluções contendo um ou mais nutrientes. Determinadas vantagens deste processo de aplicação são: as doses muito inferiores que as empregadas nas aplicações via solo; a distribuição é igual e simples; as respostas aos nutrientes aplicados são praticamente imediatas e, por conseguinte, as deficiências podem ser corrigidas no momento que as plantas crescem. Determinadas desvantagens são: a quantidade de nutrientes é na maioria das vezes muito elevada quando as plantas são menores e a superfície foliar não é suficiente para a absorção; a concentração exagerada de sais pode trazer como resultados queimaduras nas folhas e a adubação foliar exibe pouco efeito residual (CALONEGO et al., 2010).

Os embasamentos científicos que dão apoio à adubação foliar baseiam-se no fato de que, do início do estágio reprodutivo até a maturação, ou seja, da floração em diante, a atividade radicular e consequente absorção de nutrientes diminuem, ao mesmo tempo em que há ampla translocação de nutrientes das folhas para as sementes em formação. A reposição dos nutrientes nas folhas,

por meio de adubação foliar, poderia sustentar a taxa de fotossíntese por um tempo maior (REZENDE et al., 2005).

De acordo com Sousa (2013), o conhecimento sobre a fertilização foliar florestal é escasso, e, em termos de *Eucalyptus* existem pouquíssimos estudos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área

A área de estudo está localizada na Fazenda São João, que pertence a empresa Gurupi Florestal, em Brejinho de Nazaré - TO, sob as coordenadas 11° 00' 00" de latitude sul, 48° 35' 36" de longitude oeste e altitude de 250 m (Figura 1).

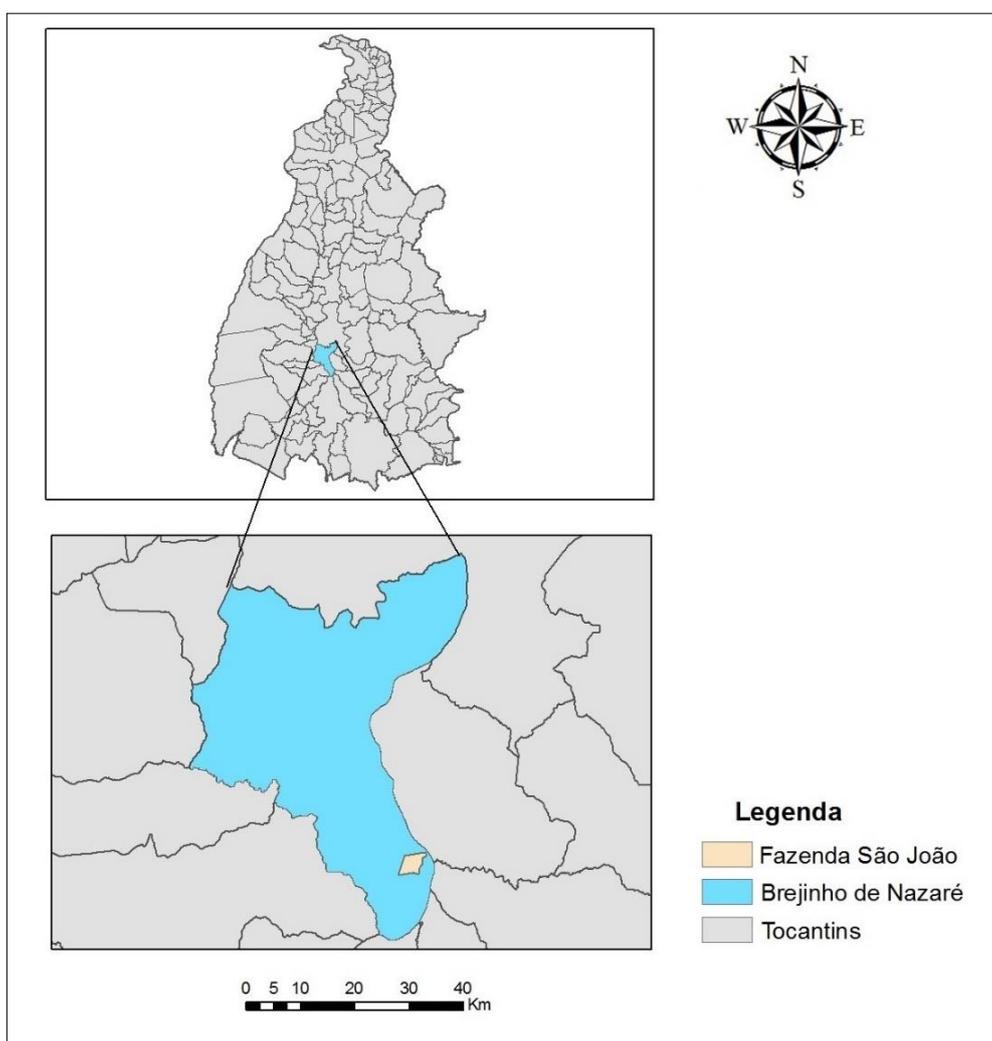


Figura 1: Mapa de localização do Município de Brejinho de Nazaré no estado do Tocantins e da Fazenda São João dentro do Município (Fonte: Autor)

3.2 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em dois talhões, com plantio do clone H13 *Eucalyptus urograndis*, plantados em espaçamento 3 m x 3,5 m (953 árvores por

hectare). Onde foram divididas 3 áreas (Tratamentos: T1, T2 e T3) de 5 ha cada (Figura 2).

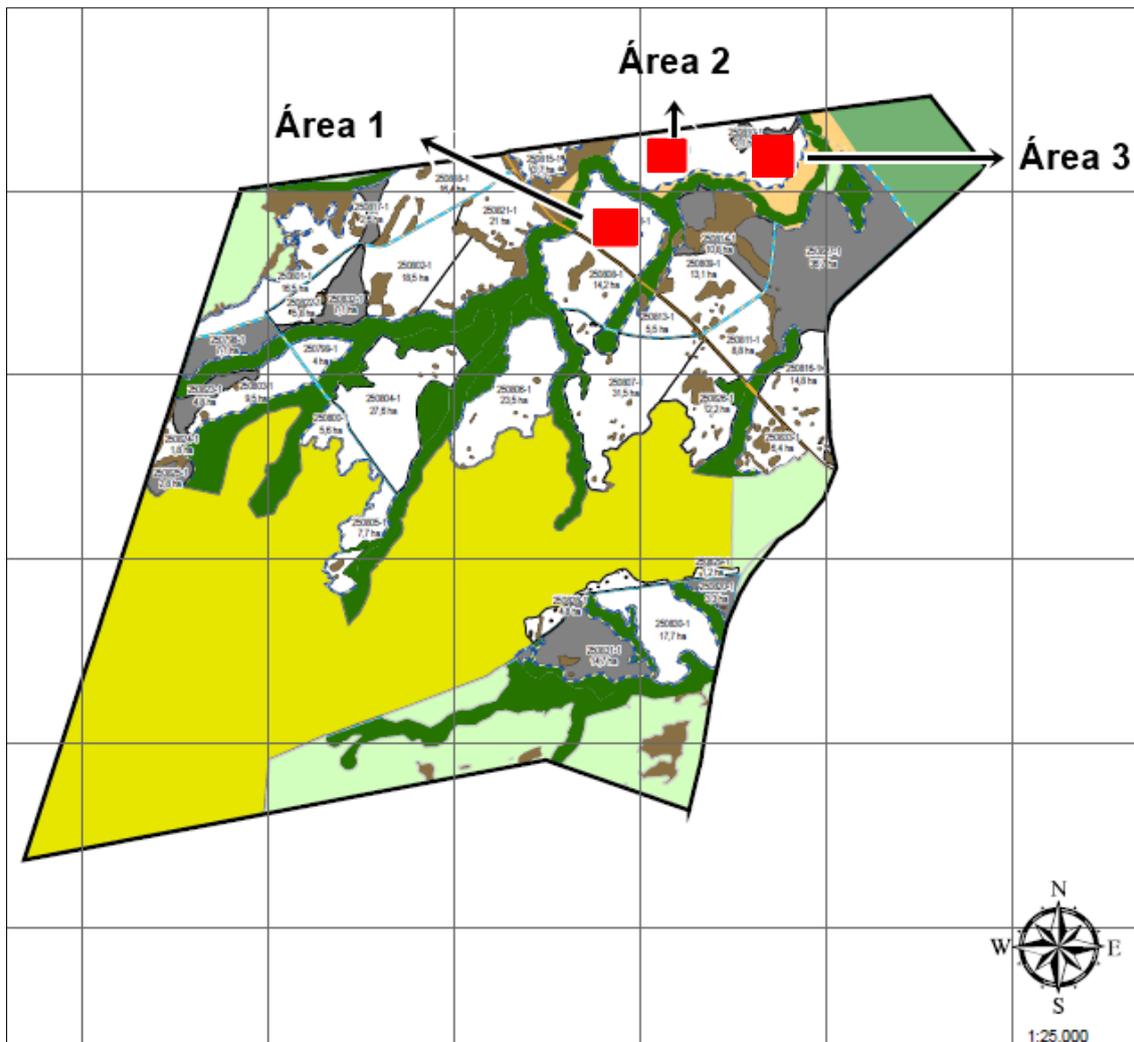


Figura 2: Mapa da Fazenda São João, Brejinho de Nazaré – TO (Fonte: Autor)

Segundo a classificação de Köppen (1928), o clima é do tipo AW-tropical, de verão úmido e período de estiagem no inverno. No período de abril de 2015 a abril de 2016, a precipitação anual foi de 1394,9 mm e a média de temperatura mínima de 21,1°C e máxima de 34,3°C (Figura 3), (INMET, 2016). Os solos da região são classificados como latossolos.

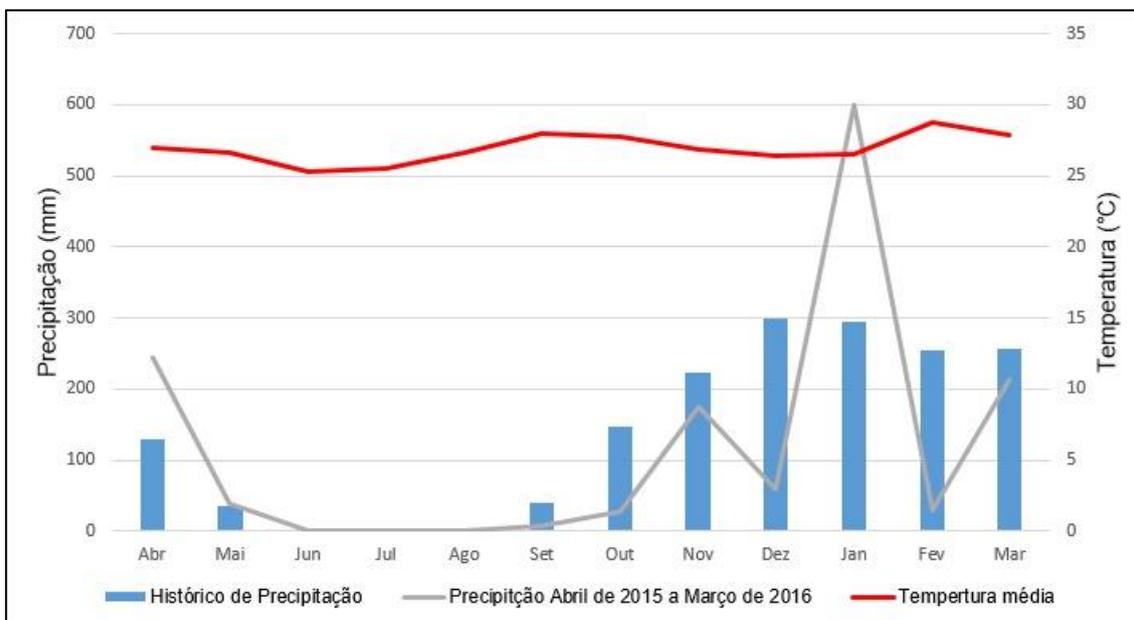


Figura 3: Precipitação e Temperatura no Município de Brejinho de Nazaré, TO, entre os meses de Abril de 2015 a Março de 2016 (Fonte: INMET (2016), elaborado pelo Autor)

Antes do plantio foi realizada gradagem na área. Sendo que a adubação ocorreu da seguinte maneira: 1) - Antes do plantio: Correção do solo - Calcário (30% Ca + 20% Mg) 1500 Kg/ha + adubação de base: Supersimples (18% P, 25% Ca, 12% S) 350 kg/ha. 2) - 30 dias após o plantio: Primeira adubação de cobertura - (N : P : K (10:30:10) + 0,5% B + 0,5 % Zn + 0,4 % Cu) 100 Kg/ha. 3) - 70 dias após o plantio: Segunda adubação de cobertura (N : P : K (08:00:32) + 0,7 % B + 0,5 % Zn + 0,4 % Cu) 150 Kg/ha.

No mês de abril de 2015 quando o plantio apresentava 14 meses de idade, foi realizada adubação por via aérea nas áreas 1 e 2 que foram denominadas como tratamentos T1 e T2, com exceção da área 3 que foi definida como testemunha (sem aplicação de fertilizantes foliares), tratamento T3. Os tratamentos testados foram dispostos como descrito na tabela 2.

Tabela 2: Tratamentos avaliados no experimento

Tratamentos	Fertilizantes	Composição (%)	Dose (L/ha)
T1 – Padrão Fazenda	3 Kg FH Foliar; 1,3 Kg Uréia	N: 4; P ₂ O: 18; K ₂ O: 4; Zn: 0,4 e Cu: 22.	30
T2 – Timac Agro	2 L Fertileader Gold BMo; 1,0 L Fertileader Axis NG	Fração Orgânica + B: 5,7; Mo: 0,35. N: 3; P ₂ O ₅ : 17; Zn: 5,7 e Mn: 2,5.	30
T3 - Testemunha	Sem aplicação	---	---

Fonte: Autor.

Realizou-se uma coleta prévia de dados de diâmetro e altura do peito e calculou-se a intensidade amostral para definição de quantas parcelas seriam necessárias para amostrar corretamente a população, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$n = \frac{t^2 s_x^2}{E^2}$$

Sendo: n: intensidade amostral; t: função do grau de liberdade n-1 e do nível de probabilidade admitido, na tabela de distribuição de student; s²: variância; E: Limite de erro admitido.

Em cada área (T1, T2 e T3) foram demarcadas 8 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²), todas as árvores que entraram na parcela foram identificadas com placas de metal, para posterior avaliação, totalizando 3 tratamentos de 5 ha, com 8 repetições cada, para identificação do início das parcelas a primeira árvore foi demarcada com fita de pano vermelha.

3.3 Avaliações

A avaliação foi realizada 12 meses após a realização da adução foliar, em abril de 2016 quando o plantio apresentava 26 meses de idade. As variáveis que foram analisadas são descritas a seguir:

3.3.1 *Altura Total (Ht)*

Os dados de altura foram coletados com auxílio do aparelho Clinômetro Eletrônico Haglof HEC-2, para todas as árvores incluídas nas parcelas.

3.3.2 *DAP (Diâmetro à altura do peito)*

O DAP foi mensurado a 1,30 m do solo, utilizando fita de medição diamétrica, em todas as árvores incluídas nas parcelas.

3.3.3 *Volume individual por planta (Vi) e Volume por hectare (V/ha)*

Levando-se em conta os valores de H e DAP de cada indivíduo, obteve-se o volume de cada árvore e volume por hectare, por meio de fórmula:

$$Vi = \frac{\pi(dap)^2 Ht * ff}{40000}$$

Em que,

Vi: Volume individual

dap: diâmetro a 1,3m;

Ht: altura total (m);

ff: fator de forma (0,55).

$$V/ha = \sum \frac{Vi * n_1}{n_2}$$

Em que,

V/ha: volume em m³ por ha

Vi: volume individual por árvore (m³);

n₁: número de árvores por ha

n₂: número de árvores por parcela.

3.3.4 Área basal por planta (Gl/pl) e Área basal por hectare (Gl/ha)

A área basal por planta das árvores de cada parcela foi calculada por meio da fórmula:

$$Gl/pl = \pi \frac{(dap)^2}{40000}$$

Em que,

Gl/pl: área basal por planta em m²

dap: diâmetro a 1,3m;

Para a obtenção da área basal por hectare, multiplicou-se a área basal por planta pelo número de árvores por hectare.

3.3.5 Incremento Médio Anual do volume por hectare (IMA)

Dado em metros cúbicos (m³/ha), o incremento médio anual do volume por hectare foi calculado pela divisão do volume total por hectare pela idade atual do plantio em anos.

3.3.6 Avaliação do estado nutricional das plantas

Feita através da análise foliar laboratorial. Em cada repetição foram selecionadas 5 indivíduos aleatoriamente, e coletou-se de 6 a 8 folhas do terço médio da copa e, após a coleta, as mesmas foram armazenadas em saco de papel Kraft, e encaminhadas para o Laboratório Agrônomo Terra Brasileira localizado no Município de Balsas, Maranhão. A quantificação das concentrações dos macro e micronutrientes foram realizadas de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1999), o resultado das amostras foi dado por área (T1, T2 e T3).

Após a realização das análises químicas dos tecidos foliares, utilizou-se a metodologia denominada método da faixa de suficiência, que segundo Ribeiro et al. (1999) é um das mais utilizadas, onde a concentração observada na amostra em teste é comparada com faixas de concentrações consideradas insuficientes, adequadas ou tóxicas (Tabela 3).

Tabela 3: Faixas de suficiência adequada de macro e micronutrientes para o desenvolvimento de *Eucalyptus* no cerrado

Macronutrientes (g/kg)	Faixas adequadas (g/kg)
N	14 - 16
P	1,0 - 1,2
K	10 - 12
Ca	8 - 12
Mg	4,0 - 5,0
S	1,5 - 2,0
Micronutrientes (mg/kg)	Faixas adequadas (mg/kg)
B	30 - 50
Cu	7 - 10
Fe	150 - 200
Mn	400 - 600
Zn	35 - 50

Fonte: Sousa e Lobato (2004).

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente das faixas adequadas.

3.3.7 Análise química do solo

No período de coleta dos dados aos 26 meses de idade do plantio, realizou-se coleta de amostras de solo na profundidade de 0-20 cm em todas áreas (T1, T2, e T3) na forma aleatória e foram enviadas ao laboratório o Laboratório Agrônomo Terra Brasileira localizado no Município de Balsas, Maranhão, para a realização das análises necessárias.

Após a análise química do solo, classificou-se e comparou-se as áreas (T1, T2 e T3) que apresentavam níveis baixos, médios e altos como descrito na tabela 4 (SILVEIRA et al., 1998; SILVEIRA et al., 1999; SGARBI, 2002).

Tabela 4: Classificação dos parâmetros químicos do solo em níveis baixos, médios e altos.

Parâmetro	Unidade	Nível		
		Baixo	Médio	Alto
pH	-	< 3,9	3,9 - 5,5	> 5,5
P	mg/dm ³	< 5,0	5,0 - 8,0	> 8,0
K	mg/dm ³	< 16	16 - 70	> 70
Zn	mg/dm ³	< 0,25	0,25 - 0,5	> 0,5
S	mg/dm ³	< 1,70	1,7 - 3,6	> 3,6
B	mg/dm ³	< 0,20	0,2 - 0,4	> 0,4
Cu	mg/dm ³	< 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5
Fe	mg/dm ³	< 15	15 - 25	> 25
Mn	mg/dm ³	< 0,5	0,5 - 5	> 5
Ca	cmolc/dm ³	< 0,8	0,8 - 1,2	> 1,2
Mg	cmolc/dm ³	< 0,25	0,25 - 0,4	> 0,4

Fonte: Ribeiro et al., 1999; Silveira et al. 1998; Silveira et al., 1999; Sgarbi, 2002.

3.3.8 Delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi DIC (Delineamento inteiramente casualizado), com 3 tratamentos e 8 repetições de 10 m x 10 m (100 m²).

Os dados de Altura (HT), Diâmetro à altura do Peito (DAP), Volume individual (Vi), Volume por hectare (V/ha), Área basal por planta (G/pl) e Incremento Médio Anual foram submetidos a análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey (1977) ao nível de 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software Assistat 7.7 beta[®] (SILVA, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada análise de variância e aplicado o teste de médias de Tukey (1977) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) para os dados coletados.

Para altura total (HT) aos 26 meses de idade do plantio, não houve efeito significativo em função dos tratamentos testados ($p > 0,05$), pois as médias não diferiram significativamente entre si, a utilização de fertilizantes foliares para esta variável não influenciou o desenvolvimento do plantio. Em relação ao Diâmetro à altura do Peito (DAP), houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos testados, sendo as maiores médias exibidas nos tratamentos T1 e T3, diferindo significativamente do tratamento T2 (Tabela 5).

Tabela 5: Médias de Altura total (HT) e Diâmetro à altura do Peito (DAP) aos 26 meses de idade do plantio de *Eucalyptus urograndis*, Brejinho de Nazaré, TO.

Tratamentos	HT (m)	DAP (cm)
T1 – Padrão Fazenda	12,07 a	11,45 a
T2 – Timac Agro	11,21 a	10,50 b
T3 - Testemunha	11,95 a	10,87 ab
CV (%)	6,80	6,14

Fonte: Autor. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O plantio do presente estudo foi realizado em um espaçamento 3,0 m x 3,5 m (953 árvores/hectare) e aos 26 meses de idade não se observou competição, principalmente por luz, entre as árvores plantadas, o que proporcionou um crescimento em altura equilibrado em todos os tratamentos avaliados (Tabela 5). Segundo Silva (1990) a competição entre plantas em busca de luz é muito mais intensa nos espaçamentos mais reduzidos, em razão da necessidade da árvore ampliar ao máximo a superfície foliar e cobrir sua necessidade de assimilação, estimulando assim o crescimento em altura.

Utilizando diferentes espaçamentos para a avaliação e modelagem do crescimento de florestas energéticas de 4 diferentes clones de *Eucalyptus* no Município de Três Marias, MS, que apresenta temperatura média de 26°C e precipitação variando entre 900 mm e 1400 mm, Sartório (2014) verificou que para o

Eucalyptus urograndis, o espaçamento 3 x 3 m (1111 árvores/ha) apresentaram aos 30 meses de idade, altura médias de 13,92; 12,52; 13,25 e 13,52 metros, para os quatro clones respectivamente.

Outro fator que pode ter influenciado o crescimento em altura foram as condições climáticas da área de estudo, pois no período de avaliação, abril de 2015 a abril de 2016, aconteceu um período de seca atípico a região. Neste período a temperatura se elevou e a precipitação diminuiu de forma irregular, com exceção dos meses de abril e maio de 2015 e janeiro de 2016, que exibiram precipitação mensal, acima das médias do histórico.

Isso pode ter ocorrido devido ao fenômeno El Niño, que segundo Mello (1999) é um fenômeno meteorológico de escala global, resultante do aquecimento diferenciado do Oceano Pacífico, que provoca alterações no regime de precipitação atmosférica. No Brasil, incide uma diminuição da precipitação nas regiões Norte e Nordeste e um acréscimo na região Sul.

O conhecimento dos dados climáticos do local que a propriedade se encontra, possibilita o melhor aproveitamento dos elementos climáticos (temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) que são variáveis, quando bem ajustadas, aumentam a produtividade das espécies a serem produzidas (SANTAROSA et al., 2014).

O *E. urograndis* apresenta boas características quanto à adaptação aos diferentes sítios florestais, o que pode exercer grande influência no desenvolvimento do híbrido (MONTARI, 2007), mostrando que as condições edáficas, climáticas ambientais, adubação e de condução do plantio influenciaram diretamente no desenvolvimento deste clone.

De acordo com Souza et al. (2014) o desenvolvimento de *Eucalyptus* em campo tem forte relação com a temperatura ambiente, sendo os fatores climáticos um dos mais importantes no contexto da produção. Segundo Sperandio et al. (2010), o híbrido *Eucalyptus urograndis*, para apresentar um bom desenvolvimento exige faixas de temperatura média anual entre 18 e 25°C e para as necessidades hídricas, uma precipitação anual entre 720 a 1.800 mm, distribuída de forma uniforme durante o seu ciclo de desenvolvimento.

No Município de Brejinho de Nazaré, local de desenvolvimento do estudo, no período de condução do experimento a temperatura mínima foi de 21,1°C e máxima de 34,3°C e a precipitação anual foi de 1394,9 mm. De acordo com a classificação

adaptada por Souza et al. (2014), sobre o zoneamento agroclimático para o cultivo de *Eucalyptus urograndis* no Estado do Tocantins, a variável climática temperatura é considerada inapta para o desenvolvimento da espécie na região onde foi desenvolvido o estudo, no entanto a variável precipitação é considerada apta.

Nas condições ambientais do presente estudo *Eucalyptus urograndis* (clone H13) apresentou média de 12,07; 11,21 e 11,95 metros de altura para os tratamentos T1, T3 e T2.

Ao avaliar o desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* no Município de Corumbá-GO que apresenta precipitação média anual 1.695 mm e temperatura média mensal de 21,9°C, Faria et al. (2014) verificaram que aos 18 e 30 meses de idade médias de altura foram de 9,34 e 12,52 respectivamente.

A variável altura é um parâmetro importante para avaliar a capacidade de produção de uma planta e tem como base a altura dominante, podendo apontar o potencial produtivo de madeira (ou outro produto) do local de plantio, para uma espécie ou clone (ARCO-VERDE; SCHWENGBER, 2003; CAMPOS; LEITE, 2006).

Mas de acordo com Oliveira Neto et al. (2009) o comportamento das plantas em relação a altura nem sempre reflete o crescimento em diâmetro, fato este, foi observado no referido trabalho, pois as médias para a altura não apresentaram diferença significativa entre si, no entanto, para o DAP houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo as médias dos tratamentos T1 (11,45 cm) e T3 (10,87 cm), superiores ao encontrado no tratamento T2 (10,50 cm), (Tabela 5).

Realizando uma avaliação silvicultural de espécies florestais em Boa Vista, Roraima, que apresenta precipitação média de 1900 mm, Arco-Verde e Schwengber (2003) relataram que os clones de *Eucalyptus urograndis* com 36 meses de idade exibiram médias de DAP que oscilaram entre 7,58 e 12,54 cm. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, o valor médio de DAP mensurado ficou entre 10,50 e 11,45 cm aos 26 meses de idade, evidenciando um bom desenvolvimento da espécie nas condições de clima, solo e tratos culturais em que se encontra o plantio.

Os tratamentos T1 e T3 não apresentaram diferença significativa entre si, mostrando-se bem homogêneos para o parâmetro diâmetro à altura do peito, essa afirmação corrobora com os resultados encontrado por Faria et al. (2014), que avaliaram o desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* no Município de Corumbá-GO, relatando que a espécie aos 18 e 30 meses de idade, apresentaram uma grande homogeneidade na variável DAP.

A homogeneidade desse parâmetro no presente estudo, pode ser explicada pelo fato do plantio ser considerado jovem (26 meses), não exibindo grandes diferenças para as variáveis analisadas. Para Campos e Leite (2001), o DAP é tido como uma variável de extrema importância para o cálculo de volume de madeira, devendo ser estimado a partir do terceiro ano após a implantação. Segundo Benin et al. (2010) esta homogeneidade pode continuar ocorrendo com o avanço da idade do plantio, desde que não sejam feitas intervenções silviculturais, como desbaste.

Em relação ao Volume individual (V_i) e Volume por hectare (V/ha) os tratamentos diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$), apresentando as maiores médias os tratamentos T1 e T3, que diferiram significativamente do T2, aos 26 meses de idade no Município de Brejinho de Nazaré, TO (Tabela 6).

Tabela 6: Médias de Volume individual (V_i) e Volume por hectare (V/ha) aos 26 meses de idade do plantio de *Eucalyptus urograndis*, Brejinho de Nazaré, TO.

Tratamentos	V_i ($m^3/planta$)	V/ha (m^3/ha)
T1 – Padrão Fazenda	0,0706 a	67,29 a
T2 – Timac Agro	0,0551 b	52,13 b
T3 - Testemunha	0,0631 ab	60,19 ab
CV (%)	16,56	16,61

Fonte: Autor. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Um dos parâmetros mais importantes nos levantamentos dendrométricos é o volume, sendo um dos mais utilizados no diagnóstico do potencial madeireiro de uma floresta. Além, de apresentar uso constante no manejo florestal, é também o mais utilizado na comercialização e na indústria. Calculando o volume de uma árvore pode-se chegar à determinação do volume de uma floresta (CUNHA, 2004).

No estudo realizado por Arco-Verde e Schwengber (2003), sobre uma avaliação silvicultural de espécies florestais em Boa Vista, Roraima, que apresenta precipitação média de 1900 mm, os mesmos relataram que os clones de *Eucalyptus urograndis* com 36 meses de idade, o volume por hectare foi entre 55,03 e 292,27 m^3/ha , evidenciado a boa produção em volume para essa espécie, na região.

Realizando uma avaliação e modelagem do crescimento de florestas energéticas de eucalipto plantadas em diferentes densidades no Município de Três

Lagoas – MS, que apresenta temperatura média de 26°C e precipitação variando entre 900 mm e 1400 mm, em um espaçamento 3 x 3 m aos 30 meses de idade, Sartório (2014) relatou para 4 clones de *Eucalyptus urograndis* que os valores médios de volume individual foram de 0,05015; 0,05940; 0,05106 e 0,05876, respectivamente para cada clone. Desta maneira, para as condições climáticas da área onde foi realizado o presente estudo, com temperatura mínima de 21,1°C e máxima de 34,3°C, e precipitação anual de 1294,9 mm, o resultados obtidos são diferentes dos encontrados pelo referido autor, pois aos 26 meses as maiores médias para esse parâmetro foram de 0,0631 e 0,0706 m³/árvore (Tabela 6).

Ao estudar o desempenho silvicultural de dois clones (44 e 13) de *Eucalyptus urophylla*, aos 28 meses de idade em um espaçamento 10 x 4, em Paracatu-MG, com temperatura média anual de 22,6°C e precipitação média anual de 1.450 mm, Macedo et al. (2006) encontraram médias de volume individual de 0,0797 e 0,0782 m³/árvore e de volume por hectare de 19,93 e 19,53 m³/ha, sendo os valores das médias de volume individual, superiores as médias encontradas no presente estudo, e as médias de volume por hectare inferiores. Um dos fatores que pode ter ocasionado essa diferença no parâmetro volume por hectare é reflexo direto do número de árvores por hectare, onde no trabalho citado é bem mais reduzido (250 árvores/hectare) do que no referido trabalho (953 árvores/hectare).

Ao avaliar a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais, que apresenta temperatura média anual de 24°C e precipitação de 1400 mm, em espaçamento 3 x 2 com um híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus urophylla*, Morais (2006) encontrou valor médio para volume individual aos 24 meses de idade de 0,0388 m³ em um espaçamento 2 x 3 m, e 0,0657 m³ em um espaçamento 12 x 2,5 m, esse valor maior pode estar ligado a competição entre as plantas, que no segundo espaçamento provavelmente foi menor. Para o volume por hectare no espaçamento 2 x 3 a média foi de 64,78 m³/ha, valor próximo as maiores médias encontradas no presente trabalho 67,29 e 60,19 m³/ha. Segundo Botelho (1998), o volume está diretamente ligado ao diâmetro das plantas e à sua altura.

A área basal do povoamento florestal é expressa em uma base por unidade de área, é uma informação muito importante da floresta, ela expressa a densidade do povoamento, isoladamente ou em combinação com outro fator. Deve ser entendida como a parte de uma área florestal ocupada pelos fustes das árvores que compõem

a floresta. Este termo refere-se ao grau de ocupação do terreno pelos fustes das árvores (MACHADO; FILHO, 2003).

Para os parâmetros área basal por planta (GI/pl) e área basal por hectare (GI/ha) houve efeito ($p < 0,05$) em função dos tratamentos testados, pois as médias diferiram significativamente entre si tendo os tratamentos T1 e T3, exibido as maiores médias para estes parâmetros, diferindo significativamente do T2 que exibiu as menores médias (Tabela 7).

Tabela 7: Médias de Área basal por planta (GI/pl) e Área basal por hectare (GI/ha) aos 26 meses de idade do plantio de *Eucalyptus urograndis*, Brejinho de Nazaré, TO.

Tratamentos	GI/pl (m²/planta)	GI/ha (m²/ha)
T1 – Padrão Fazenda	0,0104 a	9,93 a
T2 – Timac Agro	0,0087 b	8,37 b
T3 – Testemunha	0,0094 ab	8,98 ab
CV (%)	11,59	11,59

Fonte: Autor. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Realizando um estudo sobre desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril no Município de Paracatu, MG, com temperatura média anual de 22,6°C e precipitação média anual de 1.450 mm, Oliveira et al. (2009) notaram que para o híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus urophylla*, com 27 meses de idade num arranjo espacial de 3,33 x 3 m a média para área basal por planta foi de 0,0089 m²/planta e por hectare de 8,93 m²/ha. Segundo Oliveira Neto et al. (2009) a variável área basal por planta (GI/planta) é altamente influenciada pelo DAP, podendo desta maneira dizer que os resultados obtidos no presente trabalho conduzido no Município de Brejinho de Nazaré, TO, corroboram com essa afirmação, pois os tratamentos que exibiram as maiores médias para o DAP, tratamento 1 (11,45 cm) e tratamento 3 (10,87 cm), mostraram também ser os mais eficientes para o parâmetro Área Basal (Tabela 7).

Analisando a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste de estado de Minas Gerais, que apresenta temperatura média anual de 24°C e precipitação de 1400 mm, Morais (2006) notou

que para o híbrido *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus urophylla*, que a GI/ha aos 24 meses em um espaçamento 3 x 2 m foi de 12,49 m²/ha.

Sartório (2014), avaliando a modelagem do crescimento de florestas energéticas de 4 diferentes clones de eucalipto no Município de Três Marias, MS, que apresenta temperatura média de 26°C e precipitação variando entre 900mm e 1400 mm em um espaçamento 3 x 3 m aos 30 meses de idade, observou para 4 clones de *Eucalyptus urograndis* que a valor médio da área basal por hectare foi de 16,28 m²/ha. Segundo Oliveira Neto et al. (2003), ocorre maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos em função do maior número de indivíduos, podendo ser um dos fatores que influenciou nos menores valores de área basal, 9,93; 8,37 e 8,89 m²/ha (Tabela 7), quando comparado ao resultado obtido pelo referido autor, devido ao número de árvores por hectare do presente estudo ser reduzido (953 árvores por hectare).

O incremento médio anual (IMA) é a razão entre a produção do elemento dendrométrico considerado a partir do ano zero e a idade da população florestal ou da árvore (SCOLFORO, 1998). O valor do incremento ou crescimento médio anual (IMA) expressa a média do crescimento total a certa idade da árvore. Expressa, portanto, a média anual do crescimento para qualquer idade. É obtido pela divisão da grandeza atual da variável considerada pela idade a partir do tempo zero (ENCINAS et al., 2005).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o Incremento Médio Anual (IMA) em relação aos tratamentos testados. Tendo os tratamento T1 e T3 exibido as maiores médias, não diferindo significativamente entre si, mas apresentando diferença significativa do tratamento T2 para este parâmetro (Tabela 8).

Tabela 8: Médias de Incremento médio anual (IMA) aos 26 meses de idade do plantio de *Eucalyptus urograndis*, Brejinho de Nazaré, TO.

Tratamentos	IMA (m ³ /ha/ano)
T1 – Padrão Fazenda	30,58 a
T2 – Timac Agro	23,69 b
T3 - Testemunha	27,36 ab
CV (%)	16,61

Fonte: Autor. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No Município de Paracatu, MG, com temperatura média anual de 22,6°C e precipitação média anual de 1.450 mm, Oliveira et al. (2009) utilizando um arranjo espacial de 3,33 x 3 m relataram em um plantio do híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus urophylla*, com 27 meses de idade, que o IMA foi de 21,11 m³/ha/ano. Sendo portanto, as médias do presente estudo superiores a encontrada pelo referido autor (Tabela 8), mostrando que em um arranjo espacial próximo, o incremento médio anual para o híbrido *Eucalyptus urograndis* foi superior, para as condições de clima e solo em que foi conduzido o plantio.

De acordo com Morais (2006), aos 24 meses de idade, em um espaçamento 3 x 2 na região noroeste do estado de Minas Gerais, que apresenta temperatura média anual de 24°C e precipitação de 1400 mm, o IMA foi de 32,40 m³/ha/ano para um híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus Urophylla*, sendo esse valor superior a maiores médias encontrada no presente estudo (30,58 e 27,36 m³/ha/ano).

A alta taxa de IMA pode ser influenciada pelo fato de *Eucalyptus urograndis* apresentar bom desenvolvimento em solos do cerrado, segundo Novais et al. (1996) a correção e fertilização adequada nos solos do cerrado, associado ao uso de espécies/genótipos adaptadas ao local, podem influenciar o desenvolvimento das árvores.

No entanto, as taxas de crescimento são também, na maioria das vezes, definidas pela qualidade do sítio em que cresce a árvore, pelas características peculiares de cada espécie, pelos fatores ambientais condicionantes do clima e solo de cada região e a disponibilidade de água no solo (SCHENEIDER, 1993; APARICIO et al. 2010; FARIA et al., 2014, PANDOLFI et al., 2008). Por esse motivo, além das

variáveis dendrométricas analisadas, é importante avaliar a relação entre o desenvolvimento da espécie e as taxas de nutrientes foliares e do solo.

Segundo Sgarbi (2000) levar em consideração a idade das árvores nos levantamentos nutricionais é de extrema importância, sobretudo quando se faz uso do método do nível crítico ou de suficiência, levando em conta que estas não permitem isolar os efeitos do aumento e/ou diminuição da concentração foliar dos nutrientes relacionado com a idade das plantas.

De acordo com os resultado da análise foliar o Nitrogênio (N) se encontra na faixa adequada para um bom desenvolvimento da cultura apenas no tratamento T2, os demais tratamentos se encontram na faixa de concentração considera tóxica (Tabela 9), seguindo a metodologia de níveis de suficiência. No entanto não foi observado sintomas de deficiência ou toxidez nas plantas em campo, aos 26 meses de idade do plantio.

Tabela 9: Resultado da análise química dos tecidos foliares para o Nitrogênio.

Nitrogênio Tratamentos	Faixas adequadas	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (g/kg)	14 – 16	19,6 (Tóxico)	14 (Adequado)	23,8 (Tóxico)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O nitrogênio é o elemento mineral que se encontra em maior abundância nos vegetais, pois a sua constituição é de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e nucleotídeos (MARENCO; LOPES, 2009). Como parte da composição da clorofila, tem participação direta na fotossíntese, exercendo, ainda, entre vários outros papeis, o de aumentar o teor de proteínas na plantas (SOUSA; LOBATO, 2004).

Dentro da planta ocorre a conversão do nitrogênio a aminoácidos, as unidades de formação das proteínas. Estes aminoácidos são utilizados na formação do protoplasma. Logo, o nitrogênio é um composto de grande necessidade para a estrutura e as funções da célula, levando em conta que o protoplasma é o local de divisão celular e de crescimento das plantas (LOPES, 1989).

Os tratamentos T1 e T3 exibiram as maiores médias de volume por hectare 67,29 m³/ha e 60,19 m³/ha, respectivamente (Tabela 6), sendo também os

tratamentos que apresentaram os maiores valores de nitrogênio nos teores foliares 19,6 g/kg e 23,8 g/kg (Tabela 9), evidenciando a essencialidade desse macronutriente para o bom desenvolvimento da espécie, levando também em consideração que no tratamento T2 o valor desse nutriente encontrado nas folhas foi de 14 g/kg e mesmo estando em faixa de suficiência considerada adequada, não favoreceu o crescimento de *Eucalyptus urograndis*.

Zakia et al. (1983) estudaram a relação da altura do *E. grandis*, aos 30 meses de idade e do *E. saligna*, aos 90 meses de idade e verificaram que as concentrações de nitrogênio nos tecidos foliares estavam associados positivamente com desenvolvimento em altura da espécie. Bellote e Ferreira (1993) relacionaram os teores foliares dos nutrientes com a altura do *E. grandis*, aos 36 meses de idade, em 15 sítios florestais, distribuídos em 5 Municípios do Estado de São Paulo e verificaram que o nitrogênio apresentaram correlações positivas com o crescimento do *E. grandis*.

Como pode ser observado no presente trabalho para o macronutriente Fósforo (P) em relação a análise foliar todos os tratamentos analisados, T1, T2 e T3 apresentam valores que são considerados em uma faixa de suficiência tóxica para cultura de acordo com a análise química do solo os níveis desse nutriente é considerado baixo no tratamento T2 e médio nos tratamentos T1 e T3 (Tabela 10).

Tabela 10: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Fósforo.

Fósforo Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 – Testemunha
Teores foliares (g/kg)	1,0 – 1,2	1,4 (Tóxico)	1,6 (Tóxico)	1,9 (Tóxico)
Níveis no solo (mg/dm³)	5,0 – 8,0	6,0 (Médio)	3,4 (Baixo)	5,6 (Médio)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

Segundo Wadt et al. (1999) diferenças nutricionais entre espécies sobre as mesmas condições climáticas e de fertilidade do solo são atribuídas às características de cada material genético, que podem ter relação com diferente eficiência de utilização e capacidade de absorção de nutrientes.

O crescimento das árvores é dependente dos teores de fósforo no solo, mas é fraca a correlação entre fósforo nas folhas e o crescimento das árvores, bem como entre a sua oferta no solo e o teor nas folhas (BELLOTE; FERREIRA, 1993). Dessa maneira pode-se dizer que os resultados encontrados no referido estudo seguem essa tendência, pois de acordo com as análises químicas (Tabela 10) os tratamentos T1 e T3 que exibiram os maiores valores para esse nutriente no solo, também exibiram as maiores médias de desenvolvimento em relação volume por hectare (Tabela 6). Observou-se também que não houve relação entre a disponibilidade desse nutriente no solo e nas folhas, pois o tratamento T1 que apresentou maior valor desse nutriente no solo, exibiu o menor valor nas folhas e o tratamento T2 que proporcionou o menor valor para esse nutriente no solo, exibiu um valor médio entre os demais tratamentos (Tabela 10). Em relação ao crescimento da planta e o teor de nutriente foliar, notou-se que pode não haver uma relação entre eles, pois os tratamentos T1 e T3 tiveram o menor e maior valor para esse nutriente 1,4 e 1,9 g/kg no tecido foliar respectivamente, exibiram as maiores médias de crescimento (Tabela 6). No entanto o tratamento T2 apresentou um valor médio entre os demais tratamentos (1,6 g/kg de fósforo no tecido foliar) e exibiu as menores médias de desenvolvimento (Tabela 6).

O fósforo é fundamental para o desenvolvimento das plantas e nenhum outro nutriente pode substituí-lo. A planta necessita de fósforo para finalizar seu ciclo normal de produção (LOPES, 1989). Depois do nitrogênio é o elemento que apresenta maior limitação no crescimento dos vegetais em grande parte dos solos. Constitui entre 0,2% e 0,5% da biomassa vegetal (RAGHOTHAMA, 1999).

Para o potássio (K), os tratamentos avaliados, T1, T2 e T3 foram considerados abaixo da faixa de suficiência adequada, no entanto não foram observados sintomas de deficiência desse nutriente nas plantas em campo. No solo o potássio encontra-se num nível médio em todos os tratamentos avaliados de (Tabela 11).

Tabela 11: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Potássio.

Potássio Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (g/kg)	10 – 12	9,0 (Insuficiente)	7,9 (Insuficiente)	7,6 (Insuficiente)
Níveis no solo (mg/dm³)	5,0 – 8,0	6,0 (Médio)	3,4 (Baixo)	5,6 (Médio)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

Segundo Donegá (2006) a relação adequada entre potássio e cálcio é fundamental para tornar máxima a absorção desses elementos, o excesso de Cálcio pode reduzir a absorção de Potássio. Essa afirmação pode explicar o fato de haver disponibilidade de potássio no solo e nas folhas ser considerado insuficiente, pois o Cálcio no solo, de acordo com classificação adotada na metodologia está em nível alto, variando entre 1,3 e 1,5 cmol/dm³, podendo desta maneira ter afetado a absorção do potássio pelas plantas.

Macedo et al. (1996) testando oito espécies de eucalipto na Chapada Cuiabana, ao 36 meses após o plantio, notaram que todas as espécies apresentaram baixa concentração de potássio nos tecidos foliares.

Zakia et al. (1983) analisaram a relação da altura do *E. grandis*, aos 30 meses de idade e do *E. saligna*, aos 96 meses de idade com a concentração potássio, nos tecidos foliares. Através dos modelos obtidos, os autores constataram que a altura do *E. grandis* apresentou uma relação negativa com os teores foliares potássio.

O potássio é necessário para que a fotossíntese aconteça, quando o teor de potássio apresenta deficiência, a fotossíntese diminui. A medida que o potássio vai diminuindo, a velocidade de respiração das plantas aumenta. Estas duas condições encontradas com a falta de potássio diminuem os suprimentos de carboidratos para as plantas (LOPES, 1989).

O micronutriente cálcio (Ca) nas folhas, (Tabela 12) se encontra na faixa adequada no tratamento T3, na faixa insuficiente no tratamento T1 e tóxica no tratamento T2, levando em consideração que a faixa de suficiência adequada varia

entre 8 e 12 g/kg, mesmo não sendo observado sintomas de deficiência ou toxidez no plantio. No solo é considerado em nível alto em todos os tratamentos avaliados.

Tabela 12: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Cálcio.

Cálcio Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (g/kg)	8,0 – 12	7,1 (Insuficiente)	12,1 (Tóxico)	12 (Adequado)
Níveis no solo (cmolc/dm³)	0,8 – 1,2	1,3 (Alto)	1,5 (Alto)	1,5 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O cálcio atua estimulando o desenvolvimento das raízes e das folhas. Ele forma compostos que fazem parte das paredes celulares. Isto reforça a estrutura das plantas. Além disso, ajuda indiretamente as produções, melhorando as condições para o desenvolvimento das raízes, instigando a atividade microbiana e aumentando a disponibilidade de molibdênio e a absorção de outros nutrientes (LOPES, 1989).

Em trabalho realizado por Matos et al. (2012) as concentrações de Ca nas folhas do clone de *E. grandis* x *E. pellita* se correlacionaram positivamente tanto com a altura quanto com o DAP. Essa relação confirma a importância desse nutriente para o desenvolvimento das árvores.

Em relação ao magnésio (Mg), os tratamentos T1, T2 e T3 se apresentam na faixa de insuficiência nos tecidos foliares, tendo em vista que a faixa de suficiência adequada está entre 4 e 5 g/kg. No solo, se encontra num nível alto em todos os tratamentos avaliados (Tabela 13).

Tabela 13: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Magnésio.

Magnésio Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (g/kg)	4,0 – 5,0	3,5 (Insuficiente)	3,0 (Insuficiente)	3,7 (Insuficiente)
Níveis no solo (cmolc/dm³)	0,25 – 0,4	0,5 (Alto)	0,6 (Alto)	0,7 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

Sendo um constituinte da clorofila, o magnésio consequentemente está envolvido ativamente na fotossíntese, portanto grande parte do magnésio nas plantas é encontrado na clorofila. O magnésio atua no metabolismo do fosfato, na respiração da planta e na ativação de vários sistemas enzimáticos (LOPES, 1989).

Os tratamentos T1 e T3, que apresentaram maior quantidade de magnésio nas folhas (Tabela 13) foram os que exibiram as maiores médias de volume (produto final), 67,29 m³/ha e 60,19 m³/ha (Tabela 6), respectivamente, mostrando que pode haver uma relação entre a quantidade desses nutrientes na folha e o bom desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* na região de desenvolvimento do trabalho, ou seja, quanto maior foi a quantidade de Mg nas folhas, mais satisfatório foi o desenvolvimento do plantio. Bellote e Ferreira (1993), avaliando nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no estado de São Paulo, verificaram que o teor de Mg nas folhas apresentou correlação altamente significativa com o desenvolvimento em altura da espécie.

Observou-se que o enxofre (S), encontrou-se insuficiente nos tratamentos T1 e T3, no tratamento T2 está na faixa de suficiência considera tóxica, sendo as faixa de suficiência considerada adequada entre 1,5 e 2,0 g/kg, no entanto não foi observado sintomas de insuficiência ou toxidez nas plantas. No solo está em um nível considerado baixo no tratamento T1 e T2, e alto no tratamento T3 (Tabela 14).

Tabela 14: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Enxofre.

Enxofre Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (g/kg)	1,5 – 2,0	1,3 (Insuficiente)	2,1 (Tóxico)	1,4 (Adequado)
Níveis no solo (mg/dm³)	1,7 – 3,7	1,2 (Baixo)	1,2 (Baixo)	3,4 (Médio)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O tratamento T2 exibiu a menor média de desenvolvimento de volume por hectare 52,13 m³/ha (Tabela 6) e foi considerado em suficiência tóxica, apresentando o maior valor desse nutriente entre os tratamentos testados (2,1 g/kg), mostrando dessa maneira, uma possível relação negativa entre o nível de enxofre na planta e o desenvolvimento destas.

O enxofre apresenta essencialidade na formação de proteína na planta, pois ele é parte de certos aminoácidos, ajuda na produção de enzimas e vitaminas, promove a formação dos nódulos para a fixação de nitrogênio, auxilia na formação das sementes e é indispensável na formação de clorofila, mesmo não ser um constituinte dela (LOPES, 1989).

A absorção de enxofre pelas raízes acontece de forma altamente oxidada (SO₄²⁻), mas sua utilização é em forma reduzida (-SH ou S-S), sendo metabolizado na raiz. Pode também ser absorvido pelas folhas na forma de dióxido de enxofre (SO₂). Os níveis de SO₂ na atmosfera aumentam com a queima de madeira e de combustíveis fósseis (MARENCO; LOPES, 2009). Essa afirmação, pode ser um dos prováveis fatores que pode explicar a diferença entre os níveis de enxofre nos teores foliares e no solo (Tabela 14), pois o nível desse nutrientes nas folhas nem sempre pode estar associado aos níveis presente no solo, levando em consideração que as plantas conseguem absorver o enxofre da atmosfera, sendo isto observado no presente estudo.

O micronutriente boro (B), apresenta nas folhas uma taxa de suficiência adequada apenas no tratamento T1, sendo considerado insuficiente nos tratamentos T2 e T3, sendo a faixa considerada suficiente entre 30 e 50 mg/kg de boro no tecido foliar (Tabela 15). No entanto, o tratamento T2 exibiu o menor valor para esse nutriente

em relação aos demais tratamentos, sendo também o que proporcionou a menor média de desenvolvimento para volume por hectare 52,13 m³/há (Tabela 6), mostrando uma provável relação positiva entre o teor desse nutriente nas folhas e o crescimento da espécie, evidenciando que quanto maiores foram os teores foliares desse nutriente, maior foi o desenvolvimento da espécie em estudo. No solo o boro se apresenta num nível médio nos tratamentos T1 e T3, e nível baixo no tratamento T2 (Tabela 15).

Tabela 15: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Boro.

Boro Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (mg/kg)	30 – 50	37 (Adequado)	18,3 (Insuficiente)	23,3 (Insuficiente)
Níveis no solo (mg/dm³)	0,20 – 0,40	0,28 (Médio)	0,19 (Baixo)	0,23 (Médio)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O boro desempenha papel fundamental no alongamento do tubo polínico. Tem participação na síntese de ácidos nucléicos essenciais na divisão celular, do funcionamento das membranas e em respostas hormonais (CHENG; RERKASEM, 1993; BLEVINS; LUKASSZEWSKI, 1998).

A lei do mínimo ou de Liebig se aplica para o boro, segundo Raij, (1981) a produtividade das culturas é limitada pelo nutriente que estiver em menor disponibilidade no solo, mesmo que os demais estejam em níveis adequados. O boro atende a essa teoria, pois é o nutriente que se encontra em menor quantidade no solo, sendo os tratamentos T1 e T3 os que exibiram as maiores médias de volume por hectare, 67,29 m³/ha e 60,19 m³/há, respectivamente (Tabela 6) para o *E. urograndis* e também os que apresentaram os maiores valores para esse nutriente no solo, confirmado assim, essa provável relação.

Em relação ao cobre (Cu), o tratamento T2 é o único que se apresentou na faixa de suficiência adequada, os tratamentos T1 e T2 se encontram insuficientes segundo a análise química dos tecidos foliares, pois a faixa de suficiência adequada está entre 7 – 10 mg/kg, mesmo não sendo observado sintomas de deficiência desse

micronutriente em campo. No solo é considerado em nível alto nos tratamentos T1, T2 e T3 (Tabela 16).

Tabela 16: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Cobre.

Cobre Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (mg/kg)	7,0 – 10	5,2 (Insuficiente)	8,2 (Adequado)	6,1 (Insuficiente)
Níveis no solo (mg/dm³)	0,3 – 0,5	2,1 (Alto)	1,0 (Alto)	1,4 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O cobre é fundamental para a formação da clorofila nas plantas, participa da catalisação de vários processos no metabolismo vegetal e apresenta grande importância na promoção de diversas reações, apesar de geralmente não fazer parte dos produtos formados (LOPES, 1989). A maior parte das suas funções fisiológicas tem relação com a sua participação em sistemas de oxirredução, como ocorre na plastocianina, uma proteína do cloroplasto que atua na transferência de elétrons na fotossíntese e que contém mais de 50% do cobre da folha (MARSCHENER, 1995).

O ferro (Fe) se encontra na faixa de insuficiência em todos os tratamentos testados avaliados, levando em consideração que a faixa adequada para esse micronutriente está entre 150 e 200 mg/kg, porém não foi observado deficiência desse nutriente no plantio de *E. urograndis*. No entanto, no solo o Fe está em nível alto nos três tratamentos testados (Tabela 17).

Tabela 17: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Ferro.

Ferro Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (mg/kg)	150 – 200	100 (Insuficiente)	111 (Insuficiente)	110 (Insuficiente)
Níveis no solo (mg/dm³)	15 – 25	200 (Alto)	190 (Alto)	153 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

O Ferro auxilia na formação da clorofila, é um catalisador que age como um carreador de oxigênio e participa na formação de certos sistemas respiratórios envolvendo enzimas (LOPES, 1989). Nas folhas, cerca de 80% do Fe está nos cloroplastos e plastídios, sendo uma boa parte do ferro foliar armazenado na fitoferritina, uma proteína de reserva ligada e localizada principalmente nos cloroplastos (MARSCHENER, 1995). Uma fração menor do Fe está vinculada às atividades metabólicas. O ferro é essencial, pois forma parte de certas enzimas, como catalase, peroxidase, citocromo oxidase e xantina oxidase (MARENCO; LOPES, 2009).

O micronutriente manganês (Mn) está na faixa de suficiência considerada tóxica nos tratamentos T1, T2 e T3, sendo as faixas de suficiência adequadas entre 400 e 600 mg/kg, no entanto não foi observado sintomas de toxidez no plantio de *E. urograndis* no Município de Brejinho de Nazaré, TO. No solo é considerado em nível alto nos 3 tratamentos testados. (Tabela 18).

Tabela 18: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Manganês.

Manganês Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (mg/kg)	400 – 600	740 (Tóxico)	928 (Tóxico)	865 (Tóxico)
Níveis no solo (mg/dm³)	0,5 – 5,0	109,7 (Alto)	52 (Alto)	85,4 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

Esta toxidez de Mn pode estar relacionada ao pH do meio, pois este pode causar alterações nos teores de nutrientes nas plantas, por exemplo, plantas crescendo em solos ácidos (pH < 5,5) podem mostrar toxidez de Mn (CLARK, 1996). No presente estudo os valores de pH são menores que 5,5 (Tabela 19), podendo dessa maneira, ter influenciado na absorção excessiva de manganês.

Tabela 19: Resultado da análise química do solo para o pH.

Nutriente Tratamentos	Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
pH no solo (Ca/Cl₂)	3,9 – 5,5	5,0	5,4	4,9

O manganês atua principalmente como parte do sistema enzimático nas plantas, ativa várias reações metabólicas importantes, tem ação direta na fotossíntese ajudando na síntese da clorofila, acelera a germinação, a maturidade e aumenta a disponibilidade de fósforo e cálcio (LOPES, 1989). É absorvido como Mn²⁺ e é transportado pelo xilema até a parte aérea. O acúmulo ocorre particularmente nas células periféricas da folha e do pecíolo. O Mn participa da fotossíntese na evolução do O₂ (reação de Hill) e da ativação de diferentes sistemas enzimáticos (MARENCO; LOPES, 2009).

Para o zinco (Zn) os tratamentos avaliados T1, T2 e T3 foram considerados abaixo da faixa de suficiência adequada que varia de 35 – 50 mg/kg. No entanto, não foi observado sintomas de deficiência ou toxidez desses nutrientes no plantio. No solo o Zinco é considerado alto, nos tratamentos T1, T2 e T3 (Tabela 20).

Tabela 20: Resultado da análise química dos tecidos foliares e de solo para o Zinco.

Zinco Tratamentos	Faixas adequadas/ Nível médio	T1 – Padrão Fazenda	T2 – Timac Agro	T3 - Testemunha
Teores foliares (mg/kg)	35 – 50	13 (Insuficiente)	24 (Insuficiente)	19 (Insuficiente)
Níveis no solo (mg/dm ³)	0,25 – 0,5	4,8 (Alto)	4,5 (Alto)	5,3 (Alto)

Considerou-se como faixas insuficientes e faixas tóxicas os valores que ficaram abaixo e acima, respectivamente, das faixas adequadas.

Auxiliando as substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, o zinco apresenta essencialidade para a ativação de certas reações metabólicas, sendo necessário para a produção da clorofila e a formação de carboidratos (LOPES, 1989). O zinco também é requerido na ativação de várias enzimas, como desidrogenases, aldolases, enolases, isomerases, peptidases, transfosforilases e RNA e DNA polimerases. Em consequência, a deficiência de Zinco interfere negativamente no metabolismo de carboidratos e na síntese de proteínas (MARENCO; LOPES, 2009).

No presente estudo, o cobre, o zinco e o ferro são considerados insuficientes nos tecidos foliares das plantas, com exceção do cobre no tratamento 2 que foi considerado em uma faixa suficiência adequada. Porém, no solo esses micronutrientes foram considerados em nível alto, mostrando a provável baixa absorção desses nutrientes do solo pela planta. Segundo Mukhopadhyay e Sharma, (1991) o manganês interfere na absorção, no transporte e no uso de vários elementos essenciais, como Ca, Mg, K, P, N, mas principalmente de Cu, Zn e Fe. Yu e Rengel (1999) relatam que a absorção desses três elementos pode até dobrar com a deficiência de Mn ou vice-versa. Podendo desta maneira, a absorção de Cu, Zn e Fe no presente estudo ter sido prejudicada pelo excesso de Mn no solo e na planta.

Em relação a análise dos nutrientes foliares, observou-se que para as condições climáticas e edáficas do Município de Brejinho de Nazaré, pode ter ocorrido uma relação entre o teor de S, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas e o desenvolvimento de *E. urograndis*, pois o tratamento T2 que apresentou os maiores valores para estes micronutrientes (S, 2,1 g/kg; Cu, 8,2; Fe, 111; Mn, 928 e Zn, 24 mg/kg), foi também o tratamento que exibiu a menor médias de volume por hectare (52,13 m³/ha), entre os tratamentos testados, evidenciando essa provável relação negativa, pois quanto maior

o teor desses nutrientes nas folhas, menor foi o desenvolvimento do híbrido *E. urograndis*. E que o mesmo estando em um solo considerado de baixa fertilidade quando comparado com os demais (T1 e T3), os teores desses nutrientes foram mais elevados, mostrando uma provável maior eficiência, da adubação utilizada no tratamento T2.

A adubação utilizada no T2, foi realizada com fertilizantes da gama Fertileader com a tecnologia SEACTIV®, que além de nutrir a planta com elementos essenciais possui um potente efeito anti-estresse permitindo a planta suportar condições adversas de seca, permite maximizar a capacidade das plantas de expressarem o seu potencial genético. (TIMAC AGRO®, 2016). Fato que pode ter favorecido o aumento dos nutrientes S, Cu, Fe, Mn e Zn nas plantas.

Avaliando um levantamento do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus* sp., na região sul do Estado da Bahia, Silveira et al. (2000) observaram que houve correlações negativas entre o crescimento e os teores foliares de manganês, os autores observaram que os altos teores foliares deste nutriente poderiam estar prejudicando o crescimento do *Eucalyptus* sp., nesta região.

Realizando um levantamento do estado nutricional na região de Capão Bonito, Sgarbi et al. (2000) verificaram que o manganês, correlacionou-se negativamente com a produtividade de *E. grandis* e do *E. urophylla*, mostrando que os elevados teores foliares deste nutriente poderiam estar sendo prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.

Além das variações resultantes das diferentes capacidades de absorção de cada material genético, a interação genótipo-ambiente pode influenciar o teor de nutrientes nos *Eucalyptus*. Portanto, pode-se dizer que as condições climáticas do local de condução do trabalho, podem ter afetado o teor de nutrientes nas folhas em determinado momento, mesmo não sendo visualizados sintomas de deficiência no plantio (FARIA et al.; 2008).

Muito precisa ser feito em relação ao estabelecimento de padrões nutricionais, e os valores obtidos regionalmente são cada vez mais importantes, reduzindo-se dessa maneira os efeitos de fatores como clima e solo que variam de região para região, e podem afetar os resultados das análises químicas foliares (FAQUIN, 2002).

De maneira geral, seguindo a metodologia dos níveis de suficiência para os teores de nutrientes foliares (Tabela 4), não existe uma provável relação entre as faixas de suficiência com o desenvolvimento da espécie estudada, pois em todos os

casos onde os nutrientes nas folhas foram considerados insuficientes ou tóxicos, não foi observado em campo tais sintomas, no período de avaliação.

Desta maneira, para as condições de clima e solo do Município de Brejinho de Nazaré, TO, recomenda-se não realizar adubação foliar aos 14 meses de idade do plantio, reduzindo desta maneira os custos com a condução do povoamento florestal, pois nesse período, provavelmente ainda há influência da adubação de base no desenvolvimento do plantio.

5 CONCLUSÕES

- As plantas que receberam a adubação Padrão Fazenda e a Testemunha, apresentaram as maiores médias de desenvolvimento.
- O tratamento 2 (Timac Agro) proporcionou maior quantidade dos nutrientes Enxofre, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco no teores foliares, mesmo estando em um solo considerado de baixa fertilidade quando comparado com os demais tratamentos avaliados, em função da utilização dos produtos Fertileader.
- Para as condições de clima e solo do Município de Brejinho de Nazaré, TO, recomenda-se não realizar adubação foliar aos 14 meses de idade do plantio, reduzindo desta maneira os custos com a condução do povoamento florestal, pois nesse período, provavelmente ainda há influência da adubação de base no desenvolvimento do plantio.
- Recomenda-se um tempo maior de avaliação, para poder realizar uma predição de crescimento para a cultura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELSON, P. H.; ROWE, J. W. A. New Agricultural Frontier. **New York, Science**, v. 235, n. 4795, p. 1450-1451, 1987.

ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**. São Paulo: Cia. Paulista de Estradas de Ferro. 2ª Edição, 1961. 680p.

APARICIO, P. S., FERREIRA, R. L. C., SILVA, J. A. A., ROSA, A. C., APARÍCIO, W. C. S. Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus x urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 381-390, 2010.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R. Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.3, p. 59-63, jul./set. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA, DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013, Ano base 2012**. Brasília, 2013. 142 p.

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; ROCHA, M. P. da. Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, vol.25, n.3, p. 711-719. 2010.

BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.26/27, p. 17-28, 1993.

BENIN, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAVICK, L. F. Incremento anual em diâmetro e altura em plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage sob diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2012.

BLEVINS, D. G.; LUKASZEWSKI, K. M. Boron in plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 49, p. 481 – 500, 1998.

BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.

CALONEGO, J.C; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C.H. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n.2, p. 20-26. 2010.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2º ed. Viçosa: UFV, 2001. 470 p.

- CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha.** 2000. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. (2002). How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and Growth. **Annals of Botany** v.89, n.6, p.907-916, 2002.
- CHENG, C.; RERKASEM, B. Effects of boro non pollen viability in wheat. **Plant and Soil**, v. 155/156, p. 313-315, 1993.
- CLARK, R.B.; ZETO, S.K. Mineral nutrition by micorrhizal maize grown on acid an alkaline soil. **Soil biological and biochemistry**, v.28, p.1495-1503, 1996.
- CUNHA, A. S (coord.). **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados.** Brasília, IPEA, 204 p. 1994.
- CUNHA, U. S. da. Dendrometria e inventário florestal. Manaus, 2004, 61p. Apostila – Escola Agrotécnica Federal de Manaus.
- DONEGÁ, M.A. Relação Ca:K e aplicação de silício na solução nutritiva para o cultivo hidropônico de coentro. 2009, 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- *ELDRIGE, K.G. **An annotated bibliography of genetic variation in *E. camaldulensis*.** Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1975. 9 p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e Crescimento das Árvores. **Comunicações Técnicas Florestais**, V.7. n.1. dez. 2005.
- FAO. Global forest resources assessment 2000. Main report. **FAO Forestry paper.** 2000. 479 p.
- FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; CUNHA, V. L. P.; MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus* spp. No vale do Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, v. 18 n. 3, p. 363-373, 2008.

FARIA, J. R. et al. DESENVOLVIMENTO DE EUCALIPTUS UROGRANDIS NO MUNICÍPIO DE CORUMBÁ-GO. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 27, n. 2, p.9-27, jun. 2014.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA, 2002.

FERNANDES, A. L. T.; FLORÊNCIO, T. M.; FARIA, M. F. Análise biométrica de florestas irrigadas de eucalipto nos cinco anos iniciais de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.5, p.505–513, 2012.

FERREIRA, D. F., DEMÉTRIO, C. G. B., MANLY, B. F. J., MACHADO A. A., VENCOVSKY R. Modelos estatísticos na agricultura: métodos biométricos para avaliar a estabilidade no fenotípica melhoramento de plantas. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 373-388, 2006.

GONZÁLEZ, E.R. **Transformação genética de *Eucalyptus grandis* e do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* via *agrobacterium***. 2002. 93 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Anuário estatístico 2014: ano base 2013**. Brasília, 2014. 100 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Anuário estatístico 2015: ano base 2014**. Brasília, 2015. 80 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

KAISER, W.M. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. *Plant Physiol.* **Bethesda**, v. 71, p. 142-149, 1987.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

LOPES, J. L. W. **Qualidade de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* vs *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes**

hídricos. 2008. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MACEDO, R. L. G.; SOARES, R. V.; SOARES, A. R. "Status" nutricional de *Eucalyptus* (na fase juvenil) introduzidos na baixada cuiabana, MT. **Cerne**, v. 2, n. 2, p. 110 – 123, 1996.

MACEDO, R. L. G., BEZERRA, R. G. B.; VENTURIN, N.; VALE, R. S. do.; OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**. V. 30, n. 5, pp.701-709, 2006.

MACHADO, S. A; FILHO, A. F. **Dendrometria**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2003.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2009. 486p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London, New York: Academic Press, 1995, 889 p.

MARTINS, I. S. et al. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*, **Cerne**, v.11, n.1, p.16-24, 2005.

MATOS, G. S. B.; SILVA, G. R.; GAMA, M. A. P.; VALE R. S.; ROCHA, J. E. C. Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no nordeste do Pará. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 4, p. 491-500, 2012.

MELO, J.C. **O Fenômeno El Niño e as Secas no Nordeste do Brasil**. In: Raízes, ano XVIII, nº20. 1999.

MELO, L. A. de.; PEREIRA, G. de. A.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C. S.; EDUARDO, V. DA.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014.

MONTARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Níveis de resíduos de metalurgia e substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, p. 59-66, 2007.

MORAIS, V. de M. **Dinâmica de crescimento de Eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do Estado de Minas Gerais**. 2006. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MUSSKOPF, C.; BIER, V.A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.3, n.4, p.83-91, 2010.

MUKHOPADHYAY, M. J.; SHARMA, A. Manganese in cell metabolism of higher plants. **The Botanical Review**, v. 57, p. 117 – 149, 1991.

NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; COSTA, L. M. da. Aspectos nutricionais e ambientais do Eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, v. 17, n. 68, p. 10-17, set./dez. 1996.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES J. W. FILHO, T. M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucalipto para a construção civil 1- avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Florestalis**, Piracicaba – SP, n.56, p 113 – 124, 1999.

OLIVEIRA NETO, S. N de., REIS, G. G dos.; REIS, M. das. G. F.; LEITE, H. G.; NEVES, J. C. L. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de Cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 755-762, 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G. dos.; REIS, M. das. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

OLIVEIRA, T. K.;; MACEDO, R. L. G. VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M.Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 1-9, 2009.

PAES, J. B.; LOMBARDI, L. R.; OLIVEIRA, J. T. DA. S.; SILVA, L. F. da.; SANTOS, L. L. dos. Qualidade de moirões de eucalipto tratados comercializados em três Municípios do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p 475 – 482, 2012.

PALUDZYSZYN, E.; RODRIGUES, A.; CORDEIRO, D. **Estrategia para o melhoramento de eucaliptos tropicais na embrapa**. Paraná: EMBRAPA. 2004.

PANDOLFI, F., SENNA, R. S. de, BORGES, T. S., RIBEIRO, C. A. D., MARQUES, S. dos S., JESUS JUNIOR, W. C. de. **Avaliação do Crescimento do Clone Híbrido *Eucalyptus urograndis* quando Submetido a Diferentes Manejos de Irrigação**. In: INIC/EPG/INIC Jr., 2008, São José dos Campos.

- PAVAN, B. E. **Crescimento de clones de eucalipto submetidos a diferentes regimes hídricos em casa de vegetação**. 2003. 43 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, 2002. Ed. Agropecuária, p. 247-267.
- RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review of Plant Physiology an Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 665-693, 1999.
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto de Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.
- REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Aducação foliar. I. Épocas de aplicação de Fósforo na cultura da soja. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.6, p.1105-1111, 2005.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- SANO, E. E.; FERREIRA, L. G. Monitoramento semidetalhado (escala 1:250.000) de ocupação de solos do cerrado: considerações e proposta metodológica. **Anais... XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, INPE, 16-21, p. 3309-3316, 2005.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p.153-156. 2008.
- SANT' ANNA, H. L. S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.
- SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 136 p.
- SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Doenças do Eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 20p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 45).
- SARTÓRIO, I. P. **Avaliação e modelagem do crescimento de florestas energéticas de eucalipto plantadas em diferentes densidades**. 2014. 136

f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF, FATEC. 1993. 348p.

SCOLFORO, J. R.; **Modelagem do Crescimento e da Produção de Florestas Plantadas e Nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 453 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005 a 2010**. Brasília, 2010. 152 p.

SCHWIDER, Y. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CÔRREA, V. B.; TOLEDO, J. V.; XAVIER, T. M. T. Efeito do Déficit Hídrico sobre o crescimento de Eucalipto em diferentes condições microclimáticas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p.888-900, jul. 2013.

SCHULZE, E.D. Whole-plant responses to drought. **Australian J. Plant Physiol**, Melbourne, v. 13, p. 127-141, 1986.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L.V. A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, N.A. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo em plantios de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* na região de Capão Bonito/SP (compact disc). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., Santa Maria, 2000. **FERTIBIO 2000**: trabalhos. Santa Maria: SBCS; SBM, 2000a.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; NETO, C. B. L. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo em plantios de *Eucalyptus grandis* na região de Lençóis Paulista/SP. (compact disc). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., Santa Maria, 2000. **FERTIBIO 2000**: trabalhos. Santa Maria: SBCS; SBM, 2000.

SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp. em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do estado de são paulo**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, E. N., RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments**. v. 74, p. 1130-1137. 2010.

SILVA, F. de. A. S., 2016. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de março de 2016. Disponível em <<http://www.assistat.com/>>. Acesso em: 17 de jun. de 2016.

SILVA, J. F. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamentos.** 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

SILVA, K. R.; MINETTI, L. J.; FIEDLER, N. C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E. G. B.; SOUZA, A. P. S. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 361-366, 2004.

SILVEIRA, R.L.V.A.; ARAÚJO, E.F.; SOUZA, A.J. Avaliação do estado nutricional de clones de *Eucalyptus* na região sul da Bahia. (compact disc). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., Santa Maria, 2000. **FERTIBIO 2000**: trabalhos. Santa Maria: SBCS.,SBM, 2000.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; MOREIRA, A. **Monitoramento nutricional na Lwarcel : relatório de assessoria e pesquisa.** Local: Editora, 1999. 62p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; POMPERMAYER, P. N. **Monitoramento nutricional na Siderúrgica Barra Mansa: relatório de assessoria e pesquisa.**Local: Editora, 1998. 92p.

SOUSA, A. C. de. O. **Eficiência da adubação de base e da adubação foliar em mudas de *Eucalyptus grandis*.** 2013. 29 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, UFRJ, Seropédica.

SOUZA, C. R.; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA, O. M. M.; COLLICCHIO, E.; PEREIRA, E. Q.; AZEVEDO, M. I. R. Zoneamento agroclimático para o *Eucalyptus urograndis* no Estado do Tocantins. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 5., 2014, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2014, p. 231-239.

SPERANDIO, H. V.; CAMPANHARO, W. A.; CECILIO, R. A.; NAPPO, M. E. Zoneamento agroecológico para espécies de eucalipto no Estado do Espírito Santo. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia. v. 11, n. 34. Jun. p. 203 - 216. 2010.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos.; DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M. Comportamento fisiológico de dois clones de Eucalyptus na época seca e chuvosa. **Cerne**, v.13, n.2, p.149-159, 2007.

TIMAC AGRO®. Porto Alegre – RS, 2016. Disponível em:
<http://www.br.timacagro.com/timac/Portugues/produto/index.php?acao=detalhar&cod=32> Acesso em: 07/01/2016.

TUKEY, J. W. Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishing Company, 1977, 688p.

WADT, P. G. S. 2004. Nutritional status of Eucalyptus grandis clones evaluated by critical level and DRIS methods. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 15-20, 2004.

YU, Q.; RENGEL, Z. Micronutrient deficiency influences plant growth and activities of superoxide dismutases in narrow-leafed lupins. **Annals of Botany**, v. 83, p. 175-182, 1999.

ZAKIA, M.J.B.; POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. do. Correlação entre a concentração de nutrientes nas copas e a altura das árvores de eucalipto plantadas em povoamentos puros. **IPEF**, n.25, p. 29-32, 1983.

ZOBEL, B. J.; WYK, G. van; STAHL, P. **Growing exotic forests**. New York: Wiley, 1987. 508 p.