

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Resposta à fertilização de plantios comerciais de *Eucalyptus* e sua  
correlação com as características edafoclimáticas e silviculturais em  
diferentes regiões do estado de São Paulo**

**Renato Meulman Leite da Silva**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais.  
Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal**

**Piracicaba  
2011**

Renato Meulman Leite da Silva  
Engenheiro Florestal

**Resposta à fertilização de plantios comerciais de *Eucalyptus* e sua correlação com as características edafoclimáticas e silviculturais em diferentes regiões do Estado de São Paulo**

Orientador:  
Profº Dr. **ANTONIO NATAL GONÇALVES**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal**

**Piracicaba  
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Silva, Renato Meulman Leite da

Resposta à fertilização de plantios comerciais de *Eucalyptus* e sua correlação com as características edafoclimáticas e silviculturais em diferentes regiões do estado de São Paulo / Renato Meulman Leite da Silva. - - Piracicaba, 2011.

118 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Adubação 2. Eucalipto - Produtividade - São Paulo 3. Manejo florestal 4. Nutrição vegetal I. Título

CDD 634.9734  
S586r

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**



**DEDICO,**

Aos meus pais **Jair** e **Geraldina**, por me darem a vida.

Às minhas irmãs **Tatiana** e **Talita**, pelo carinho e amizade.

Ao meu sobrinho **Gustavo**, pela alegria em nossas vidas.

**OFEREÇO**

À minha avó **Maria Aparecida**.

Em memória dos meus avôs **Felício**, **Theodorus** e **Anne** pela família que nos deram.



## **AGRADECIMENTOS**

À DEUS, presente em todos os momentos e que nos oferece a dádiva da vida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP) e ao Departamento de Ciências Florestais por minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. José Luiz Stape, por toda orientação e empenho em transmitir a conhecimento e formar novos profissionais.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Antonio Natal Gonçalves, pela orientação e oportunidade de cursar o programa de Mestrado em Recursos Florestais na ESALQ-USP.

À SUZANO Papel e Celulose, unidade de Limeira-SP, por possibilitar o desenvolvimento do projeto, através dos Engenheiros Vandersson Telles Fernandes e Alex Passos dos Santos e em especial ao Técnico Isnar Aparecido Teodoro Vaz por toda dedicação e empenho ao projeto e a todos os colaboradores que ajudaram nesse trabalho.

Ao Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF) pelo suporte ao projeto Parcelas Gêmeas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio à pesquisa.

Aos amigos e Eng<sup>o</sup>. Florestais Camila Tucunduva Nardon e José Luiz Ferraresco Conti Jr. pela imensa contribuição no desenvolvimento do projeto.

Aos amigos e Eng<sup>o</sup> Florestais, Cristiane de Camargo Zani Lemos, Rodrigo Eiji Hakamada, Otávio Campoe, Juliana Biruel, Marina Gentil e Ana Paula Ferez pela contribuição durante a pós-graduação.

Ao Grupo Florestal Monte Olimpo, por nos propiciar excelentes momentos de aprendizado e formação profissional, além das amizades eternas. E também por toda ajuda no processamento de amostras do projeto.

A república Balakobako do Pae João, a família que me acolheu durante minha graduação e que me propiciou grandes amizades.

Aos amigos da república Pão de Queijo, pela convivência no período de pós-graduação.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 Revisão Bibliográfica.....	15
2.1.1 Efeito da Limitação Nutricional na Produtividade de Eucalyptus.....	15
2.1.2 Interações entre as características edafo-climáticas e a resposta à fertilização.....	18
2.1.2.1 Disponibilidade de água (chuvas e características físicas do solo) x Fertilização ...	19
2.1.2.2 Características químicas do solo (CTC, M.O. e SB) x Fertilização.....	21
2.1.2.3 Outras características da floresta x Fertilização.....	21
2.1.3 Efeito da Fertilidade na Eficiência da Planta.....	23
2.2 Material e Métodos.....	25
2.2.1 Delineamento experimental.....	25
2.2.2 Localização.....	26
2.2.3 Caracterização Edafoclimática.....	27
2.2.4 Instalação das Parcelas Gêmeas (PGs).....	28
2.2.5 Análises das variáveis químicas e físicas dos solos.....	30
2.2.6 Análise nutricional dos blocos experimentais.....	30
2.2.7 Dados climáticos e balanço hídrico.....	30
2.2.8 Estimativas de produtividade e resposta a fertilização.....	31
2.2.9 Estimativas de índice de área foliar (IAF) e uso da luz.....	35
2.2.9.1 Radiação solar e uso da luz.....	35
2.2.9.2 Índice de Área Foliar.....	37
2.2.10 Análises estatísticas.....	39
2.3 Resultados e Discussão.....	39
2.3.1 Instalação das Parcelas Gêmeas.....	39
2.3.2 Características químicas e físicas do solo.....	40
2.3.3 Estado nutricional do material vegetal.....	41
2.3.4 Balanço Hídrico.....	46
2.3.5 Estimativas de produtividade e resposta a fertilização.....	50
2.3.5.1 Estimativa de altura.....	50
2.3.5.2 Incremento Corrente Anual (ICA) e Produtividade.....	50
2.3.5.3 Resposta à Fertilização (RF).....	56
2.3.5.4 Variáveis edáficas, climáticas e silviculturais na resposta à fertilização (RF).....	60
2.3.6 Estimativas de Índice de Área Foliar (IAF).....	66
2.3.7 Índices de Resposta à Fertilização.....	69
3 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
ANEXOS.....	81



## RESUMO

### **Resposta à fertilização de plantios comerciais de *Eucalyptus* e sua correlação com as características edafoclimáticas e silviculturais em diferentes regiões do estado de São Paulo**

Os nutrientes são recursos naturais indispensáveis para a produção de madeira, assim o manejo nutricional é essencial para a produtividade sustentável de madeira em florestas plantadas, as quais formam um setor importante na economia nacional, principalmente com as plantações de *Eucalyptus*, comuns no estado de São Paulo. Essas plantações ocupam extensas áreas, abrangendo sítios com diferentes características edafoclimáticas e podem ter sua produtividade limitada por deficiências nutricionais, causadas por baixa fertilidade dos solos onde são cultivadas e um manejo de fertilizações inadequado. Esse estudo visou identificar a limitação nutricional, avaliar o efeito de características edafoclimáticas e silviculturais na resposta à fertilização e determinar a produtividade atingível em plantações comerciais de *Eucalyptus* distribuídas por diferentes regiões do estado de São Paulo, representando um total de 52.700 ha. Para isso utilizou-se o delineamento de Parcelas Gêmeas (PGs) que consistiu na instalação de 161 parcelas que receberam adubações extras, em diversos plantios com 2 a 4 anos de idade, de matérias genéticas seminais ou clonais e em primeira rotação ou brotação. Essas parcelas foram pareadas e comparadas durante 2,5 anos com outras que receberam o manejo tradicional da floresta e através de estimativas de crescimento foi determinado à resposta à fertilização (RF) dos diferentes blocos experimentais. O estudo mostrou uma produtividade atingível de  $49 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  ( $22 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ), sendo 11% superior a atual e com capacidade para chegar a  $62 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  ( $28 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) na região ao sul do estado, a mais produtiva. A RF média foi de  $11,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  ( $5,3 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ). Além do incremento na produtividade, o tratamento com adubação potencial aumentou o índice de área foliar (IAF) e a eficiência de uso da luz. A região sul também foi a mais responsiva ao manejo de fertilização, que teve boa correlação com os fatores climáticos (precipitação e déficit hídrico). O teor de matéria orgânica, argila, areia e a soma de bases (SB) também apresentaram correlação com a RF para a população estudada. Além da diferença entre as regiões, a RF foi diferente para o tipo de solo, textura e materiais genéticos. A análise de cada região apresentou boa correlação entre a RF e a granulometria do solo, SB e os teores de Magnésio (Mg), Potássio (K) e Fósforo (P).

Palavras-chave: Produtividade; Adubação; Nutrição; Manejo; Parcelas Gêmeas



## ABSTRACT

### **Fertilizer response to *Eucalyptus* plantations and its correlation with the soil, climate and silviculture characteristics in different regions of São Paulo state.**

The nutrients are essential resources to wood production, therefore a nutritional management is needed to maintain a sustainable productivity on forests plantations, which contribute as an important sector in the Brazilian economy, mainly due to *Eucalyptus* plantations, common in São Paulo state. These plantations cover extensive landscapes, over different sites, climate and soil conditions and the productivity can be limited by low soil fertility or an inappropriate fertilization management. This study aimed to identify nutritional limitation, evaluate the effect of the soil, climate and silviculture characteristics on fertilization response and determine the attainable productivity in *Eucalyptus* plantations widespread around 52,700 ha in different regions in São Paulo state. The Twin Plot design was used in 161 plots which receive additional fertilizations. These plots account stands of 2 to 4 years old, seedling or clonal plantations and establishment or coppice forests. The plots were paired and compared for 2.5 years with others which receive the usual fertilization management and through growth estimates to determine the fertilization response (FR) to each block (pair of plots). The results showed an attainable productivity of  $49 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$  ( $22 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ ), 11% greater than the actual and also showed a capacity to reach  $62 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$  ( $28 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ ), at the south of state, more productivity local. The average FR was  $11,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$  ( $5,3 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ ). Beyond the increment on wood productivity, the treatment with extra fertilizations also increased the leaf area index (LAI) and the light use efficiency. The south region also was the most responsive to the fertilizations management, which was a good correlation with the climate data (rainfall and water deficit). The contents of organic matter, clay, sand and sum of bases was the soil characteristics more correlated to the FR, at the studied forest. Beyond the difference between the regions, FR was different for soil type, texture, and genetic materials. The each local analysis presented good correlations between FR and some soil characteristics: sand, silt, clay, sum of bases, Magnesium (Mg), Potassium (K) and Phosphorous (P) contents.

Keywords: Productivity; Fertilization; Nutrition; Management; Twin Plots



## 1 INTRODUÇÃO

O setor florestal representa grande importância na economia brasileira, no ano de 2006 esse setor foi responsável por 3,5% do PIB, com US\$ 37,3bi e por 14,6% do superávit da balança comercial, com um total de US\$ 10bi em exportações (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, SBS, 2007). O Brasil é o sétimo maior exportador de produtos florestais, com 4,8% das exportações mundiais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, SBS, 2006). Grande parte dessa produção é oriunda dos 7 milhões de hectares de florestas plantadas principalmente com *Eucalyptus* e *Pinus* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES FLORESTAIS, ABRAF, 2011).

O total de área plantada e a alta produtividade alcançada pelas florestas brasileiras são responsáveis pela competitividade e a posição que o setor florestal atingiu. As florestas de *Eucalyptus*, que ocupam 4,7 milhões de hectares, dos quais mais de 1,04 milhão está situado no estado de São Paulo, podem superar 40 m<sup>3</sup>.ha.<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES FLORESTAIS, ABRAF, 2011). Essa alta produtividade está associada à disponibilidade de recursos naturais, características genéticas e técnicas de manejo atribuídas (ZEN, 1987).

Dentre os recursos naturais necessários para o desenvolvimento das plantas temos: a água, a luz e os nutrientes. Desses, a nutrição é o fator de maior facilidade de manipulação em plantações florestais, podendo ser manejada através de práticas de conservação de solos e fertilizações.

Segundo Sgarbi (2002), as plantações de *Eucalyptus* no estado de São Paulo possuem produtividade limitada por deficiências nutricionais, devido à baixa fertilidade dos solos, alta exportação de nutrientes na colheita e insuficiente uso de insumos. A falta de nutrientes como Nitrogênio, Fósforo, Boro, Potássio e Magnésio ou o excesso de alguns nutrientes como o Cálcio, Manganês e o Cobre foram apontados como limitantes da produtividade nas regiões de Jacareí, Capão Bonito e Lençóis Paulista.

A elevada exportação de nutrientes na colheita também é um fator que afeta o estado nutricional das plantações de eucalipto. Faria et al. (2002) observou um decréscimo de 52 % na produtividade da segunda rotação em função da exportação de nutrientes, no mesmo trabalho observou-se um aumento de 54 % na produção da segunda rotação, como resposta à adubação potássica.

Gonçalves, Demattê e Couto (1990) estudaram em diversos sítios do estado de São Paulo a correlação das propriedades do solo com a produtividade e encontraram que o pH ( $\text{CaCl}_2$ ), fósforo assimilável e matéria orgânica foram algumas das propriedades que obtiveram melhor correlação.

Santana, Barros e Neves (1999), que mostraram correlação positiva entre produtividade e exportação de nutrientes, também classificaram os nutrientes quanto à ordem de exportação, sendo Ca, N e K os mais exportados e Ca e K os que mais podem restringir a produção no ciclo seguinte.

Ferreira (2007) estudou o ganho de produtividades e as correlações da resposta a fertilização com variáveis edafoclimáticas para plantios clonais de *Eucalyptus* no estado de São Paulo. Com a eliminação da deficiência nutricional dos locais estudados houve um incremento em 15% na produção de biomassa do fuste em relação aos locais onde ocorreram fertilizações convencionais. As variáveis do solo que mais se correlacionaram com a resposta a fertilização foram as características químicas relacionadas às bases do solo (V%, CTC, Ca, K e Mg).

A limitação nutricional do eucalipto também pode ocorrer devido a outras características do solo. No caso de solos compactados o sistema radicular não consegue se desenvolver adequadamente, possuindo uma redução na absorção e maior limitação nutricional ao crescimento (SILVA, 2006).

Sabendo-se que o estado nutricional dos plantios florestais pode limitar a produção e que com o manejo nutricional adequado pode-se ganhar incremento em biomassa e aumentar a rentabilidade dos empreendimentos, estudos que visam aprimorar e entender o manejo nutricional podem trazer benefícios econômicos e de sustentabilidade para a silvicultura brasileira.

Assim esse trabalho tem por objetivos:

- Determinar a resposta à fertilização (limitação nutricional) e a produtividade atingível, para plantios de *Eucalyptus* em diferentes regiões do estado de São Paulo;
- Correlacioná-la com variáveis edafoclimáticas e silviculturais, gerando modelos para estimativa de resposta à fertilização em função dessas características;
- Verificar o efeito da fertilização no crescimento em biomassa do lenho, na nutrição e dinâmica do dossel.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão Bibliográfica

#### 2.1.1 Efeito da Limitação Nutricional na Produtividade de *Eucalyptus*

Segundo Sgarbi (2002), as plantações de *Eucalyptus* no estado de São Paulo possuem produtividade limitada por deficiências nutricionais, devido a alguns fatores como baixa fertilidade dos solos, alta exportação de nutrientes na colheita ou insuficiente uso de insumos. A falta de nutrientes como Nitrogênio, Fósforo, Boro, Potássio e Magnésio ou o excesso de alguns nutrientes como o Cálcio, Manganês e o Cobre foram apontados como limitantes da produtividade nas regiões de Jacareí, Capão Bonito e Lençóis Paulista. Para chegar nessas conclusões, o autor avaliou cerca de 2.200 ha através do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e encontrou a seguinte ordem de limitação nutricional: B, Fe, P, K, N, Mg, Ca, S e outros micronutrientes.

O Fe apareceu como um forte limitante, porém não foi considerado, pois na análise geral ele só apresentou-se como limitante em uma fazenda, mas com um valor muito alto, o que contaminou a média.

A elevada exportação de nutrientes na colheita também é um fator que afeta o estado nutricional das plantações de eucalipto. Faria et al. (2002) observaram um decréscimo de 52 % na produtividade da segunda rotação em função da exportação de nutrientes, no mesmo trabalho observou-se um aumento de 54 % na produção da segunda rotação, como resposta à adubação potássica. Avaliando apenas a 1ª rotação, os autores observaram um ganho de mais de 100% de volume com a aplicação de K, de 20 para 43m<sup>3</sup>/ha/ano.

Santana, Barros e Neves (1999), avaliando plantios de *E.grandis* e *E.saligna* na idade de corte em diferentes regiões do estado de São Paulo, mostraram correlação positiva entre produtividade e exportação de nutrientes, também classificaram os nutrientes quanto à ordem de exportação, sendo Ca, N e K os mais exportados e Ca e K os que mais podem restringir a produção no ciclo seguinte.

A limitação nutricional do eucalipto também pode ocorrer devido a outras características do solo. No caso de solos compactados o sistema radicular não

consegue se desenvolver adequadamente, possuindo uma redução na absorção e maior limitação nutricional ao crescimento (SILVA, 2006).

Fernandez et al. (2000) avaliaram o efeito do P na produtividade do *E. camaldulensis*. Para isso estudaram o efeito de diferentes doses, fontes e métodos de aplicação. O aumento das doses de fósforo aumentou a produtividade, porém o método de aplicação e a combinação das duas fontes foram mais eficientes, a aplicação de 54kg/ha de super fosfato simples (SSP) em coveta e 96Kg/ha de fosfato de Araxá (RP) no sulco de subsolagem permitiram um incremento de 97% na produtividade aos 9 anos, passando de 113 m<sup>3</sup>/ha (controle) para 223 m<sup>3</sup>/ha.

Algumas práticas de manejo que influenciam no grau de fertilidade ou na disponibilidade de nutrientes do solo também podem alterar a produtividade de um povoamento. Du Toit e Dovey. (2005) e Du Toit (2008) verificaram o efeito do manejo de resíduos e a aplicação de fertilizantes em plantios jovens (cerca de 3 anos) de *E.grandis* na África do Sul, nesse trabalho observaram que os tratamentos que possibilitavam uma maior disponibilidade de nutrientes, tratamento fertilizado ou a queima dos resíduos, apresentaram maior biomassa que o tratamento controle (remoção dos resíduos) e que o tratamento apenas com a manutenção do resíduo.

O efeito semelhante da queima de resíduos e da fertilização pode ser devido ao fato da queima disponibilizar mais nutrientes em curto prazo, porém vale ressaltar que essa é uma prática pouco conservacionista para estas condições (GONÇALVES et al. 2000).

Ferreira (2007) estudou o ganho de produtividades e as correlações da resposta a fertilização com variáveis edafoclimáticas para plantios clonais de *Eucalyptus* no estado de São Paulo. Com a eliminação da deficiência nutricional dos locais estudados houve um incremento em 15% na produção de biomassa do fuste em relação aos locais onde ocorreram fertilizações convencionais.

Num estudo semelhante ao de Ferreira (2007), Stape et al. (2006) utilizando os mesmos métodos, observaram um aumento de 25 % na produtividade, o que representou um aumento médio de 10 m<sup>3</sup>/ha/ano durante dois anos de avaliação em plantios de *Eucalyptus* na região de Luiz Antonio-SP.

Diferentemente dos trabalhos citados anteriormente, Pulito (2009), avaliando apenas o efeito do nitrogênio (N) em plantios de eucalipto, não encontrou resposta à fertilização na idade de corte, houve um incremento de até 12% no volume nos primeiros anos, mas depois os tratamentos com e sem aplicação de N se igualaram, mostrando o potencial da ciclagem biogeoquímica do N. O autor, porém ressaltou que pode haver resposta à fertilização nitrogenada após sucessivos ciclos de produção, devido ao esgotamento do solo.

Laclau et al. (2010) quantificaram os nutrientes absorvidos do solo por um plantio de *E.grandis* até os 4 anos de idade, mostrando a importância do solo como reservatório de nutrientes. O N, o K e o Ca foram os mais requeridos pela planta.

Através dessas observações há indícios de que a disponibilidade de nutrientes tem efeito claro na produtividade do *Eucalyptus*, podendo na maioria dos casos limitar a produtividade, o que pode ser corrigido através de fertilizações e práticas corretas de manejo. Além disso, esse efeito pode variar de acordo com as condições de cada ambiente e para cada nutriente estudado.

Pallett e Sale (2004), avaliaram 5 espécies de eucalipto em 5 diferentes regiões da África do Sul e compararam o ganho de produtividade através de práticas silviculturais, as quais incluem fertilização, controle de plantas daninhas e melhoramento genético. Pode-se concluir a importância da silvicultura (fertilização) na produtividade e o efeito aditivo da silvicultura e do melhoramento genético na produtividade florestal (figura 1). Também foi observado diferença de comportamento entre as regiões, porém seguindo uma mesma tendência.

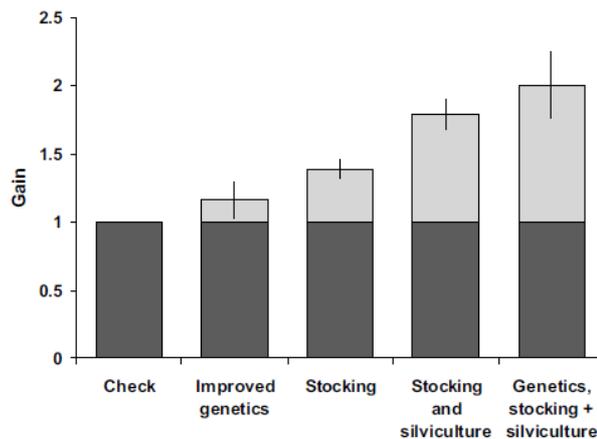


Figura 1 - Efeito da silvicultura, melhoramento genético e densidade de plantio em povoamento de eucalipto (Pallett e Sale, 2004)

### 2.1.2 Interações entre as características edafo-climáticas e a resposta à fertilização

Assim como a produtividade de uma planta é afetada pelas características do ambiente, o potencial de resposta à fertilização também será afetada. Uma maneira de quantificar o efeito desses fatores no potencial de resposta à fertilização é através de um delineamento denominado Parcelas Gêmeas (FERREIRA, 2007; STAPE et al., 2006) esse tipo de estudo baseia-se em selecionar parcelas representativas das características de uma determinada população, isto é, amostrar de forma a abranger o gradiente edáfico, climático e silvicultural (material genético, práticas de manejo) que ocorre nessa floresta. A partir dessas parcelas, aloca-se uma parcela pareada que tenha volume e densidade de plantio iguais, daí o termo parcela gêmea, nessa parcela pode ser aplicado o tratamento que se deseja avaliar, por exemplo, fertilização extra (visando eliminar qualquer possibilidade de limitação nutricional), manejo de matocompetição.

### **2.1.2.1 Disponibilidade de água (chuvas e características físicas do solo) x Fertilização**

Stape et al. (2006), avaliaram a resposta à fertilização em plantios adultos (2 a 6 anos) de *E.grandis* e *E.grandis* x *E. urophylla* na região de Luis Antonio-SP, através do incremento corrente anual (ICA) do período úmido (chuvoso) e do ICA no período seco pode-se comparar o efeito da disponibilidade de água na resposta à fertilização, a qual foi o dobro no período úmido, 4,5 Mg/ha/ano no período seco vs. 9,4 Mg/ha/ano no período úmido. Mostrando que a fertilização extra, só fez efeito no período onde havia água disponível para as plantas.

Du Toit e Dovey (2005) avaliando o efeito do manejo de resíduos e fertilização em *E.grandis* na África do Sul observaram o efeito da disponibilidade hídrica na produtividade e na resposta do seus tratamentos (manejo de resíduos e disponibilidade de nutrientes), pois no primeiro ano o experimento sofreu com uma seca drástica. Nesse período a precipitação acumulada foi de 618mm (média histórica de 918mm) e a evapotranspiração acumulada foi de 1262mm, esse período de seca ocorreu no terceiro trimestre do ano (plantio com idade entre 0,5 e 0,75 anos).

Ao comparar o acréscimo na quantidade de nutrientes na biomassa aérea em diferentes idades durante o primeiro ano (a cada 3 meses de crescimento), pode-se observar um aumento brusco para todos os tipos de manejo de resíduos e todos os nutrientes. Para o N, entre 0,5 e 0,75 ano (período seco) o acréscimo médio foi de 5,3 kg/ha, enquanto que entre 0,75 e 1,0 ano (retomada das chuvas) o acréscimo médio de N na biomassa aérea foi de 41,1 kg/ha. Indicando o aumento expressivo do crescimento das plantas nesse período, além disso, no período seco a diferença de acréscimo de nutriente na biomassa entre os tratamentos com maior (fertilizado) e menor disponibilização de nutrientes (retirada de resíduos) foi menor do que no período úmido, demonstrando o efeito da disponibilidade de água na resposta aos manejos de resíduo e fertilização aplicados (Du TOIT; DOVEY, 2005).

A resposta à fertilização e a produtividade também podem ser influenciadas pelas características do solo, seja pelos atributos químicos (relacionados com a fertilidade do solo) ou por suas qualidades físicas, que condicionam principalmente o

regime hídrico dos solos. Gava (2005) encontrou uma boa correlação positiva entre produtividade e o teor de argila do solo e entre água disponível e o teor de argila do solo. O que ajuda a entender a maior produtividade nos solos mais argilosos e a interpretar o efeito dos tipos de solo nas respostas às fertilizações.

Assim, ao avaliar o efeito do solo na resposta à fertilização e na produtividade do eucalipto deve-se considerar tanto o fator nutricional do solo, quanto o físico (disponibilidade hídrica). É importante observar também que, a silvicultura brasileira adota a aplicação de corretivos e fertilizantes, como forma de reduzir ou eliminar a indisponibilidade de nutrientes, assim o efeito do solo pode relacionar-se mais com a disponibilidade de água do que à disponibilidade de nutrientes. Além disso, a disponibilidade de água no solo condiciona (solubiliza/mobiliza) a disponibilidade dos nutrientes.

Stape et al. (2010), com uma rede experimental de *Eucalyptus*, obtiveram um aumento de 30% na produtividade devido a irrigação, já a fertilização extra não diferenciou da adubação tradicional, mostrando a água como fator mais limitante e a disponibilidade de nutrientes satisfatórios .

Comparando diferentes tipos de solos, Stape et al. (2006) não encontraram diferença significativa na resposta à fertilização em Latossolos e Neossolos quartzarênicos, porém Ferreira (2007), num estudo semelhante encontrou diferença na resposta à fertilização comparando esses mesmos dois solos, sendo que para o Latossolo foi de 4,0 Mg/ha/ano e para o Neossolo quartzarênico foi de 8,5 Mg/ha/ano.

Ferreira (2007) encontrou maior resposta nos solos mais arenosos, os quais possuem menor disponibilidade hídrica, ao contrário do esperado se considerar o efeito favorável da disponibilidade de água na fertilização. Para entender esse fenômeno deve-se considerar que plantios de eucalipto sobre solos mais arenosos estão sob um maior estresse, devido à falta de água. Nessas áreas um déficit nutricional pode agravar ainda mais a condição do povoamento fazendo com que ele fique mais longe do seu potencial produtivo (sem o déficit nutricional), em relação a uma área com boa disponibilidade de água e sob o mesmo déficit nutricional, explicando assim a maior resposta em solos mais arenosos.

Assim, Ferreira e Stape (2009) utilizando os mesmos dados do trabalho de Ferreira (2007) encontraram maior correlação entre resposta à fertilização e teor de areia e soma de bases, essa última pode estar relacionada ao efeito benéfico do potássio em plantas sob estresse hídrico (GONÇALVES et al., 2004; ALMEIDA, 2009).

### **2.1.2.2 Características químicas do solo (CTC, M.O. e SB) x Fertilização**

Apesar do maior efeito da água na produtividade e sua relação com as propriedades físicas do solo, os atributos químicos também podem se correlacionar com a produtividade dos sítios florestais e conseqüentemente com o efeito da fertilização.

Gonçalves, Demattê e Couto (1990) estudaram em diversos sítios do estado de São Paulo a correlação das propriedades do solo com a produtividade de *E. grandis* e *E. saligna* e encontraram que o pH ( $\text{CaCl}_2$ ), fósforo assimilável e matéria orgânica foram algumas das propriedades químicas que obtiveram melhor correlação e que ambas as espécies apresentaram comportamento semelhante nas correlações, além disso, os autores observaram que a camada superficial do solo (00-20 cm) é a mais indicada para esse tipo de estudo, uma vez que a disponibilidade de nutrientes e a atividade de raízes é mais representativa nesse horizonte.

Nas avaliações realizadas por Ferreira (2007) e Ferreira e Stape (2009), a correlação de propriedades químicas do solo (0-20cm) com a resposta à fertilização de plantios adultos de eucalipto foi melhor para a soma de bases, os teores de Cálcio, Magnésio e Potássio disponível no solo. O Fósforo não obteve boa correlação.

### **2.1.2.3 Outras características da floresta x Fertilização**

Além das propriedades do solo e do efeito da água, algumas outras características da própria floresta também afetam a produtividade e o efeito da

fertilização, devido à ampla interação entre esses fatores, entre eles o manejo, material genético e idade do plantio.

Stape et al. (2006), avaliaram o efeito da fertilização em plantios adultos de eucalipto no estado de São Paulo, aplicando fertilizações extras em plantios de 2 a 6 anos de idade. Após dois anos de avaliação, apesar de a produtividade decrescer com a idade, foi encontrado maiores respostas nos plantios mais adultos, com um aumento de 0,6 Mg/ha/ano para cada ano de idade adicional.

Ferreira (2007), encontrou efeito ainda mais significativo do aumento da idade na resposta à fertilização, com um incremento de  $1,7 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  na resposta para o acréscimo de cada ano de idade. Esse efeito da idade na resposta à fertilização contradiz o conceito de que com o aumento da idade, a floresta torna-se mais dependente apenas da ciclagem de nutrientes, não respondendo às práticas de fertilização (GONÇALVES et al., 2000), porém, segundo Ferreira (2007), esse efeito de maiores respostas nas idades mais superiores pode estar relacionado com a evolução das práticas operacionais utilizadas nas diferentes épocas de plantio.

Além disso, a resposta à fertilização em plantios adultos de eucalipto não ocorre ou é mínima de acordo com Gonçalves et al. (2000a), devido a capacidade de ciclagem da floresta após o fechamento das copas. Porém, segundo Ferreira (2007) os plantios que responderam à fertilização mesmo em idade adulta provavelmente não haviam ainda atingido o estágio de fechamento das copas, explicando a resposta obtida.

Quanto ao material genético, tanto Stape et al. (2006) quanto Ferreira (2007) não encontraram diferenças significativas na resposta à fertilização, mesmo comparando materiais seminais com clonais. Os níveis de produtividade dos materiais eram diferentes, mas as respostas foram semelhantes.

Algumas práticas de manejo como desbastes, condução de brotações ou ataques de pragas e doenças desfolhadoras também tendem a aumentar a resposta à fertilização em plantios de eucalipto (GONÇALVES et al., 2004).

É possível observar uma complexa relação entre a disponibilidade de nutrientes e a planta, portanto, compreender o comportamento da planta em função da disponibilidade de recursos auxilia na interpretação das relações Fertilidade x Produtividade x Resposta à Fertilização.

### 2.1.3 Efeito da fertilidade na eficiência do uso de recursos pela planta

Como já abordado, as plantas crescem em função dos recursos naturais (água, luz e nutrientes), porém, além da disponibilidade desses recursos, a maneira como a planta consegue usá-los, ou seja, a eficiência com que ela consegue usar os recursos capturados, será determinante para o crescimento dessa planta. Assim a produção de uma planta ou de um ecossistema pode ser descrito em função da seguinte equação eq.(1) (BINKLEY; STAPE; RYAN, 2004; STAPE; BINKLEY; RYAN, 2004a):

$$\text{Produção} = \text{Suprimento} + \text{Eficiência de captura do recurso} + \text{Eficiência de uso do recurso} \quad (1)$$

Dessa equação tem-se *Eficiência de Uso do Recurso* que é representada pela quantidade de biomassa produzida por unidade de recurso consumido, por exemplo, toneladas de biomassa das plantas por quilos de nitrogênio absorvido. A partir desse conceito tem-se: Eficiência do Uso da Água (WUE), Eficiência do Uso da Luz (LUE) e Eficiência do Uso de Nutrientes (NUE). Essa mesma função pode ser usada para a produção de biomassa de madeira (BINKLEY; STAPE; RYAN, 2004).

Safou-Matondo et al. (2005) apresentou um levantamento de dados sobre a eficiência do uso dos principais nutrientes em diferentes plantações de eucalipto, encontrando diferenças entre espécies e locais de plantio. Também comparou a eficiência do uso de nutrientes em diferentes clones de *E. urophylla* x *E. grandis* e clones de híbridos naturais de eucalipto, os quais são menos produtivos. Além de serem mais produtivos, os clones de *E. urophylla* x *E. grandis* também foram mais eficientes no uso da maioria dos nutrientes.

Segundo Binkley, Stape e Ryan (2004, 2004a), o aumento do suprimento de um recurso, que pode ser representado, por exemplo, por uma fertilização, tende a fazer com que a planta seja mais eficiente no uso desse recurso e dos outros também. Stape, Binkley e Ryan (2004a), observaram que com o aumento da disponibilidade de água, houve uma tendência a aumentar as três eficiências, LUE, WUE e NUE (Eficiência do

uso do nitrogênio). Isso é válido pois nesse caso, a água provavelmente foi o recurso mais limitante ao crescimento da floresta.

Portanto, uma população mais eficiente irá produzir mais, consumir mais recurso, porém de forma mais sustentável, pois irá gerar mais produção por unidade de recurso consumido (STAPE; BINKLEY; RYAN, 2004a). Por exemplo, no estudo citado, as áreas mais produtivas obviamente consumiam mais nitrogênio, porém a eficiência em usar esse nitrogênio também aumentava e no final a produção de madeira foi maior.

Conforme citado anteriormente, a disponibilidade de um recurso pode afetar a eficiência do uso de outro recurso, assim a fertilidade de um povoamento pode influenciar na sua eficiência de uso da luz, por exemplo. Para o uso da luz, a fertilidade pode influenciar de duas maneiras, aumentando a quantidade de luz absorvida, através do Índice de Área Foliar (IAF), ou aumentando a eficiência da planta em usar a radiação absorvida, por exemplo, através de uma maior retenção das folhas como ocorre em resposta à adubação potássica (LACLAU; ALMEIDA; GONÇALVES, 2009).

Binkley, Stape e Ryan (2004), usando dados apresentado por Smethurst et al. (2003) de 4 experimentos com *E. nitens* sob diversos regimes de fertilização em diferentes regiões da Austrália e encontrou um comportamento geral de aumento da produtividade de madeira com o aumento do IAF.

Analisando a produção de madeira e sua relação com o IAF pode-se chegar numa medida denominada *Growth Efficiency* (GE), ou Eficiência de Crescimento, que segundo Landsberg e Gover (1997) é um parâmetro usado para entender como fatores biótico e abióticos afetam o vigor de um povoamento florestal e é definido como quantidade de madeira produzida por unidade de IAF. Ou seja, é uma forma indireta de LUE, porém considera apenas a produção de madeira e o IAF como recursos utilizados (absorção da radiação).

Observando os dados apresentados por Binkley, Stape e Ryan (2004) pode-se observar que a GE aumenta com o incremento do IAF até um certo ponto e depois decresce, isso ocorre porque a partir de um determinado IAF, a competição entre as plantas se intensifica e diminui a GE da população.

Du Toit e Dovey (2005) estimaram esse parâmetro, GE, para uma área experimental de *E. grandis*, que recebeu diferentes manejos de resíduos e fertilização e

observaram que no 3º ano, a GE média não diferenciou entre os tratamentos, porém houve uma oscilação ao longo desse período e uma observação importante a ser feita é que esse experimento passou por um severo período de déficit hídrico e nos tratamentos com maiores teores de nutrientes disponíveis (fertilizado ou com queima de resíduos) a recuperação da GE foi mais rápida do que no tratamento que propiciava uma menor disponibilidade de nutrientes (retirada de resíduos).

Através das avaliações de GE ao longo da idade, du Toit e Dovey (2005), também puderam concluir que a GE era menor no início do plantio, devido a maior alocação de carbono (C) para as raízes e copa nessa fase de crescimento e depois crescia com o aumento da alocação de C para o tronco (GONÇALVES et al. 2000).

## **2.2. Material e Métodos**

### **2.2.1 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi a metodologia de Parcelas Gêmeas (STAPE et al., 2006). A Parcela Gêmea (PG) é um bloco experimental constituído por um par de parcelas, localizadas próximas uma da outra, uma dessas parcelas pertence à rede permanente de inventário da população, denominada parcela de inventário (PG T), considerada como o tratamento tradicional da população. A outra é uma parcela instalada num raio de 15 a 30m, que possua a densidade populacional e volume de madeira semelhante à parcela de inventário. Essa segunda parcela é denominada parcela gêmea (PG G), ela receberá os tratamentos de fertilização extra que a diferenciará da PG T. Em resumo, nesse delineamento temos uma parcela controle e uma parcela com adubação potencial em cada bloco.

O nome de parcelas gêmeas vem dessa condição de igualdade inicial das parcelas. A amostragem desse delineamento não fornece resultados com repetições ao nível de talhão, porém fornece muitas repetições da população estudada para uma boa estimativa de resultados em escala regional, abrangendo a variabilidade que existe dentro da população e não dentro de um sítio específico. (STAPE et al. 2006; FERREIRA, 2007).

### 2.2.2 Localização

Para o estudo, foi utilizada a área de plantios de *Eucalyptus* da Suzano, unidade Limeira-SP. Esses plantios estão distribuídos em sete parques florestais, sendo que esses parques ocorrem em diferentes regiões do estado de São Paulo. As regiões podem ser divididas em 3 (figura 2). Os municípios localizados na região 1 (norte do estado) são: Araraquara, Ibaté, São Simão e Itirapina. Já os da região 2 (centro-sul do estado) são: Lençóis Paulista e Avaré. E a região 3 (sul) compreende o município de Itararé. Os blocos experimentais (Parcelas Gêmeas) foram distribuídos entre esses parques de acordo com a representatividade em área. A tabela 1 mostra essa distribuição e a figura 2 ilustra a distribuição das Parcelas Gêmeas (PGs) no estado de São Paulo.

O conjunto de 161 PGs com ampla distribuição no estado possibilita amostrar a diversidade das características edafoclimáticas e silviculturais dos plantios florestais nas três regiões (tabela 5).

Além das características edafoclimáticas, a distribuição de parcelas fornece também uma representação abrangente das características silviculturais (idade, manejo e material genético) das florestas estudadas.

Tabela 1 - Distribuição das PGs de acordo com a área das florestas

Parque Florestal	Município (Região)	Área (%)	PGs (%)
1- Santa Genoveva	São Simão (1)	6	1
2 - Fortaleza	Ibaté (1)	10	14
3 - Flecha Azul	Araraquara (1)	12	19
4 - Saligna	Itirapina (1)	16	15
5 - Nossa Sra. da Penha	Lençóis Paulista (2)	18	16
6 - Guarujá	Avaré (2)	17	14
7 - Ibiti	Itararé (3)	21	21

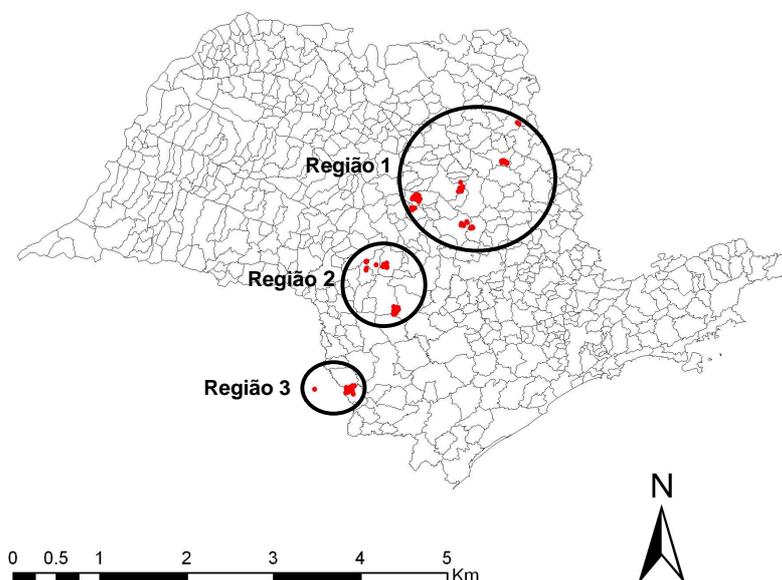


Figura 2 - Distribuição das PGs no estado de São Paulo e nas regiões. Os círculos representam as regiões e os pontos vermelhos os blocos experimentais

### 2.2.3 Caracterização Edafoclimática

As regionais de estudo podem ser caracterizadas quanto aos tipos de solo e clima predominantes. As tabelas 2 a 4 mostram as características e classificação climática com dados de Sentelhas et al. (2001) para os municípios das 3 regiões.

Região 1: Predomínio de Neossolos Quartzarênicos (RQo), clima tropical com chuvas distribuídas nos meses de verão e déficit hídrico nos meses mais secos.

Tabela 2 - Características climáticas dos municípios na região 1 (SENTELHAS et al. 2001)

Características climáticas por município - Região 1						
Município	T mín (°C)	T média (°C)	T máx (°C)	PPT (mm)	Déficit (mm)	Classificação köeppen
Araraquara	18,2	21,8	24,2	1332	80	Aw
Itirapina	17,1	20,7	23,4	1340	53,3	Cwa
São Carlos	16,9	20,5	23,0	1392	47,4	Cwa
São Simão	18,5	22	24,3	1461	110	Aw

Região 2: Os solos predominantes são Latossolos de textura média e Neossolos Quartzarênicos (RQo), com chuvas melhor distribuídas e déficit hídrico mínimo.

Tabela 3 - Características climáticas dos municípios da região 2 (SENTELHAS et al. 2001)

<b>Características climáticas por município - Região 2</b>						
<b>Município</b>	<b>T mín (°C)</b>	<b>T média (°C)</b>	<b>T máx (°C)</b>	<b>PPT (mm)</b>	<b>Déficit (mm)</b>	<b>Classificação köeppen</b>
Avaré	16,5	20,3	23,3	1274	2,9	Cfa
Lençóis Pta.	17,3	21	23,8	1369	17,4	Cfa

Região 3: Predomínio de Latossolo Vermelho escuro argiloso (LVE), com ausência de déficit hídrico.

Tabela 4 - Características climáticas dos municípios Da região 3 (SENTELHAS et al. 2001)

<b>Características climáticas por município - Região 3</b>						
<b>Município</b>	<b>T mín (°C)</b>	<b>T média (°C)</b>	<b>T máx (°C)</b>	<b>PPT (mm)</b>	<b>Déficit (mm)</b>	<b>Classificação köeppen</b>
Itararé	13,5	17	20,1	1549	0	Cfb

#### **2.2.4 Instalação das Parcelas Gêmeas (PGs)**

As PGs foram alocadas e através dos dados de inventário foram calculados o volume e a densidade populacional de ambas as parcelas, tanto a parcela de inventário (PG T), como a parcela gêmea (PG G), para conferir a condição de igualdade das parcelas. Realizou-se o teste t pareado para confirmar a igualdade das parcelas em volume e nº de indivíduos.

Foram instaladas 161 PGs em novembro de 2003, abrangendo diversas situações das populações em estudo (tabela 5) em plantios seminais de *Eucalyptus grandis* ou clonais do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* com idade mínima de 2 anos e com uma área de 400m<sup>2</sup> cada parcela. O material genético predominante foi o *E. grandis* Coff's Harbour.

Tabela 5 - Distribuição dos blocos experimentais nas classes avaliadas

Variável	Classes	N° de blocos	% de blocos
Região	1	75	47
	2	53	33
	3	33	20
Manejo	Reforma	107	66
	Brotação	54	34
Idade inicial	2 a 4 anos	66	41
	4 a 6 anos	95	59
Material Genético	Clone	35	22
	Semente	126	78
Grupo de Solo	RQ	71	44
	LVA	46	29
	PVA	10	6
	LV	30	19
	PV	4	2
Textura (0-30 cm)	Arenosa	114	71
	Média	23	14
	Argilosa	24	15

Depois de instaladas, as parcelas, que até então haviam sofrido os mesmos regimes de fertilização, foram diferenciadas através de adubações extras na PG G, a fim de eliminar qualquer limitação nutricional, além disso, outros fatores que possam reduzir a produtividade foram também controlados, como pragas, doenças e matocompetição.

As fertilizações extras e sua época de aplicação estão indicadas na tabela 6.

Tabela 6 - Fertilizantes aplicados nas Parcelas Gêmeas (PG G) e sua época de aplicação

Fonte	Dose (kg/parcela)	Dose (kg/ha)	Parcelamento	Época de aplicação
Fosfatagem - SSP	32	800	1	Jan/Fev 2004
Calagem - Calcário Dolomítico	160	4000	1	Jan/Fev 2004
Micronutrientes - FTE Br12	12	300	1	Jan/Fev 2004
NPK – 18:08:18	40	1000	1	Jan/Fev 2004
NPK – 18:08:18	20	500	3	Jul/Nov 2004 e Abr/2005

### **2.2.5 Análises das variáveis químicas e físicas dos solos**

Após os blocos experimentais estarem instalados, foram coletadas amostras para determinação das características químicas e físicas dos solos das PGs T (testemunha). Foram duas amostras, uma de 00-15cm e a outra de 00-30cm de profundidade. As amostras foram compostas por quatro sub-amostras simples da linha e entrelinha de plantio. O material foi analisado no laboratório de ecologia aplicada do LCF-ESALQ/USP, seguindo metodologia citada por van Raij et al., (1981).

As variáveis químicas analisadas foram: pH em  $\text{CaCl}_2$ , matéria orgânica (M.O.), P, Ca, K, Mg e Al. Através dessas variáveis, também foram determinadas a soma de bases ( $\text{SB} = \text{Ca} + \text{K} + \text{Mg}$ ), capacidade de troca catiônica [ $\text{T} = \text{SB} + (\text{H} + \text{Al})$ ] e saturação por bases [ $\text{V}\% = (\text{SB}/\text{T}) \times 100$ ].

As variáveis físicas analisadas foram os teores de argila, silte e areia total.

Para classificar o solo de cada bloco experimental, foi utilizado o levantamento de solos realizado pela empresa.

Essas análises foram realizadas para auxiliar na compreensão de como os fatores edáficos influenciam na resposta à fertilização.

### **2.2.6 Análise nutricional dos blocos experimentais**

Para entender a resposta da planta à fertilização, foram coletadas amostras de folhas para análise química de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), de cada uma das parcelas dos blocos experimentais, cerca de 21 meses após o término das adubações extras.

Para coletar essa amostra, foi selecionada a árvore de volume mediano de cada parcela (T e G). Essa árvore foi derrubada e foram coletadas 120 folhas do terço médio superior da copa, sendo 30 em cada um dos quatro lados. O material foi analisado no laboratório de ecologia aplicada do LCF-ESALQ/USP seguindo metodologia citada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989).

### **2.2.7 Dados climáticos e balanço hídrico**

Os dados climáticos foram coletados nas estações meteorológicas dos próprios parques florestais da empresa e de outras estações próximas (tabela 7), esses dados

serão utilizados para calcular o balanço hídrico, segundo Thornthwaite e Mather (1955) para cada um dos blocos experimentais, para esse cálculo será considerado a capacidade de água disponível (CAD) no solo até 200cm de profundidade estimada para cada um dos blocos, seguindo mesmo critério de Ferreira (2007), conforme a tabela 8. Assim, será possível procurar entender como as variáveis climáticas estão envolvidas com a resposta à fertilização dos plantios florestais.

Os dados coletados foram: temperatura mínima, média e máxima, e precipitação.

Tabela 7 - Origem dos dados meteorológicos utilizados em cada uma das áreas de estudo

<b>Região</b>	<b>Parque Florestal</b>	<b>Posto Meteorológico</b>	<b>Município</b>
1	1 - São Simão	UNESP	Jaboticabal
1	2 - Ibaté	CEPAGRI	São Carlos
1	3 - Araraquara	CIIAGRO	Araraquara
1	4 - Itirapina	CONPACEL	Itirapina
2	5 - Lençóis Pta.	CONPACEL	Lençóis Pta.
2	6 - Avaré	CEPAGRI	Avaré
3	7 - Itararé	CIIAGRO	Itararé

Tabela 8 - Valores de CAD em função da textura do solo (Ferreira, 2007)

<b>% de Argila</b>	<b>CAD (mm)</b>
≤ 15	100
15 a 35	150
> 35	200

### **2.2.8 Estimativas de produtividade e resposta a fertilização**

Foram realizados seis inventários, de 2003 a 2007, sendo que em 2004 foram realizados dois inventários, um por semestre, para determinar o volume, a biomassa do lenho e o ICA (incremento corrente anual). Foram medidos todos os CAPs (Circunferência à altura do peito) e altura de dez árvores vivas mais as quatro árvores dominantes. A altura das demais árvores foi estimada através da seguinte relação hipsométrica:

$$H_{est} = \varepsilon(\beta_0 \times \varepsilon(-\beta_1 \times (1/DAP))) \quad (2)$$

Onde:  $H_{est}$  = altura estimada (m)

$\varepsilon$  = exponencial

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes estimados para cada região

$DAP$  = Diâmetro a altura do peito (cm)

O volume do lenho de cada árvore foi calculado através da equação 4, obtida através da cubagem pelo método de Smalian (eq. 3) e a biomassa (eq. 5) foi calculada após a determinação da densidade básica (eq. 6). A cubagem foi realizada em 137 blocos experimentais, nessa cubagem foram abatidas 2 árvores por bloco, sendo uma em cada tratamento, totalizando 274 árvores utilizadas no ajuste da equação de volume e biomassa. A árvore escolhida para a cubagem foi a que representava o volume mediano da parcela. Foram as mesmas árvores usadas para coleta de folhas. A figura 3 ilustra as medições realizadas na cubagem.

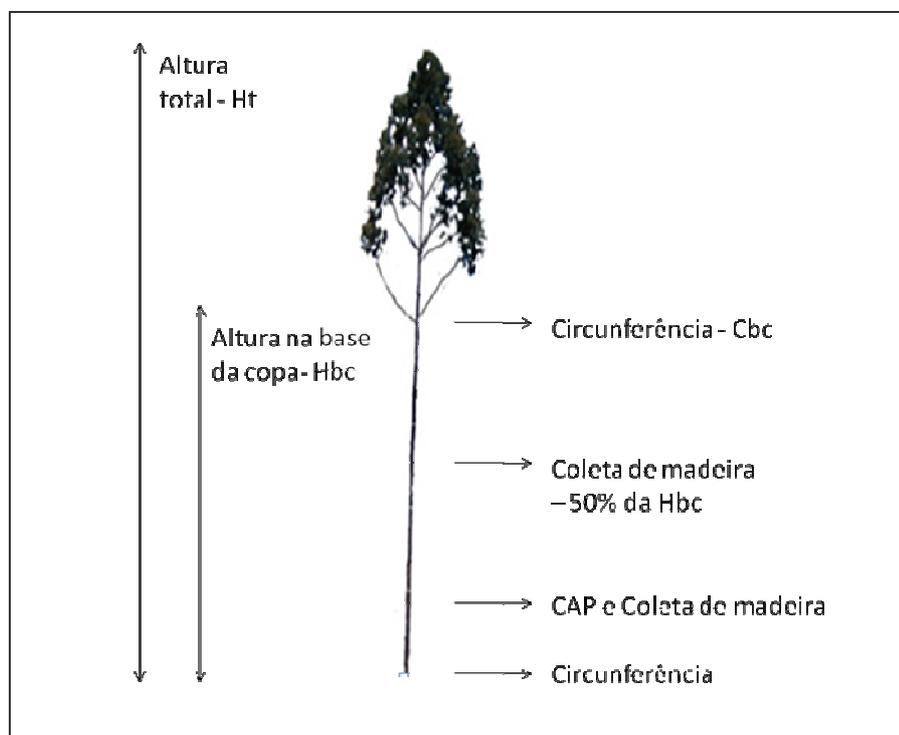


Figura 3 - Medições realizadas durante a cubagem

As árvores foram mensuradas quanto as alturas e circunferências com e sem casca, também foram coletadas duas amostras de madeiras (discos), uma à altura do peito (1,30m) e outra à 50% da altura da base da copa. Essas amostras de madeira foram utilizadas para determinação da densidade básica e posterior cálculo de biomassa do lenho.



Figura 4 - Método de Smalian para determinação do volume de toras (Couto et al., 1989)

$$Vol = \frac{\pi}{4} \times \left( \frac{D^2 + d^2}{2} \right) \times H \quad (3)$$

Onde:  $Vol$  = Volume ( $m^3$ )

$D$  = Diâmetro da base da tora (m)

$d$  = Diâmetro superior da tora (m)

$H$  = Comprimento da tora (m)

Por fim, a equação de volume do lenho ajustada através de regressão linear múltipla, em função de DAP e altura pelo modelo de *Schumacher-Hall*.

$$Vol = \alpha \times DAP^{\beta_1} \times Hest^{\beta_2} \quad (4)$$

Onde:  $Vol$  = Volume ( $m^3$ )

$DAP$  = Diâmetro a altura do peito (cm)

$Hest$  = altura estimada (m)

A biomassa do lenho de cada árvore foi calculada através da equação 5.

$$BIOM = Vol \times Db \quad (5)$$

Onde:  $BIOM$  = Biomassa ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )

$Vol$  = Volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ )

$Db$  = Densidade básica ( $Mg \cdot m^{-3}$ )

A densidade básica usada no cálculo da biomassa foi determinada para cada bloco experimental através da coleta de dois discos do lenho, um a 1,3m e o outro a 50 % da altura até a base da copa. Desses discos foram extraídas duas amostras nas quais a densidade básica foi determinada através do método da balança hidrostática (BARRICHELO; FOELKEL; BRASIL, 1971).

$$Db = \frac{Ms}{Mu - Mi} \quad (6)$$

Onde:  $Db$  = Densidade básica ( $Mg \cdot m^{-3}$ )

$Ms$  = Massa seca (g)

$Mu$  = Massa úmida (g)

$Mi$  = Massa imersa em água (g)

Esses dados de inventário foram utilizados para o cálculo do crescimento e da resposta à fertilização das PGs, essa resposta à fertilização será indicadora da limitação nutricional dos plantios de eucalipto e pode ser determinada através da equação 8 que foi utilizada por Stape (2002) e Ferreira (2007) em estudos similares.

O crescimento será medido através do incremento médio anual do lenho (ICA), conforme a eq. 7:

$$ICA = \frac{BIOMf - BIOMi}{Tf - Ti} \quad (7)$$

Onde:  $ICA$  = Incremento corrente anual do lenho ( $Mg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ )

$BIOM$  = Biomassa ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )

$T$  = Idade (anos)

$f$  = Período final

$i$  = Período inicial

$$RF = [(ICA_G / BIOM_G) - (ICA_T / BIOM_T)] \times [(BIOM_G + BIOM_T) / 2] \quad (8)$$

Onde  $RF$  = Resposta à fertilização ( $Mg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ )

$ICA$  = Incremento corrente anual do lenho ( $Mg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ )

$BIOM$  = Biomassa inicial do lenho ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )

$G$  = PG G (tratamento fertilizado)

$T$  = PG T (tratamento testemunha)

## 2.2.9 Estimativas de índice de área foliar (IAF) e uso da luz

O índice de área foliar (IAF) é a área foliar integrada do dossel por superfície projetada no solo, ou seja,  $m^2$  folha /  $m^2$  solo. Esse índice é medido usando apenas uma das faces das folhas. O IAF é uma importante variável biofísica que está diretamente e altamente correlacionada com o crescimento florestal, pois as folhas são o principal ponto de interceptação da energia solar e troca de gases atmosféricos essenciais para a fotossíntese. (GONSAMO; PELLIKKA, 2008; du TOIT; DOVEY, 2005, XAVIER; SOARES; ALMEIDA, 2002). Assim, o IAF foi utilizado para melhor entender a resposta à fertilização, correlacionando-a com possíveis alterações no dossel, através do cálculo da eficiência de crescimento (GE) e eficiência do uso da luz (LUE).

### 2.2.9.1 Radiação solar e uso da luz

A eficiência de crescimento (GE) é a razão entre o incremento do lenho obtido para cada unidade de área foliar (equação 9) em um determinado período.

$$GE_n = \frac{ICA_n}{IAF_n} \quad (9)$$

Onde:  $GE$  = Eficiência de crescimento ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}_{\text{folha}}\cdot\text{m}^{-2}_{\text{solo}}$ )

$ICA$  = Incremento corrente anual do lenho ( $\text{Mg}/\text{ha}/\text{ano}$ )

$IAF$  = Índice de Área Foliar ( $\text{m}^2_{\text{folha}}\cdot\text{m}^{-2}_{\text{solo}}$ )

$n$  = Período

Já a eficiência do uso da luz é um conceito semelhante que avalia a quantidade de recurso necessário (a luz) para produção de biomassa, equação 10 (LANDSBERG; GROVER, 1997). Para esse cálculo é necessário estimar a quantidade de radiação que a planta absorveu no período, esse índice é denominado radiação fotossinteticamente ativa absorvida (APAR) e é determinado pela lei de *Lambert-Beer*, através do IAF e da PAR (equação 11).

$$LUE_n = \frac{ICA_n \times 100}{APAR_n} \quad (10)$$

Onde:  $LUE$  = Eficiência do Uso da Luz ( $\text{g}\cdot\text{MJ}^{-1}$ )

$ICA$  = Incremento corrente anual do lenho ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ )

$APAR$  = Radiação Fotossinteticamente Ativa Absorvida ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ )

100 = Fator para conversão das unidades do ICA para  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$

$$APAR_n = PAR - PAR^{-k \times IAF} \quad (11)$$

Onde:  $APAR$  = Radiação Fotossinteticamente Ativa Absorvida ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ )

$PAR$  = Radiação Fotossinteticamente Ativa incidente ( $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ano}^{-1}$ )

$IAF$  = Índice de Área Foliar ( $\text{m}^2_{\text{folha}}\cdot\text{m}^{-2}_{\text{solo}}$ )

$k$  = Coeficiente de extinção da PAR para *Eucalyptus* = 0,45

A PAR foi estimada como sendo 50% (LARCHER, 2006) da radiação global ( $Q_g$ ) que foi calculada através da radiação extraterrestre ( $Q_o$ ), equação 13.

$$Q_g = Q_o \times 0,16 \times \sqrt{(T_{\max} - T_{\min})} \quad (12)$$

Onde  $Q_g$  = Radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )

$Q_o$  = Radiação extraterrestre ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )

$T_{\max}$  = Temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{\min}$  = Temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_o = 37,6 \times \left( 1 + 0,033 \times \cos\left(\frac{N \times 360}{365}\right) \right) \times \left( \frac{\pi}{180 \times hn \times \sin\phi \times \sin\delta + \cos\phi \times \cos\delta \times \sin hn} \right) \quad (13)$$

Onde  $Q_o$  = Radiação extraterrestre ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )

$N$  = Número de dias do ano (1 a 365)

$hn$  = Ângulo horário do nascer do sol (radianos)

$\phi$  = Latitude (radianos)

$\delta$  = declinação solar (radianos)

A PAR calculada através das equações (11 a 13) apresenta valores superestimados para os meses de inverno, para isso foi aplicado um ajuste mensal nos valores (anexo I), esse ajuste foi obtido através da razão entre os valores calculados e os dados da estação meteorológica do campus da ESALQ-USP (Piracicaba-SP) que possui sensor de PAR. Para esse caso, a PAR foi calculada baseando-se na latitude da estação.

### 2.2.9.2 Índice de Área Foliar

O IAF foi determinado para as parcelas através de um método indireto, conhecido como fotografia hemisférica. Esse método possui um bom potencial para estimativas de IAF, porém exige algumas calibrações, sobretudo em relação ao efeito da sobreposição da copa e da interceptação de radiação por material não foliar como galhos e fustes (CHEN; BLACK; ADAMS, 1991; JONCKHEERE et al., 2004;

JONCKHEERE; MUYS; COPPIN, 2005; GONSAMO; PELLIKKA, 2008; MONTE et al., 2007; Van GARDINGEN et al., 1999;).

Para esse estudo foram tiradas fotos do dossel da floresta com uma lente hemisférica, Opteka Fisheye lens 0.22x e uma câmera digital Fujifilm S5000. Essas fotos foram analisadas pelo software Hemisfer<sup>®</sup> (Schleppi et al., 2007) que calculou um valor de índice de área de vegetação (IAV) do dossel, para a calibração desse método indireto e estimativa do IAF foi usada a equação 14 (GIUNTI NETO et al, 2007).

$$IAF = \varepsilon((1,24285 \times IAV) - 0,82229) \quad (14)$$

Onde:  $IAF$  = Índice de Área Foliar ( $m^2$  folha/ $m^2$ solo)

$\varepsilon$  = Exponencial

$IAV$  = Índice de Área de Vegetação

Foram coletadas doze fotos por bloco experimental, sendo seis fotos em cada parcela G e T. Essas seis fotos formaram uma amostra composta por três fotos na linha de plantio e três na entrelinha. As fotos foram tiradas com o uso de um tripé nivelado e posicionado de forma centralizada com o eixo norte (Azimute =  $0^\circ$ ). A figura 5 representa uma parcela e ilustra a posição de coleta das fotos do dossel, já na figura 6 podemos observar exemplares de fotos hemisféricas.

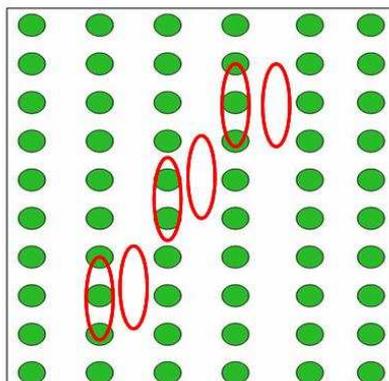


Figura 5 - Pontos de amostragem das fotos do dossel. Os círculos vermelhos representam as posições de amostragem e os pontos verdes representam as árvores da parcela

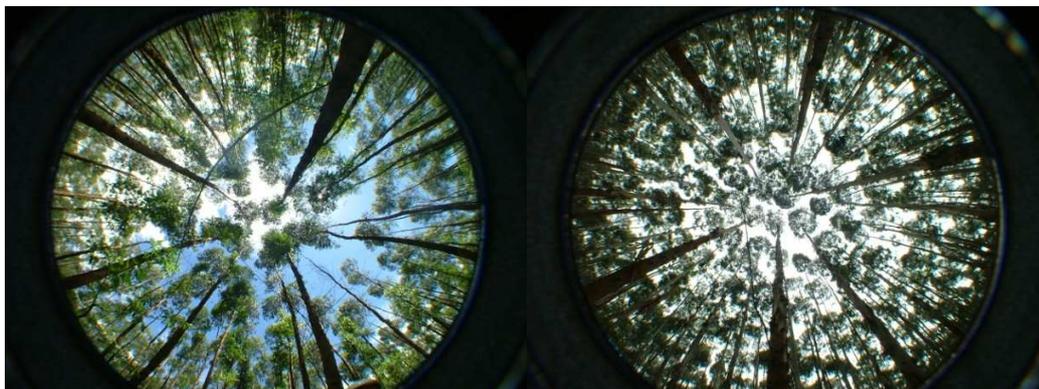


Figura 6 - Fotos hemisféricas do dossel de um plantio de *Eucalyptus* tiradas com lente hemisférica

### 2.2.10 Análises estatísticas

O crescimento das árvores, ICA, biomassa, densidade básica, nutrição foliar, IAF, GE e LUE após os tratamentos com fertilização foram analisados através do teste t pareado, enquanto que as relações entre as características edafoclimáticas com a resposta à fertilização foram determinadas pelo coeficiente de correlação de Pearson e modeladas através de regressões lineares múltiplas.

Além disso, foi realizada análise de variância, teste de hipóteses e teste de tukey, com nível de significância de 0,05, para comparação das médias de crescimento entre os blocos das diferentes classes de idade, região, rotação, material genético e solos (tabela 5). Para a análise de variância foi considerado o delineamento inteiramente ao acaso.

## 2.3 Resultados e Discussão

### 2.3.1 Instalação das Parcelas Gêmeas

Após a instalação das PGs foi realizado a conferência do caráter gêmeo da parcela, ou seja, a igualdade entre os pares de parcelas. O volume de lenho ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) das PGs G e T foram comparados através do teste t pareado ( $p = 0,05$ ) que confirmou a igualdade dos pares de parcela. Na figura 7 pode-se observar a distribuição dos pontos próximos a linha 1:1, na qual o valor dos tratamentos se equivalem. O volume médio das parcelas de inventário (T) e o das parcelas gêmeas (G) foram iguais a  $158 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Os anexos G e H trazem o volume de todas as parcelas e a idade em cada um dos inventários respectivamente.

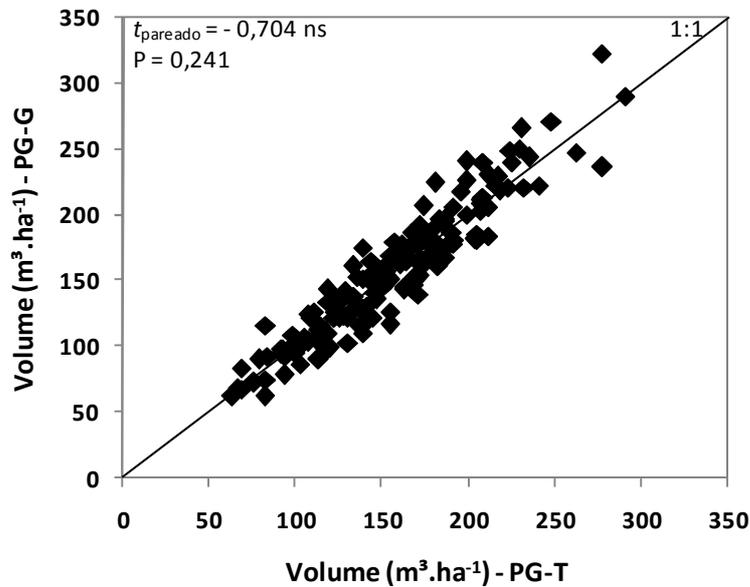


Figura 7 - Comparação do volume inicial das parcelas gêmeas (G) e as de inventário (T)

### 2.3.2 Características químicas e físicas do solo

Através das análises podemos verificar que a região 3 possui solos mais argilosos, com cerca de 40% de argila, já as demais regiões possuem, em média, apenas 10% de argila. A tabela 9 traz os resultados analíticos de textura do solo. Os dados das análises de cada bloco experimental encontram-se no anexo B.

A classificação de solos considera a o teor de argila no horizonte B de cada solo, para esse estudo foi utilizado uma avaliação até 30cm de profundidade, usada para classificar os solos nas classes de textura, arenoso, médio ou argiloso. Porém podemos verificar que os valores encontrados nessa camada (00-30cm) seguem a tendência da classificação de solos predominantes em cada região, sendo: solos arenosos (RQo) na região 1, solos de textura arenosa à média (RQo e LVA) na região 2 e argilosa (LVE) na região 3 (EMBRAPA, 2006).

Tabela 9 - Análise física dos solos por região

Região	Profundidade	Argila (%)	Silte (%)	Areia Total (%)
1	00-15	9	2	90
1	00-30	9	2	89
2	00-15	11	3	86
2	00-30	11	3	86
3	00-15	41	7	52
3	00-30	42	8	50

Através da análise química, apresentada na tabela 10, constatou-se que os solos das três regiões apresentam um nível semelhante e adequado de P, baixo teor de matéria orgânica nas regiões 1 e 2, baixa soma de bases (K, Ca e Mg) nas três regiões. A região 3 possui um valor médio a alto de matéria orgânica, o que pode estar contribuindo para seu maior valor de CTC, isso indica que esses solos, se corrigidos, podem fornecer maior teor de bases trocáveis ( $K^+$ ,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$ ) para as plantas (GONÇALVES et al., 2000), o que pode aumentar o potencial de resposta a fertilização desses solos.

Tabela 10 - Resultados da análise química dos solos por região

Região	Profundidade	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
-	-	mgdm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmolc dm <sup>-3</sup>						%
1	00-15	9	17	4	0,4	9	1	44	10	55	16
1	00-30	10	14	4	0,4	6	1	43	7	50	13
2	00-15	9	17	4	0,4	5	1	54	6	60	11
2	00-30	10	15	4	0,3	4	1	49	5	54	9
3	00-15	11	37	4	0,7	2	2	103	4	107	5
3	00-30	10	34	4	0,6	2	1	101	3	104	4

### 2.3.3 Estado nutricional do material vegetal

Com a coleta de folhas da copa das árvores de ambos os tratamentos (PG G e PG T) pode-se verificar o status nutricional das plantas e se houve alguma diferença entre o tratamento testemunha (PG T) e o tratamento fertilizado (PG G). As tabelas 11 e 12 trazem os resultados da análise de macronutrientes (g/kg de massa seca de folhas)

para as PGs G e T respectivamente. Utilizando os teores propostos por Silveira et al. (2001) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), os teores de nutrientes encontrados nas folhas das amostras das PGs está abaixo ou no limite inferior da faixa adequada para *Eucalyptus grandis*, para ambos os tratamentos (PG G e PG T), apenas o teor de N na região 1 e o teor de Ca nas regiões 1 e 2 estão dentro de um nível considerado adequado. Entretanto devemos considerar que a idade da população amostrada nesse estudo, no momento da coleta de folhas foi superior a 6 anos, próximo a idade de corte, período no qual a ciclagem de nutrientes é mais intensa, fazendo com que haja translocação de nutrientes entre os tecidos da árvore e entre a árvore e o meio.

Tabela 11 - Teores médios de macronutrientes nas folhas da PG G (fertilizada) para cada região

Região	N	P	K	Ca	Mg	S
	g Kg <sup>-1</sup>					
1	21,0	1,1	7,2	5,4	1,7	1,5
2	19,7	0,9	5,5	5,6	1,7	1,1
3	18,2	0,9	4,4	4,5	2,1	1,1

Tabela 12 - Teores médios de macronutrientes nas folhas da PG T (testemunha) para cada região

Região	N	P	K	Ca	Mg	S
	g Kg <sup>-1</sup>					
1	21,0	1,0	6,4	6,3	1,5	1,4
2	18,6	0,8	5,0	6,4	1,4	1,1
3	18,0	0,9	4,2	4,9	2,2	1,1

As figuras 8 a 13 trazem os teores dos nutrientes por região e tratamento, também pode ser visualizado um intervalo (linhas tracejadas) considerado como adequado para *E. grandis* (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; SILVEIRA et al., 2001). Os resultados das análises para cada bloco e tratamento podem ser encontrados no anexo C.

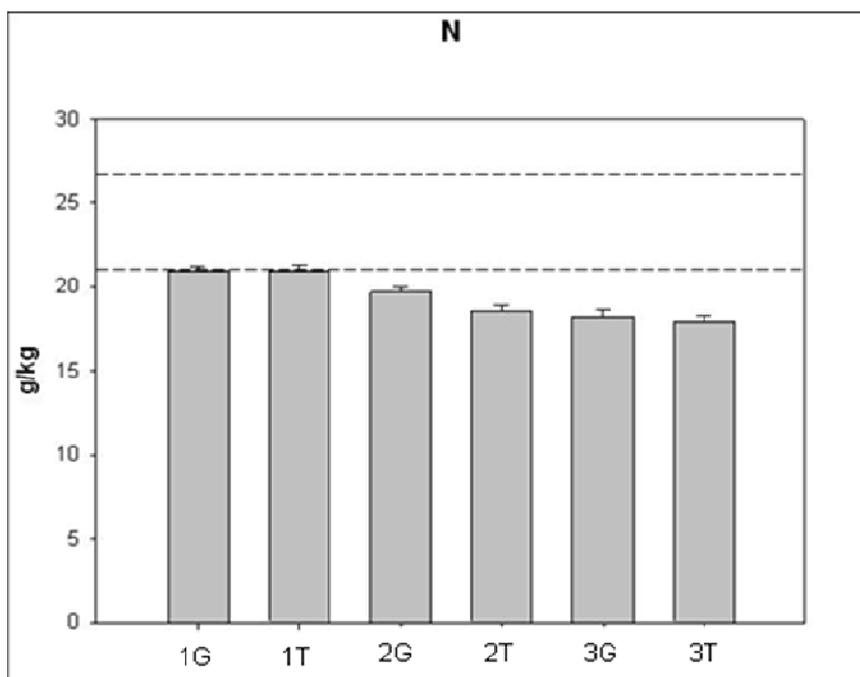


Figura 8 - Teor de N (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

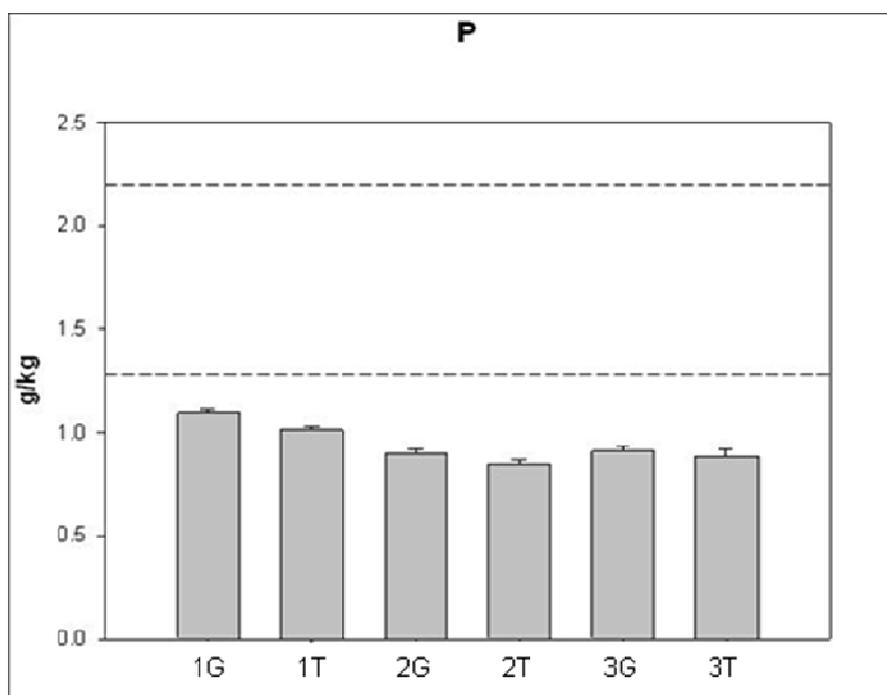


Figura 9 - Teor de P (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

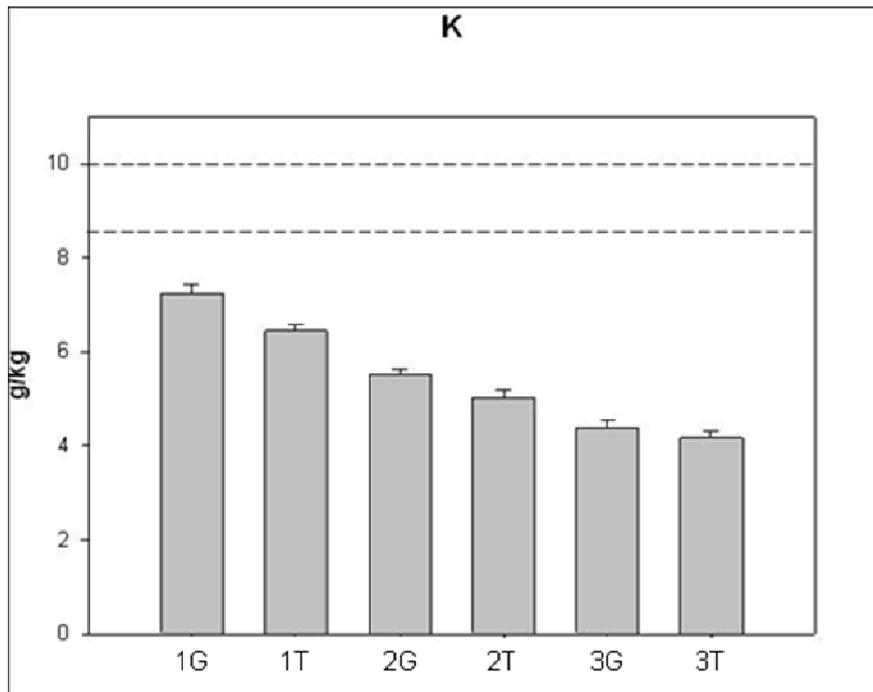


Figura 10 - Teor de K (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

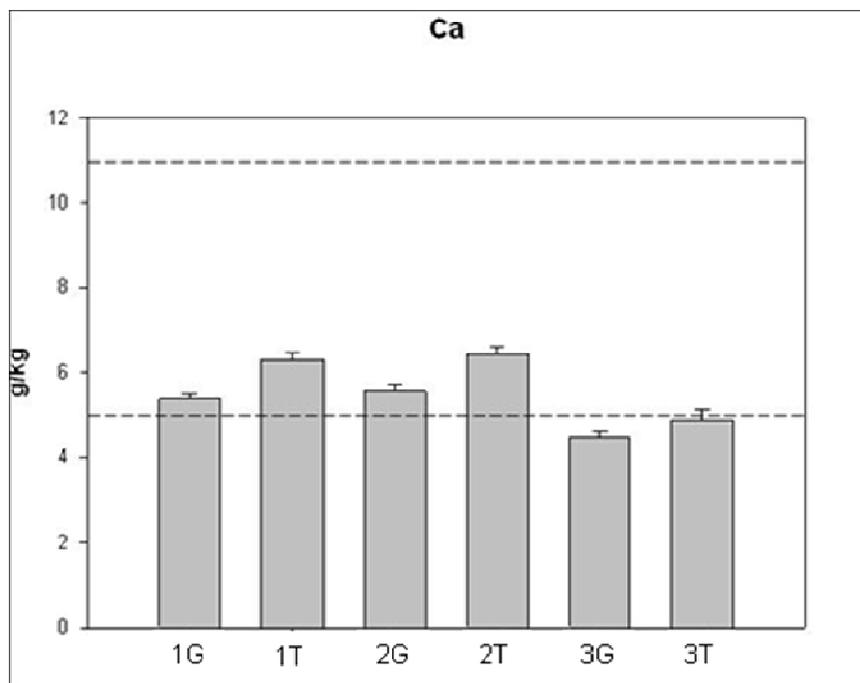


Figura 11 - Teor de Ca (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

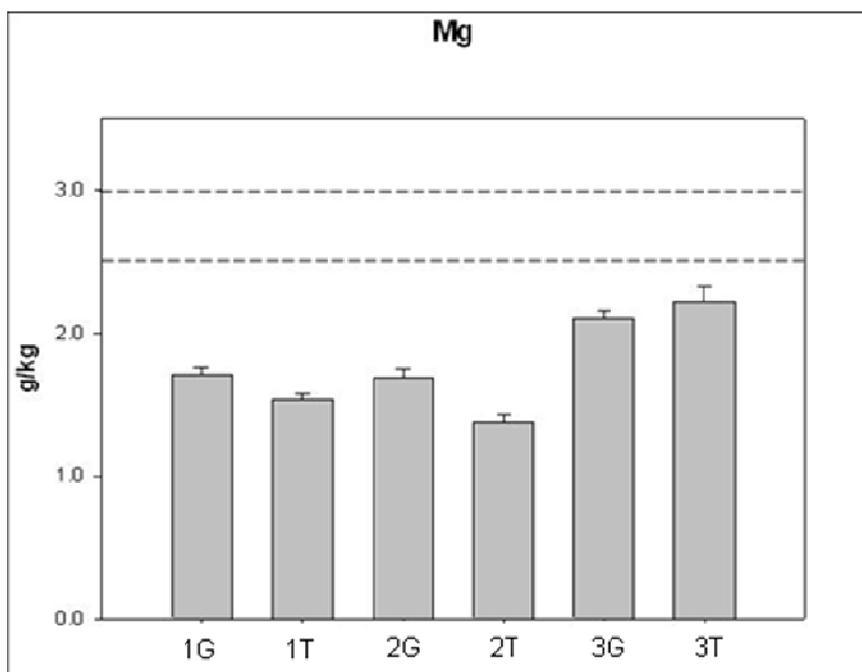


Figura 12 - Teor de Mg (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

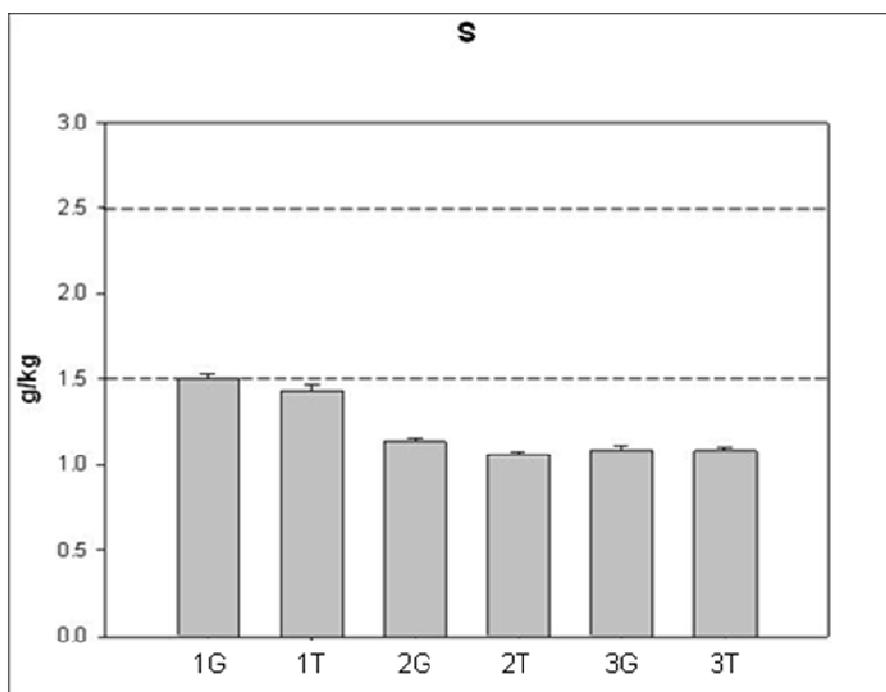


Figura 13 - Teor de S (g/kg) nas folhas e faixa adequada para *E. grandis*

Observando as figuras 8 a 13, verifica-se que a região 1 apresenta em média os maiores teores de nutrientes nas folhas, seguida da região 2 e por último a 3 (exceto para o Mg). Isso pode ter relação com a qualidade do material genético utilizado em cada região, uma vez que na região 1 predomina o plantio de clones e nas regiões 2 e 3 predominam plantios seminais, essa diferença da demanda nutricional entre matérias genéticas pode ser encontrada em diversos trabalhos (GONÇALVES et al., 2000).

Quando se avalia a diferença entre os tratamentos observa-se que, com exceção do Ca, a PG G obteve, em média, valores maiores que a PG T, apesar da pouca diferença, o que pode ser um sinal de resposta a fertilização potencial aplicada nas parcelas do tratamento G. Porém vale ressaltar que o aumento da produtividade em resposta a fertilização não precisa necessariamente aumentar a concentração dos nutrientes nos tecidos (GONÇALVES et al., 2000).

Em relação ao Ca, que apresentou comportamento inverso, deve-se considerar que ele é um elemento pouco móvel dentro da planta e que se concentra principalmente no lenho e nas raízes, não sendo assim um bom parâmetro para diagnose foliar, além disso, existem relações antagônicas entre o K (que assim como o Ca, foi adicionado em grandes quantidades na PG G) e o Ca, podendo ter prejudicado a absorção desse nutriente (GONÇALVES et al., 2000).

#### **2.3.4 Balanço Hídrico**

A tabela 13 apresenta os dados do balanço hídrico para as três regiões (média dos dados dos municípios formadores da região) nos anos de avaliação do projeto. Nota-se que no ano de 2006 houve a menor precipitação, principalmente nas regiões 2 e 3. Na média do período (2003 a 2007) o déficit hídrico foi de 202 mm.ano<sup>-1</sup> na região 1, 86 mm.ano<sup>-1</sup> na 2 e 22 mm.ano<sup>-1</sup> na 3, que possui o menor déficit pois além de ter a maior precipitação, é uma região com temperatura mais amena, o que reduz a evapotranspiração e com um CAD médio das parcelas de 185 mm, enquanto que nas regiões 1 e 2 o CAD médio foi de 105 e 104 mm respectivamente.

Tabela 13 - Dados do balanço hídrico, para cada região nos diferentes períodos da avaliação

Região	Dados	Unidade	Período					2003-2007
			2003	2004	2005	2006	2007*	
1	T	°C	22,5	21,3	21,4	22,2	21,7	21,8
	PPT		1210	1265	1214	1204	966	1302
	ETP	mm	1131	1025	1034	1083	709	1107
	ETR		870	907	825	862	608	905
	DEF		260	118	209	221	102	202
2	T	°C	21,4	21,2	21,7	21,2	21,3	21,4
	PPT		1404	1363	1448	1146	937	1400
	ETP	mm	1035	1007	1043	1017	695	1066
	ETR		992	926	966	927	600	980
	DEF		43	82	77	91	95	86
3	T	°C	17,0	16,6	17,2	17,6	17,9	17,2
	PPT		1728	1758	1589	1140	1126	1631
	ETP	mm	786	769	786	807	586	830
	ETR		783	742	765	772	573	808
	DEF		4	28	21	35	12	22

\* Os dados de 2007 não são referentes ao ano todo, apenas até junho de 2007, último período de avaliação.

Através do extrato do balanço hídrico médio dos municípios formadores de cada região (figuras 14 a 19) podemos observar a diferença da distribuição das chuvas e a ocorrência de déficit hídrico: acentuado na região 1, pequeno na região 2 e ausente na região 3.

O balanço hídrico de cada parcela encontram-se no anexo D.

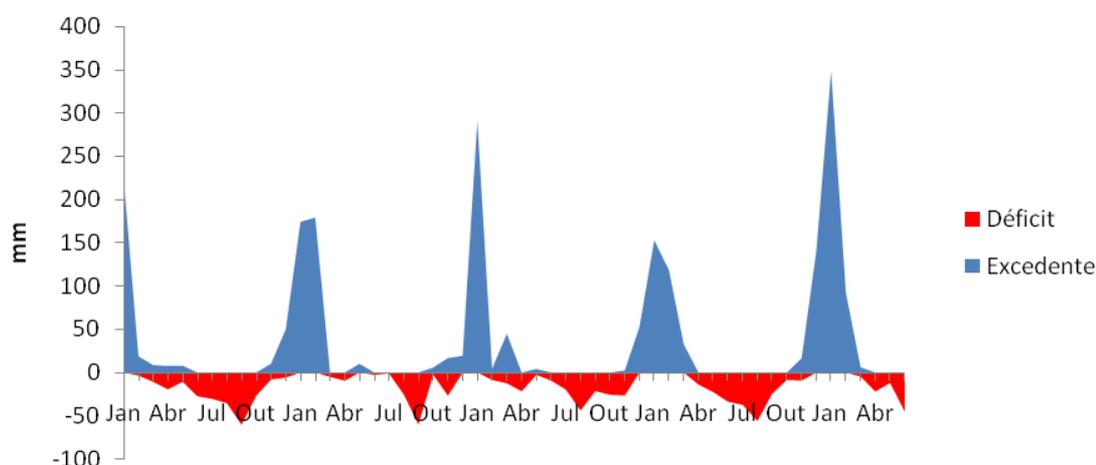


Figura 14 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 1, para CAD de 100mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

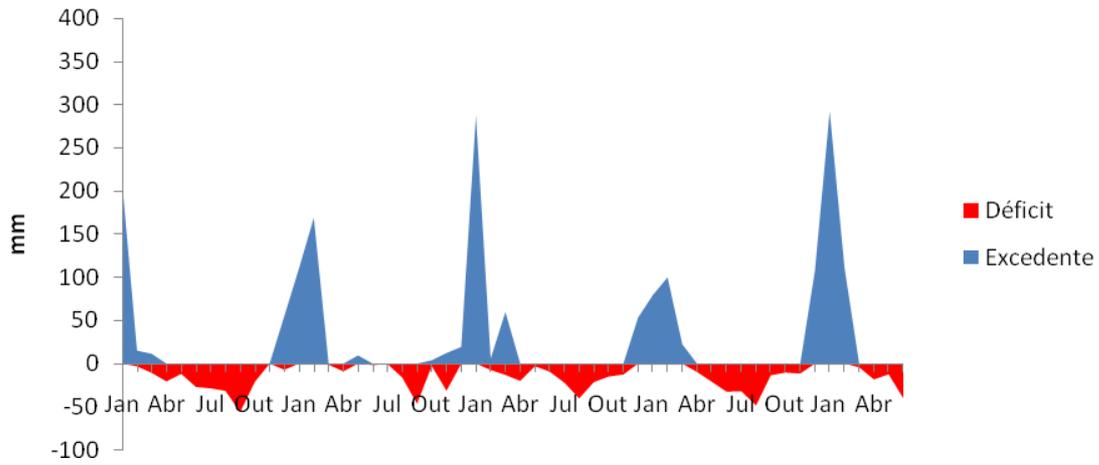


Figura 15 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 1, para CAD de 150mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

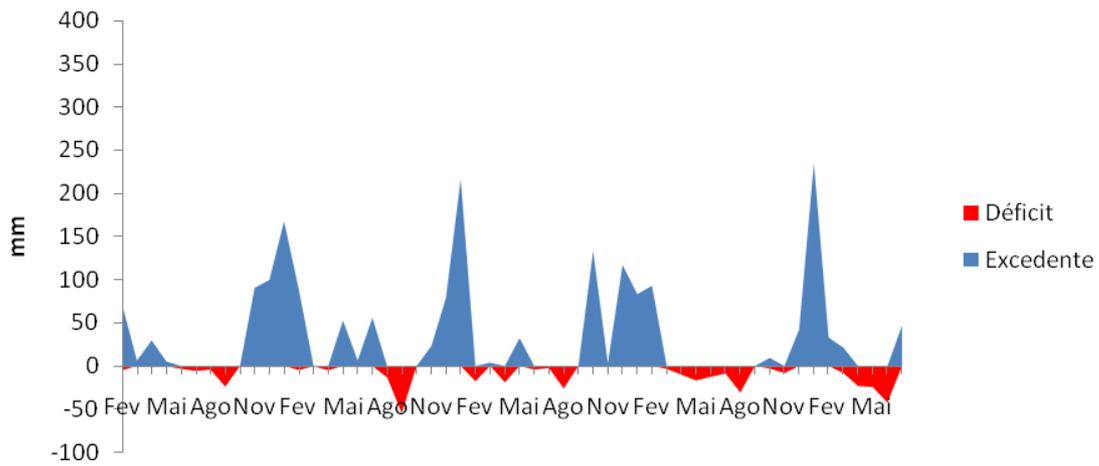


Figura 16 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 2, para CAD de 100mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

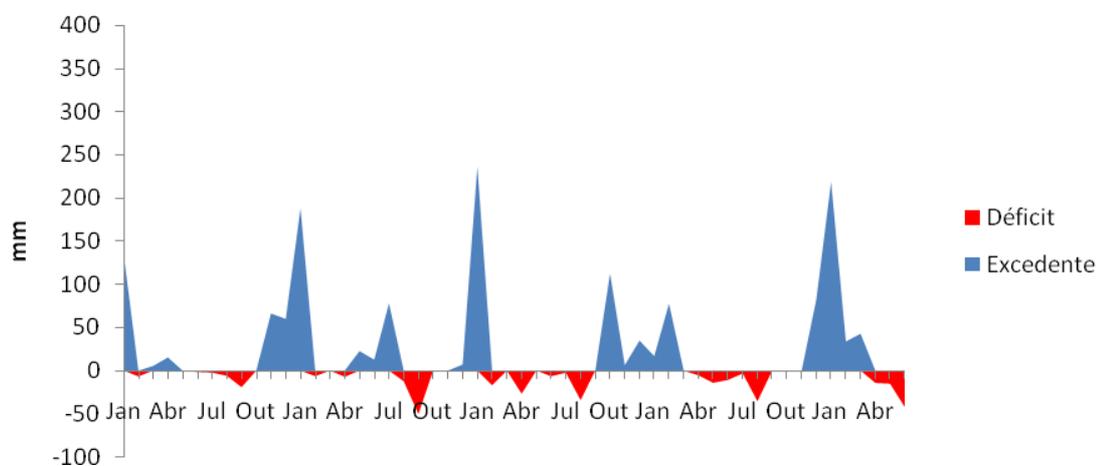


Figura 17 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 2, para CAD de 150mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

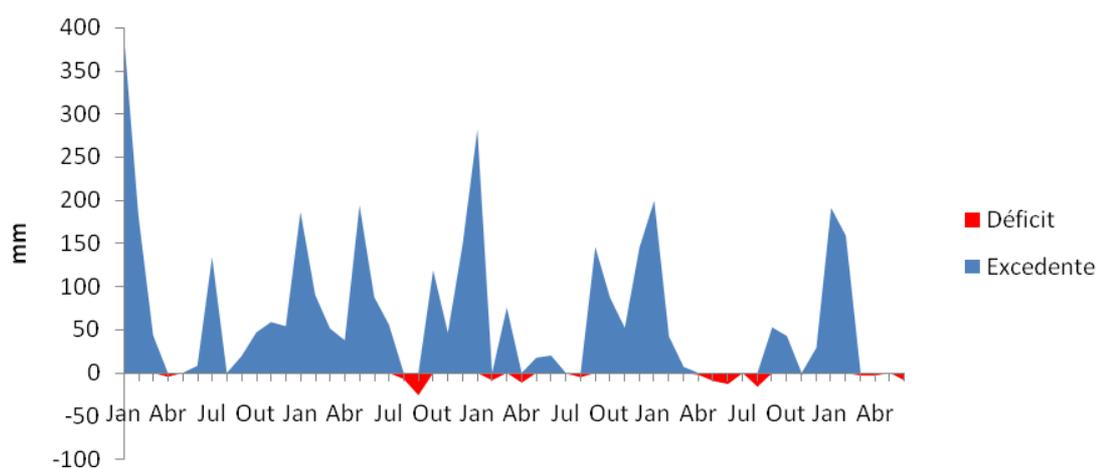


Figura 18 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 3, para CAD de 150mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

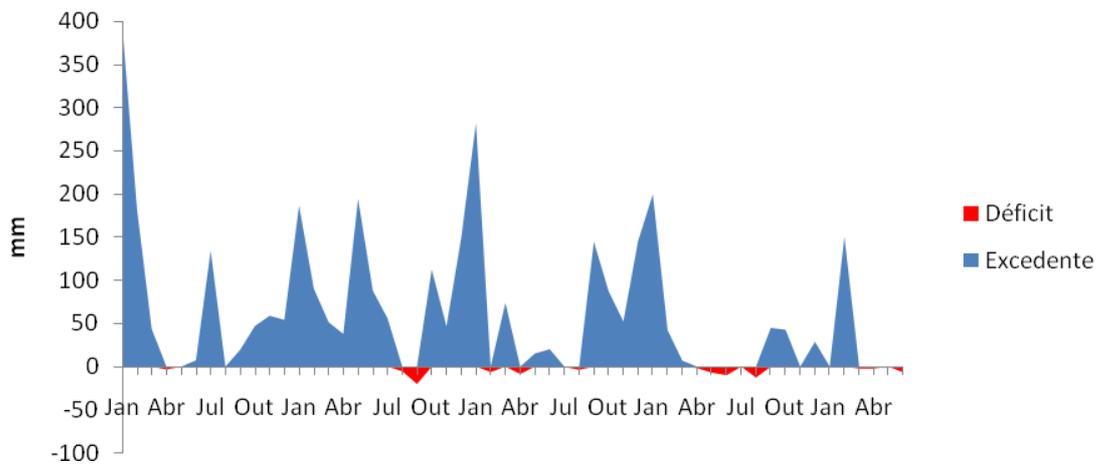


Figura 19 - Extrato do balanço hídrico médio dos municípios da Região 3, para CAD de 200mm. Dados de jan/2003 a jun/2007

### 2.3.5 Estimativas de produtividade e resposta a fertilização

#### 2.3.5.1 Estimativa de altura

As alturas foram estimadas a partir do modelo logarítmico de relação hipsométrica (equação 2). Foi ajustada uma relação para cada região (tabela 14).

Tabela 14 - Coeficientes e  $R^2$  para as relações hipsométricas ajustadas para cada região

Região	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$
1	1,14428734	- 0,7117088	0,776
2	1,205290763	- 0,68900471	0,7971
3	1,252719	- 0,6738	0,8413

#### 2.3.5.2 Incremento Corrente Anual (ICA) e Produtividade

O ICA (Mg/ha/ano) foi calculado (equação 7) para cada parcela após a estimativa de volume, pela equação ajustada após cubagem (equação 4). Os dados da cubagem estão disponíveis no anexo E. A densidade média foi  $0,452 \text{ Mg.m}^{-3}$  para o tratamento G e  $0,456 \text{ Mg.m}^{-3}$  para o tratamento convencional (T).

Os parâmetros foram ajustados com um  $R^2$  de 0,98 e estão representados a seguir novamente na equação de biomassa.

$$Vol = 7,0373 \times 10^{-5} \times DAP^{7,0155} \times Hest^{2,3844} \quad R^2 = 0,98 \quad (4)$$

Onde:  $Vol$  = Volume ( $m^3$ )

$DAP$  = Diâmetro a altura do peito (cm)

$Hest$  = altura estimada (m)

Foi possível observar a evolução do ICA ao longo das avaliações (2003 a 2006) e o valor médio do ICA desse período (figuras 18 a 21).

Os gráficos possuem uma linha que o corta diagonalmente, essa é a linha 1:1, ou seja, a linha onde os pontos do eixo x são iguais aos do eixo y, assim, quanto mais distantes os pontos ficarem dessa linha, maior será a diferença entre os ICAs dos tratamentos (G e T), portanto quanto mais acima da linha estiverem os pontos, maior estará sendo o incremento das parcelas com adubação potencial (PG G) em relação às parcelas comuns (PG T).

Nesses gráficos estão representadas as parcelas das três regiões.

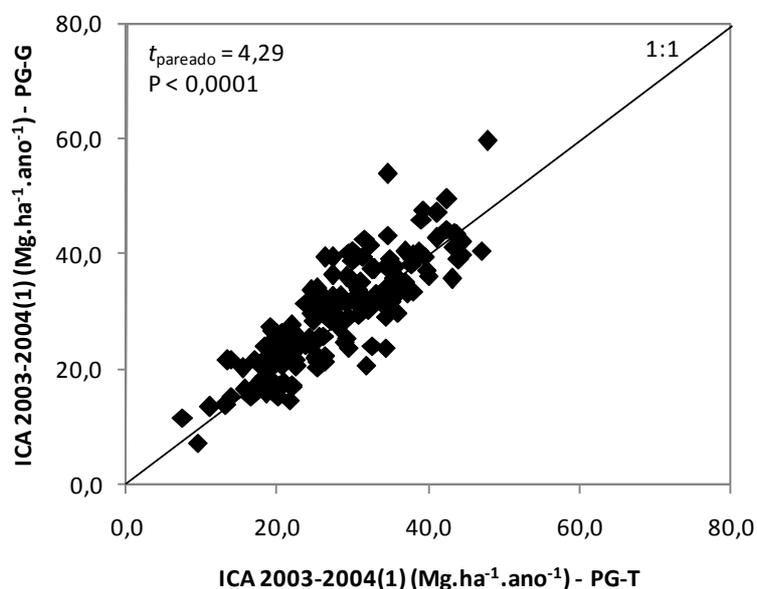


Figura 18 - ICA 2003-2004 para os blocos experimentais das 3 regiões

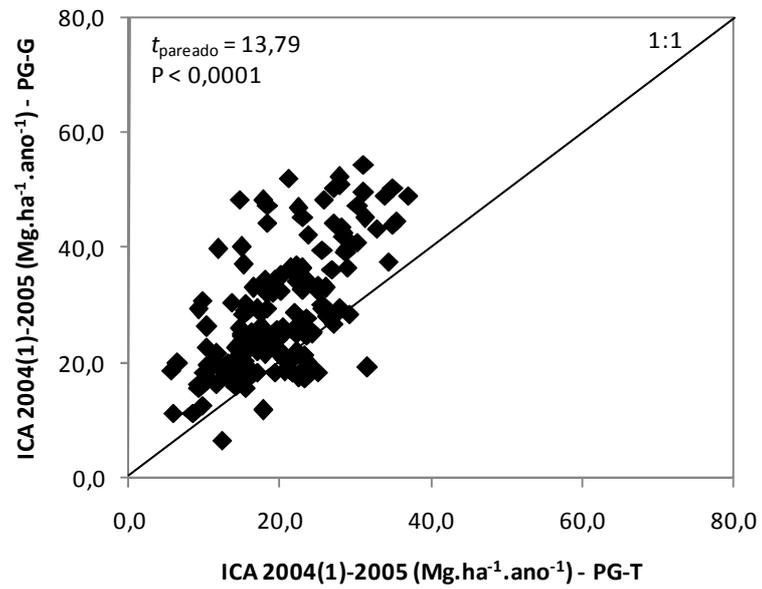


Figura 19 - ICA 2004-2005 para os blocos experimentais das 3 regiões

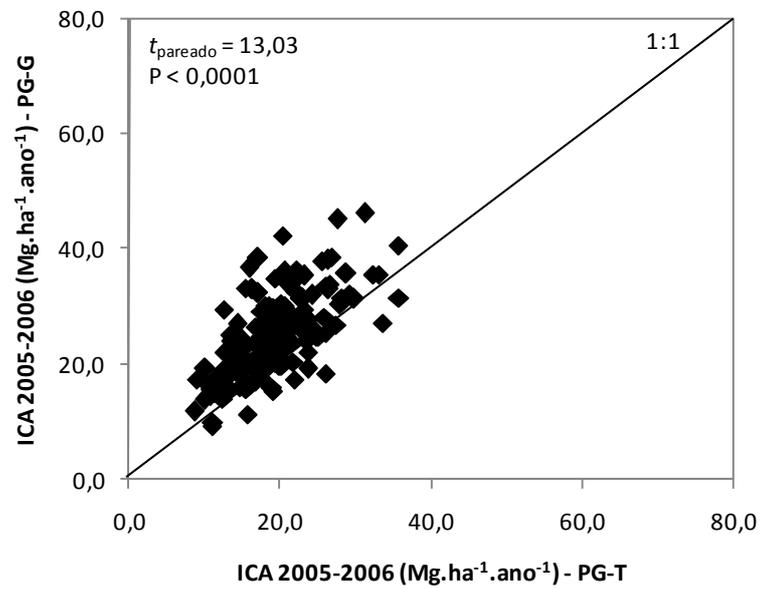


Figura 20 - ICA 2005-2006 para os blocos experimentais das 3 regiões

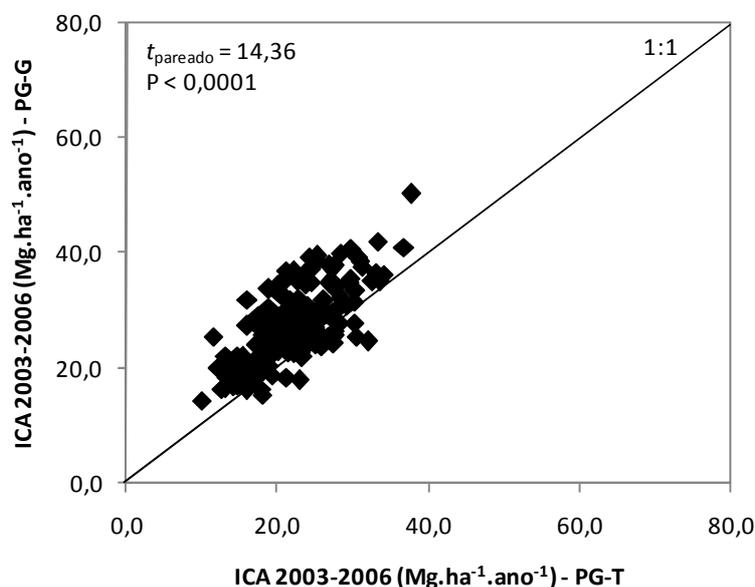


Figura 21 - ICA médio 2003-2006 para os blocos experimentais das 3 regiões

Houve um aumento no ICA das parcelas adubadas potencialmente em relação às parcelas convencionais, esse aumento foi maior entre 2004 a 2005 (45%), ou seja, o primeiro ano após o início das adubações. No primeiro período (2003-2004) o aumento do incremento foi relativamente menor (8%), devido ao curto intervalo entre as primeiras adubações extras e o inventário de 2004.

E no último período, 2005 a 2006, o ritmo de crescimento diminuiu, assim como a diferença relativa entre os tratamentos (30%), o que é normal com o aumento da idade, devido ao incremento da competição intra-específica da população (BINKLEY; STAPE; RYAN, 2010). A tabela 15 traz os valores médios de ICA e o aumento relativo entre os tratamentos em cada período, para as três regiões e no geral.

Tabela 15 - ICA médio para cada região e tratamento e aumento relativo entre os tratamentos

Período Região / Tratamento	ICA (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )									2003-2006		
	2003-2004			2004-2005			2005-2006					
	G	T	G/T (%)	G	T	G/T (%)	G	T	G/T (%)	G	T	G/T (%)
<b>1</b>	27	27	1	24	18	30	21	17	22	23	20	16
<b>2</b>	29	27	9	27	19	44	29	22	31	28	23	25
<b>3</b>	35	32	11	43	25	70	30	21	40	34	26	35
<b>Geral</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>24</b>

Através dos dados da tabela 15 pode-se observar que as regiões mais produtivas (maiores ICAs) também foram as mais responsivas às fertilizações, uma vez que essas regiões tiveram o maior aumento relativo de ICA entre os tratamentos. As regiões mais produtivas e responsivas foram, nessa ordem: região 3, 2 e 1.

A maior produtividade da região 3 pode ser explicada, principalmente por seu clima sem ocorrência de déficit hídrico e por algumas características intrínsecas aos solos predominantes nessa região, como maior capacidade de retenção de água, além ainda do maior teor de matéria orgânica, que pode atuar melhorando a estrutura e o regime hídrico dos solos, além de ser fonte de nutrientes. A região 1 apresenta características opostas, com déficit hídrico considerável e solos com pouca capacidade de retenção de água, sendo assim a região menos produtiva. Já a região 2 possui características intermediárias às regiões 3 e 1.

Na tabela 16 podemos comparar a produtividade média, através do IMA7, incremento médio anual aos 7 anos. Para esse estudo foi utilizado o IMA 7 aproximado de cada parcela, ou seja, o IMA referente à medição de inventário na idade mais próxima aos 7 anos. Adaptando os conceitos de produtividade de Bouman et al. (1996) podemos classificar a produtividade da população estudada como:

- Produtividade atual: condicionada pela presença de fatores redutores de produção, como plantas daninhas, pragas ou doenças.

- Produtividade atingível: condicionada por fatores limitantes de produção (água e nutrientes), nesse caso será considerado a disponibilidade de nutrientes, uma vez que não é usual realizar cultivo irrigado de eucalipto.

- Produtividade potencial: Condicionada pelas características fisiológicas da planta e climáticas, tais como, radiação, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub> e nesse caso, disponibilidade de água.

Com o tratamento dado pela metodologia de Parcelas Gêmeas (eliminação da limitação nutricional), pode-se concluir que a produtividade média do tratamento G é a produtividade média atingível para aquele sítio, limitada apenas pelas características genéticas da planta e condições climáticas do local (figura 22). Assim, a produtividade média atingível para população estudada foi de 49 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (22 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), sendo 11% superior a produtividade atual, 44 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (20 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

Tabela 16 - IMA7 médio e máximo para cada região e tratamento

Região	N	IMA7 médio				IMA7 máximo			
		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>		Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>		Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	
		T	G	T	G	T	G	T	G
1	75	38	41	18	19	52	57	24	26
2	53	45	51	21	23	71	78	31	34
3	33	54	62	25	28	70	82	31	36
<b>Geral</b>	<b>161</b>	<b>44</b>	<b>49</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>71</b>	<b>82</b>	<b>31</b>	<b>36</b>

Assim como a produtividade atual da região 3 foi a maior, a produtividade média atingível também segue o mesmo comportamento, igual a 62 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (28 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), assim a região 1 apresenta também o menor valor, 41 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (19 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

A maior diferença média entre a produtividade atual e atingível da região 3 (15%, 13% e 8% para as regiões 3, 2 e 1 respectivamente), pode ser um indicador de maior limitação nutricional.

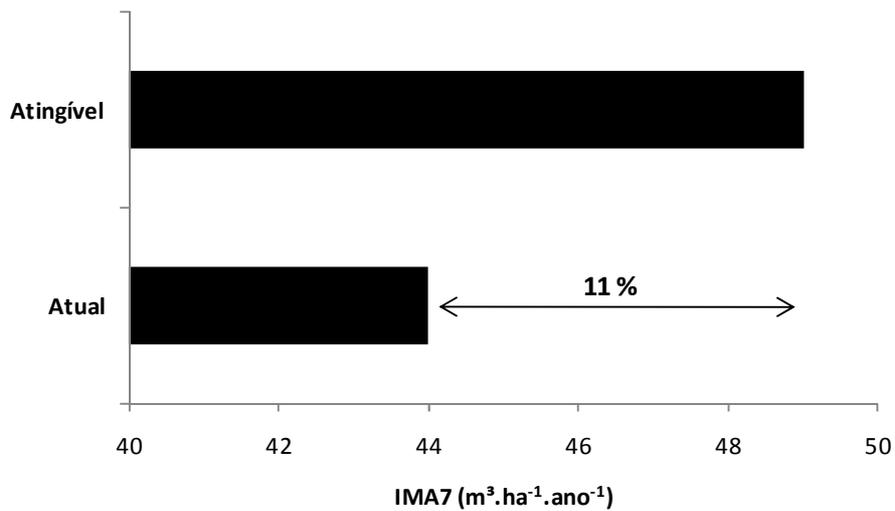


Figura 22 - Níveis de produtividade para a população estudada. A produtividade atingível pode ser considerada como a produtividade do tratamento G

### 2.3.5.3 Resposta à Fertilização (RF)

A resposta à fertilização (RF) foi calculada a partir da equação 8 e é baseada na diferença dos ICAs dos tratamentos. A tabela 17 apresenta a RF média ( $\text{Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) entre o período de 2003 a 2006, para cada uma das variáveis as quais os blocos experimentais foram classificados. As regiões mais responsivas foram: região 3 ( $8,2 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ), 2 ( $5,6 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e 1 ( $3,8 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ), já a resposta à fertilização total foi de  $5,3 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . O anexo A apresenta a caracterização e os valores de RF para cada bloco.

Além da diferença entre regiões, houve também diferenças da RF entre as classes de textura, tipos de solo e material genético (clone x semente).

A RF seguiu uma distribuição normal (figura 36), sendo que cerca de 85% dos dados apresentaram RF positiva e 50% dos blocos obtiveram RF igual ou maior que a média ( $5,3 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ), proporção semelhante ao encontrado por Ferreira (2007).

Tabela 17 - Resposta à fertilização nas diferentes classes avaliadas

Variável	Classes	Nº de blocos	RF (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
Região	1	75	3,8 <sup>c</sup>
	2	53	5,6 <sup>b</sup>
	3	33	8,2 <sup>a</sup>
Manejo	Reforma	107	4,9 <sup>ns</sup>
	Brotação	54	6,1 <sup>ns</sup>
Idade inicial	2 a 4 anos	66	4,7 <sup>ns</sup>
	4 a 6 anos	95	5,8 <sup>ns</sup>
Material Genético	Clone	35	3,0 <sup>b</sup>
	Semente	126	6,0 <sup>a</sup>
Grupo de Solo	RQ	71	4,5 <sup>b</sup>
	LVA	46	6,8 <sup>a</sup>
	PV/PVA	14	6,8 <sup>a</sup>
	LV	30	4,5 <sup>b</sup>
Textura (0-30 cm)	Arenosa	114	5,0 <sup>b</sup>
	Média	23	4,6 <sup>b</sup>
	Argilosa	24	7,6 <sup>a</sup>

Valores seguidos de mesma letra não diferem entre si (*Tukey P= 0,05*). ns = Não significativo.

Diferentemente do observado por Ferreira (2007), a região de maior resposta a fertilização foi a que também era a mais produtiva, nesse estudo a região 3. Isso mostra que mesmo sendo a área mais produtiva, também é a área com a maior limitação nutricional ao crescimento, uma vez que a água, principal fator de crescimento (STAPE, BINKLEY; RAYN, 2004a; GONÇALVES et. al, 2008), não é limitante nesse sítio, enquanto que nas outras regiões, principalmente na 1, a água passa a ser o fator mais limitante.

O grande potencial de resposta à fertilização da região 3 em relação as outras regiões, mas principalmente em relação a região 1, pode ser explicada também por outros fatores complementares ao regime hídrico. O primeiro fator é o predomínio de solos com textura mais argilosa, que favorece a retenção de água no solo, o que está estreitamente ligado à ausência de déficit hídrico. Portanto, os solos mais argilosos apresentaram maior RF.

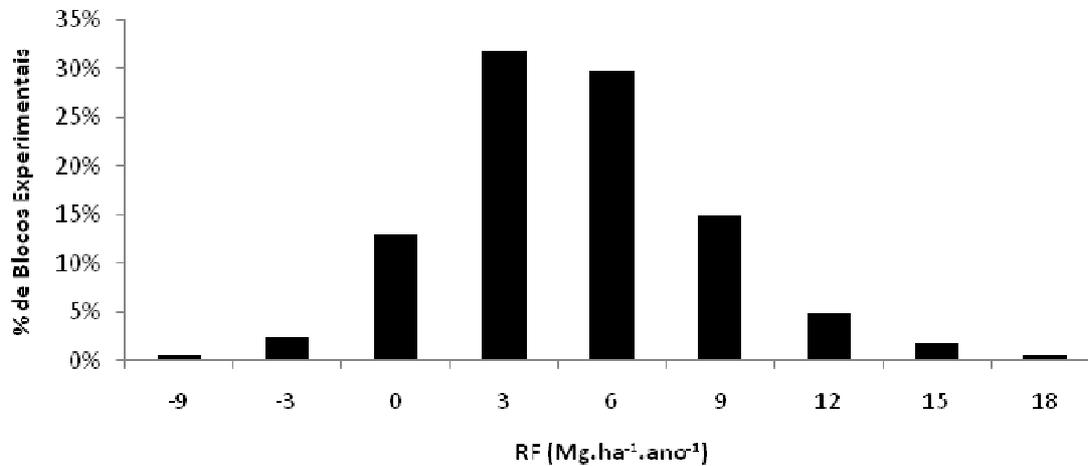


Figura 23 - Distribuição da RF nos 161 blocos experimentais (3 regiões)

O tipo de solo seguiu a mesma tendência da RF nas diferentes regiões em função do teor de argila do solo, sendo os Neossolos quartzarênicos (predominantes na região 1), menos responsivos, já os solos com maior teor de argila e predominantes na região 3 (Argissolos e Latossolos) foram os mais responsivos.

Outro fator é o potencial produtivo do material genético, pois na região 1 existe 45% de plantios clonais, enquanto que na região 2 e 3 existe o predomínio de plantios de *E. grandis* propagados por semente. Comumente plantios clonais são mais homogêneos, estando então mais próximos da sua produtividade potencial do que os plantios por sementes, que por sua maior heterogeneidade apresentam uma maior ocorrência de plantas dominantes, as quais são mais eficientes no uso dos recursos quando comparadas com as plantas dominadas, essa diferença se torna responsável pela maior resposta ao manejo nutricional das parcelas gêmeas de plantios seminais (BINKLEY; STAPE; RYAN, 2010).

Além disso, as análises nutricionais mostraram que os materiais genéticos da região 1 eram mais exigentes no teor de nutrientes (g de nutriente/kg de massa seca de folhas), assim para cada grama de nutriente absorvida, os materiais genéticos da região 2 e 3 conseguiam produzir mais biomassa foliar.

Ao se comparar os blocos experimentais sob diferente manejo (reforma ou condução de brotação), identifica-se que a grande maioria dos blocos em 2ª ou 3ª

rotação eram formados por plantios seminais e também apresentaram maior RF em comparação aos plantios em 1ª rotação. Para identificar se a diferença na RF entre clones e sementes foi influenciada pelo manejo aplicado (reforma ou brotação), foi calculado a RF de plantios clonais e seminais, separadamente para cada um dos manejos (figura 24) e pode-se observar que mesmo apenas nos plantios de 1ª rotação, a RF foi superior para os plantios seminais. Não houve diferença de RF entre os diferentes manejos para cada um dos tipos de material genético.

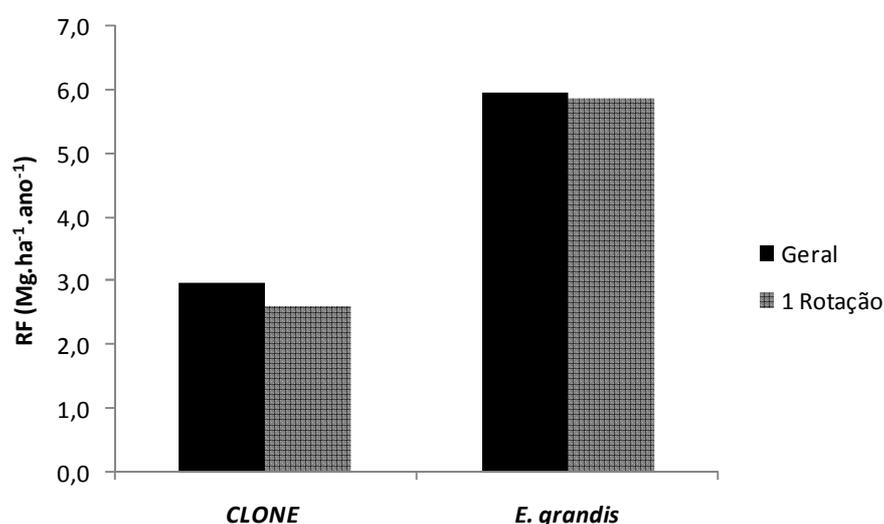


Figura 24 - Resposta à fertilização média para os diferentes materiais genéticos, em geral e separadamente nos blocos de 1ª rotação

Outra classe avaliada foi a idade dos blocos experimentais e assim como Ferreira (2007) e Stape et. al, (2006), a RF foi crescente com a idade dos plantios. Para cada ano acrescido na idade de plantio, a RF foi 0,41 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> superior. Na região 3, a relação foi ainda maior, sendo que para cada ano adicional, a RF foi acrescida de 2,29 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Essa diferença entre as idades pode ser relacionada à tecnologia aplicada na época dos plantios, ou seja, os mais antigos foram suportados por tecnologias de fertilização e manejo em geral menos desenvolvidas do que os plantios mais jovens.

Outra possível razão para o aumento da RF com a idade pode também estar relacionada com o efeito da competição entre árvores, que cresce com a idade, levando

a maior presença de árvores dominantes com maior eficiência de uso dos recursos e consequentemente maior potencial de RF (BINKLEY; STAPE; RYAN, 2010).

#### 2.3.5.4 Variáveis edáficas, climáticas e silviculturais na resposta à fertilização (RF)

A fim de identificar quais as características que possuem maior correlação com a resposta à fertilização, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre a RF e as variáveis edafoclimáticas e silviculturais. O coeficiente foi calculado para toda a população amostrada (161 blocos experimentais) e separadamente dentro de cada região, uma vez que essas regiões apresentaram diferentes níveis de RF.

Como já observado, o grande diferencial da região 3, que apresentou maior RF, é sua condição climática favorável, com boa disponibilidade hídrica. Ao observar o coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis climáticas (tabela 18), fica mais evidente a influência do déficit hídrico na diferença entre a RF das regiões. Ao analisar todos os blocos em conjunto (Geral), observam-se os maiores valores do coeficiente de correlação, em comparação aos coeficientes observados dentro de cada região. Isto é, ao considerar toda a população estudada, a disponibilidade hídrica (PPT e DEF) foi o principal indicador do potencial de RF, sendo que a PPT (fig. 25) apresenta correlação positiva com a RF, enquanto que o DEF (fig. 26) apresenta correlação negativa.

Tabela 18 - Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis climáticas

Variável	Geral	R1	R2	R3
PPT	0,45**	0,54**	-0,04 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>
DEF	-0,43**	-0,39**	0,12 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
ETP	-0,42**	-0,36**	0,04 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
ETR	-0,24**	-0,24*	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>

PPT = Precipitação anual; DEF = Déficit hídrico; ETP = Evapotranspiração potencial; ETR = Evapotranspiração real. Todas variáveis em mm. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade. ; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns Não significativo.

A região 1, maior entre as regiões do estudo (que compreende 4 municípios) também possui valores maiores dos coeficientes climáticos, devido à variação dentro da própria região (tabela 7), já a região 3, compreendida por apenas um município, não

apresenta variabilidade de precipitação, a variação nos dados climáticos, se devem apenas em função das diferenças no CAD de cada bloco, variável em função do teor de argila.

Ao contrário dos dados climáticos, a correlação com as variáveis de solo são maiores dentro de cada região, isto é, enquanto as variáveis climáticas explicam a variação da RF entre as regiões, as características químicas do solo auxiliam no entendimento da limitação nutricional de cada região. A tabela 19 traz os coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis edáficas. A maioria dessas variáveis correlacionou-se negativamente com a RF. O Magnésio (Mg) foi um dos nutrientes que apresentou uma das maiores correlações com a RF nas três regiões.

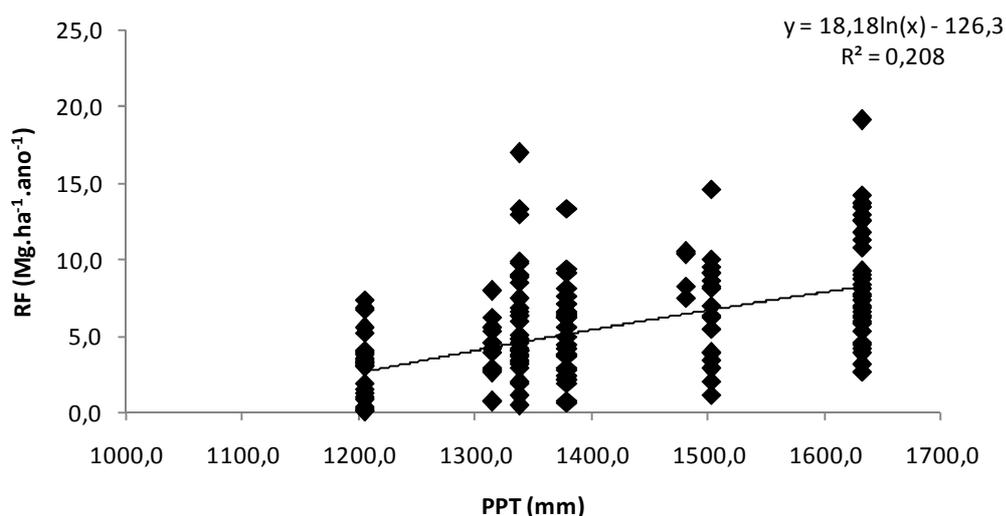


Figura 25 - Resposta a fertilização em função da precipitação anual média

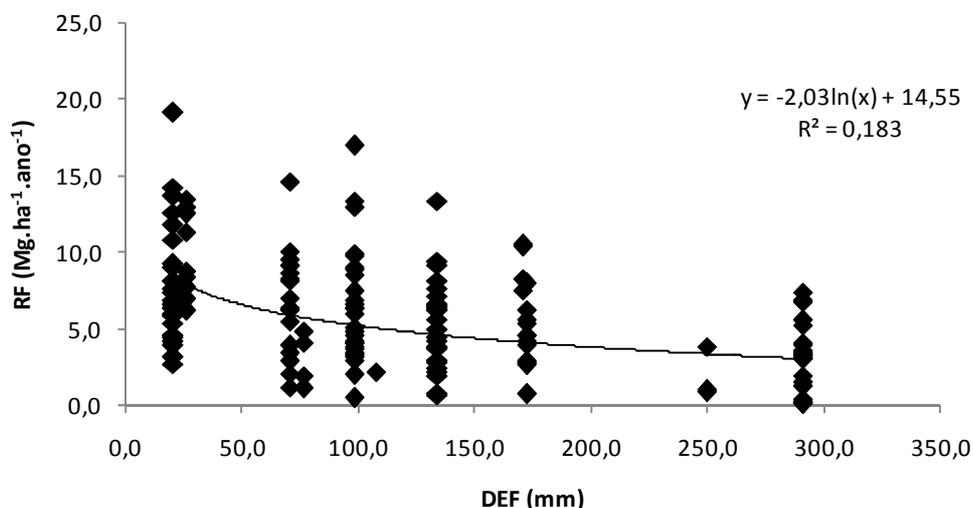


Figura 26 - Resposta a fertilização em função do déficit hídrico anual médio

O Potássio (K) também apresentou boa correlação com RF nas regiões 1 e 2 (figura 27). Na região 3, a variável química com a maior correlação foi a Soma de Bases (SB), o que é uma derivação do Mg. Ferreira (2007) também encontrou a SB com uma das melhores correlações, porém o Cálcio (Ca) foi o nutriente que mais influenciou a SB.

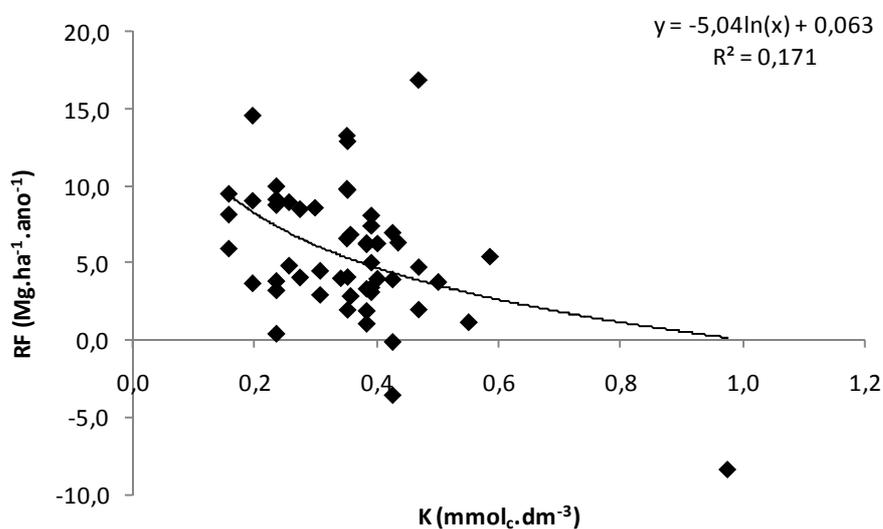
O Fósforo também apresentou uma boa correlação na região 3, região de solos com maior potencial de adsorção desse nutriente, devido ao maior teor de argila, nessa mesma região o K foi um dos nutrientes menos limitante ao crescimento das plantações, quando comparado às regiões 1 e 2, o que pode ser atribuído a maior fertilidade desses solos em relação ao teor de K (tabela 10).

Um dos fatores que podem contribuir para o maior teor de K dos solos da região 3 é o nível de intemperismo desses solos. Através da análise de granulometria é possível identificar solos com maiores teores de silte, o que significa menor intemperização, maior conteúdo de minerais primários e consequentemente maior fertilidade. Isso explica a alta correlação negativa do teor de silte com a RF nos solos da região 3 (figura 28), que por possuir um clima menos quente, sofreu um menor intemperismo.

Tabela 19 - Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis edáfica

Coeficientes de correlação de Pearson - Variáveis edáficas							
Geral		R1		R2		R3	
M.O.	0,31**	T	-0,36**	K	-0,48**	SB	-0,45**
V %	-0,26**	Mg	-0,35**	Mg	-0,42**	Mg	-0,39*
SB	-0,24**	K	-0,32**	T	0,20 <sup>ns</sup>	P	-0,39*
Ca	-0,22**	P	-0,21*	SB	-0,16 <sup>ns</sup>	Ca	-0,29 <sup>ns</sup>
T	0,21**	M.O.	-0,16 <sup>ns</sup>	V %	-0,15 <sup>ns</sup>	V %	-0,25 <sup>ns</sup>
P	-0,18*	V%	-0,13 <sup>ns</sup>	P	-0,13 <sup>ns</sup>	K	-0,24 <sup>ns</sup>
Mg	-0,14 <sup>ns</sup>	SB	-0,11 <sup>ns</sup>	Ca	-0,08 <sup>ns</sup>	M.O.	0,12 <sup>ns</sup>
K	-0,09 <sup>ns</sup>	Ca	-0,06 <sup>ns</sup>	M.O.	0,02 <sup>ns</sup>	T	0,01 <sup>ns</sup>
% Argila	0,26**	% Argila	-0,48**	% Argila	-0,19 <sup>ns</sup>	% Argila	-0,02 <sup>ns</sup>
% Areia	-0,24**	% Areia	0,48**	% Areia	0,25 <sup>ns</sup>	% Areia	0,15 <sup>ns</sup>
% Silte	0,09 <sup>ns</sup>	% Silte	-0,01 <sup>ns</sup>	% Silte	-0,24 <sup>ns</sup>	% Silte	-0,59**

M.O. (g.dm<sup>-3</sup>) = Matéria Orgânica; V% = Saturação por bases; SB (mmolc.dm<sup>-3</sup>) = Soma de bases; Ca (mmolc.dm<sup>-3</sup>) = Cálcio trocável; T (mmolc.dm<sup>-3</sup>) = Capacidade de Troca Catiônica; P (mg.dm<sup>-3</sup>) = Fósforo em resina; Mg (mmolc.dm<sup>-3</sup>) = Magnésio trocável; K (mmolc.dm<sup>-3</sup>) = Potássio trocável. \*\* Significativo ao nível de 1 % de probabilidade; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns Não significativo.

Figura 27 - Resposta à fertilização na região 2 em função do teor de K no solo (mmolc.dm<sup>-3</sup>)

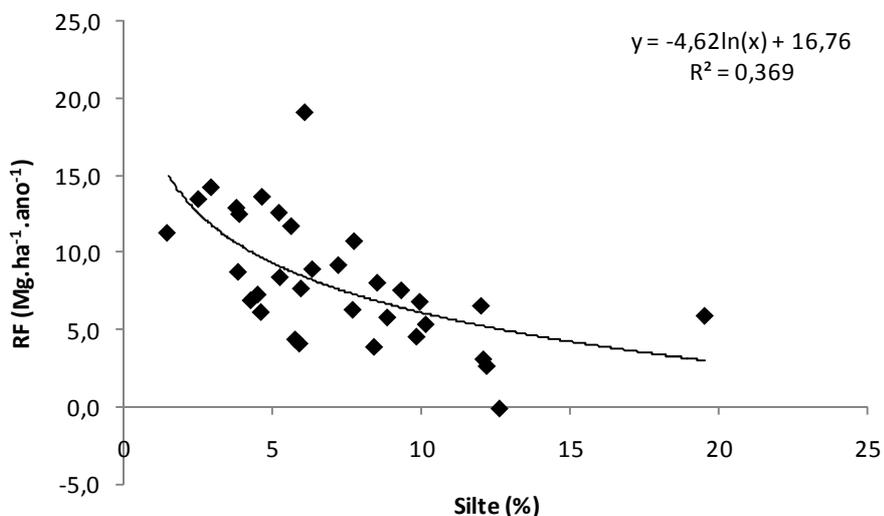


Figura 28 - Resposta à fertilização na região 3 em função do teor de silte (%)

Na região 1, a maior correlação da RF foi com as variáveis físicas (areia e argila), características relacionadas com a capacidade de retenção de água dos solos, por ser uma região com maior variação climática e maior ocorrência de déficit hídrico, as variáveis relacionadas à disponibilidade hídrica se destacam na correlação com RF.

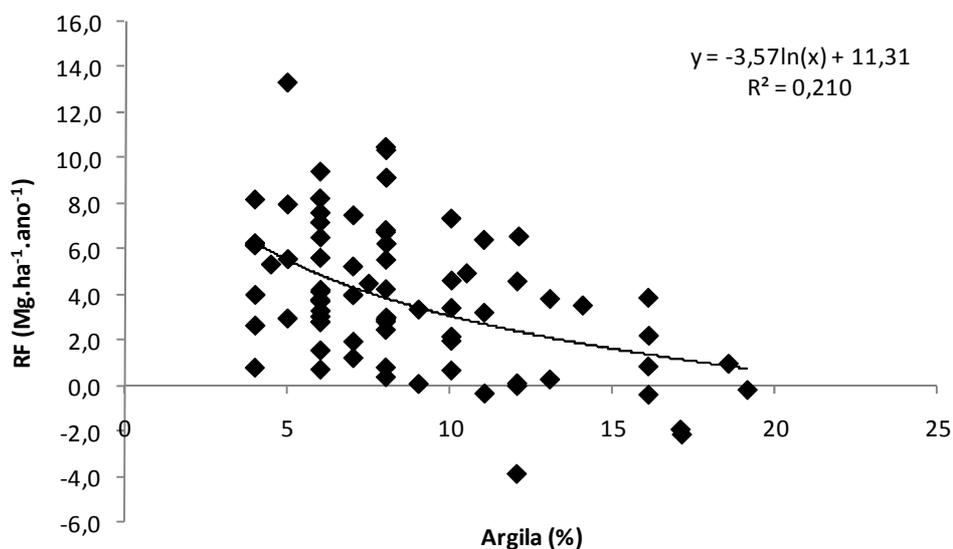


Figura 29 - Relação entre resposta à fertilização na região 1 e teor de argila (0-30 cm)

Dentre as variáveis silviculturais (tabela 20), a idade apresentou maior correlação, porém, na análise geral, todas as variáveis não apresentaram correlação significativa. Ferreira (2007) encontrou maiores valores de correlação com as variáveis silviculturais, sendo a idade e o incremento corrente anual médio do tratamento convencional as variáveis com melhor correlação.

Ao estratificar entre as regiões, a correlação aumenta, principalmente na região 3, sendo que as maiores correlações foram observadas com variáveis que indicam o nível de produtividade (IMA) do tratamento convencional (produtividade no início do experimento e no final).

Tabela 20 - Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis silviculturais

Variável	Geral	R1	R2	R3
<b>Idade em 2003</b>	0,09 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,46**
<b>IMA inicial (2003)</b>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,34**	0,03 <sup>ns</sup>	-0,60**
<b>IMA7</b>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,29**	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,80**

IMA = Incremento Médio Anual ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ); IMA7 = Incremento Médio Anual ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) aos 7 anos de idade. \*\* Significativo ao nível de 1 % de probabilidade; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns Não significativo.

As análises foliares mostraram diferenças nos teores de nutrientes entre tratamentos e entre regiões. Ao correlacionar essas informações com a RF, podemos observar os maiores coeficientes para Mg, S e K na maioria das regiões. Na região 3 também há uma boa correlação com o P, assim como na análise dos atributos do solo. A correlação negativa indica que quanto maior a concentração de nutrientes na folha, menor a RF, ou seja, menor a limitação nutricional do plantio.

Na região 2, o K no solo foi a variável edáfica com a maior correlação com a RF, entretanto o mesmo não ocorreu com o teor de K foliar, isso representa que apenas a análise foliar pode não ser suficiente para determinar a limitação nutricional de um determinado plantio. O maior suprimento de nutrientes via fertilização pode aumentar a quantidade de biomassa produzida, se o plantio estiver sob limitação nutricional, porém sem alterar a concentração desse nutriente nos tecidos.

Tabela 21 - Coeficientes de correlação de Pearson entre RF e o teor foliar de nutrientes no tratamento T

Variável	Geral	R1	R2	R3
<b>N</b>	-0,18*	0,01 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>
<b>P</b>	-0,21*	-0,02 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,34*
<b>K</b>	-0,40**	-0,25*	0,01 <sup>ns</sup>	-0,67**
<b>Ca</b>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>
<b>Mg</b>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,30*	-0,36*
<b>S</b>	-0,39**	-0,31**	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>

N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre, em g.kg<sup>-1</sup>. \*\*

Significativo ao nível de 1 % de probabilidade; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns Não significativo.

### 2.3.6 Estimativas de Índice de Área Foliar (IAF)

Comparando-se o IAF entre os tratamentos, podemos notar que o tratamento G possui valores maiores de IAF (figuras 30 e 31), sendo que o valor observado foi de 2,6 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> no tratamento adubado potencialmente (G) e 2,2 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> no tratamento convencional (T), o que representa um aumento de 15% no IAF das parcelas adubadas potencialmente.

A região 3, como já era esperado por sua maior produtividade também possui o maior IAF, enquanto que as regiões 1 e 2 possuem valores semelhantes.

O maior valor de IAF nas parcelas do tratamento G pode ser também um reflexo da resposta à fertilização.

Os valores de IAF, bem como GE e LUE para cada bloco experimental, estão disponíveis no anexo H.

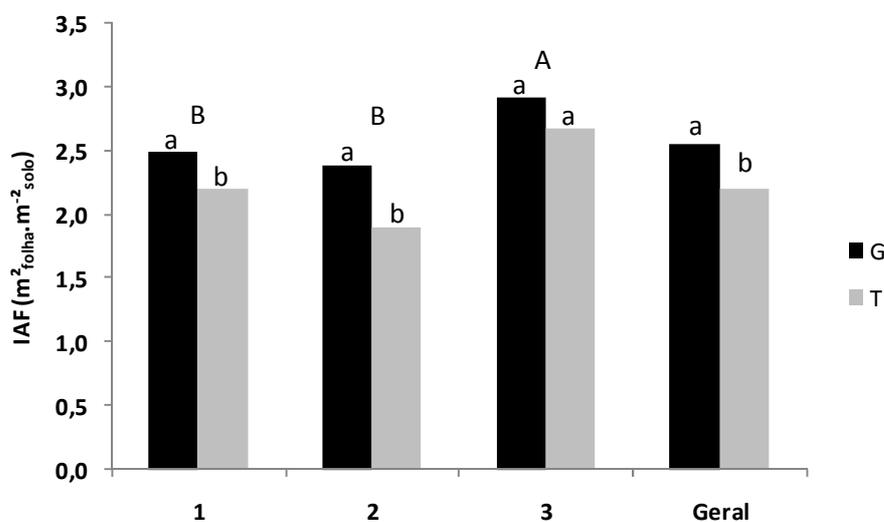


Figura 30 - IAF médio para cada região e tratamento. Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si. Letras minúsculas representam a comparação entre tratamentos e as maiúsculas representam a diferença entre regiões ( $\alpha = 0,05$ )

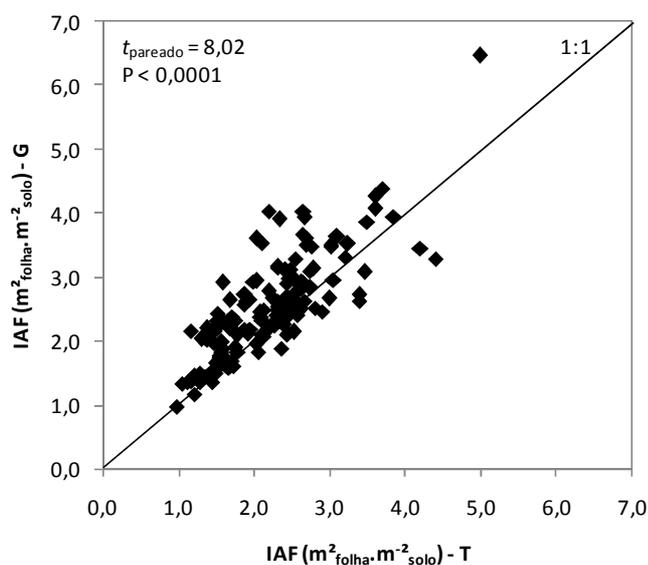


Figura 31 - IAF dos tratamentos G e T. Os valores de IAF estão mais próximos do eixo do tratamento G, o que indica a diferença entre os tratamentos, com os maiores valores para o G

Para avaliar o efeito da fertilização extra na eficiência de uso da luz, pode-se comparar, entre os tratamentos, a Eficiência de Crescimento (GE), quantidade de biomassa produzida por unidade de área foliar (figura 32), ou também a Eficiência do Uso da Luz (LUE), biomassa produzida por unidade de radiação absorvida (figura 33).

A GE foi de  $5,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  para o tratamento G, 10% superior ao tratamento T ( $5,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), porém não diferiu ao nível de 95% de probabilidade ( $P > 0,05$ ).

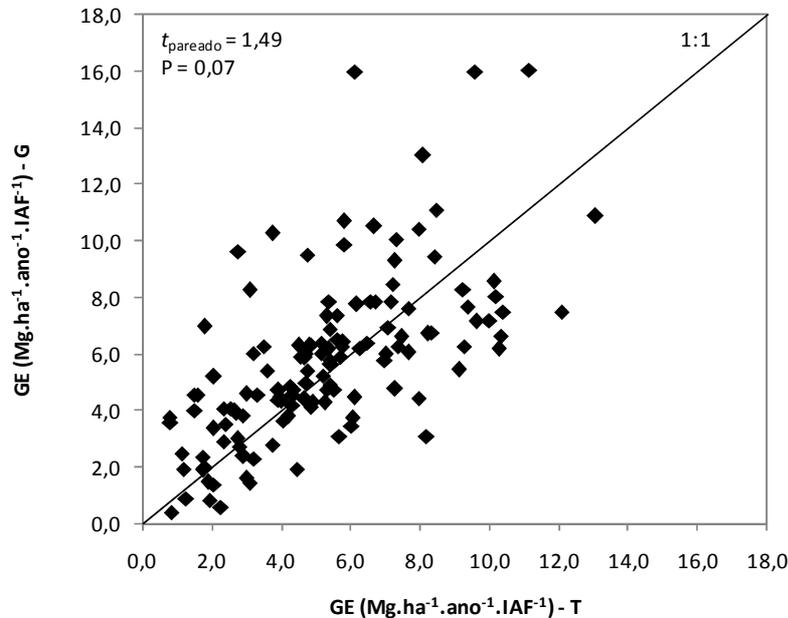


Figura 32 - GE dos tratamentos G e T para cada bloco experimental

A LUE foi de  $0,65 \text{ g}\cdot\text{MJ}^{-1}$  para o tratamento G, 15% superior ao tratamento T ( $0,56 \text{ g}\cdot\text{MJ}^{-1}$ ).

O aumento da área foliar pode ser um dos responsáveis pelo aumento da produtividade (RF), entretanto, além do aumento de IAF, a redução da limitação nutricional também pode aumentar a eficiência de uso da luz, o que também foi responsável pela RF, ou aumento de produtividade. Se considerarmos a equação 1, para o recurso luz, eliminar a limitação nutricional possibilitou aumentar a eficiência de captura (IAF) e de uso do recurso (LUE).

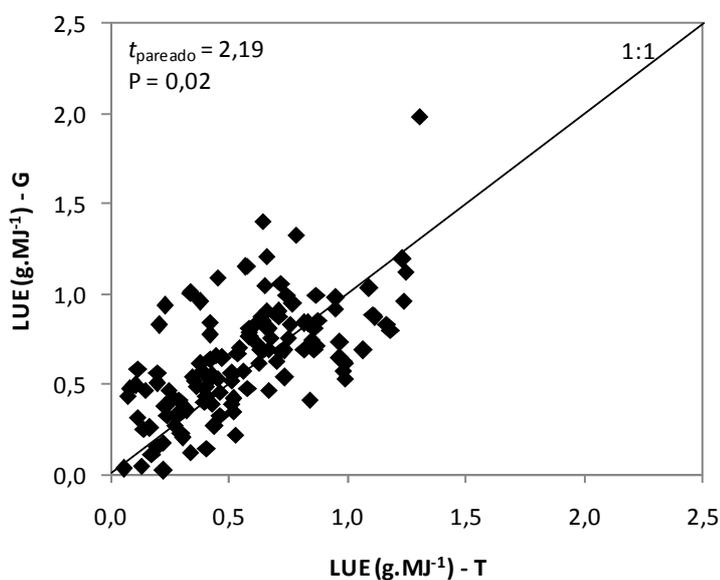


Figura 33 - LUE dos tratamentos G e T para cada bloco experimental

### 2.3.7 Índices de Resposta à Fertilização

Com a análise de correlação das variáveis edafoclimáticas e silviculturais com a RF, tem-se as características que possuem maior impacto no potencial de RF de cada região. A partir dessas análises, as variáveis foram agrupadas a fim de determinar modelos com maior correlação para predição da RF (eq. 15 a 18).

Esses modelos foram determinados especificamente para cada região e um para toda a população estudada:

Geral (eq. 15):

$$RF = 9,44147 + 0,31782 M.O. - 0,01771 DEF - 1,24942 Mg - 0,42603 SIL$$

$$R^2 = 0,40^{**}$$

Onde:

$RF$  = Resposta à Fertilização ( $Mg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ )

$M.O.$  = Matéria Orgânica ( $g \cdot dm^{-3}$ , 0-30 cm)

$DEF$  = Déficit hídrico anual médio (mm)

$Mg$  = Magnésio trocável no solo ( $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , 0-30 cm)

$SIL$  = Teor de Silte (%)

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

Região 1 (eq. 16):

$$RF_1 = -49,1193 + 0,0373 PPT - 0,2475 ARG$$

$$R^2 = 0,43^{**}$$

Onde:

$RF_1$  = Resposta à Fertilização ( $\text{Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) na região 1

$PPT$  = Precipitação anual média (mm)

$ARG$  = Teor de Argila (%)

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

Região 2 (eq. 17):

$$RF_2 = -6,9815 - 17,0555 K - 5,0022 Mg_f + 0,8903 N_f + 0,1021 DEF$$

$$R^2 = 0,48^{**}$$

Onde:

$RF_2$  = Resposta à Fertilização ( $\text{Mg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) na região 2

$K$  = Potássio trocável no solo ( $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , 0-30 cm)

$Mg_f$  = Magnésio foliar ( $\text{g}.\text{Kg}^{-1}$ , tratamento T)

$N_f$  = Nitrogênio foliar ( $\text{g}.\text{Kg}^{-1}$ , tratamento T)

$DEF$  = Déficit hídrico anual médio (mm)

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

Região 3 (eq. 18):

$$RF_3 = 6,90641 - 2,76261 Ca - 2,74439 K_f + 0,27677 M.O.$$

$$R^2 = 0,68^{**}$$

Onde:

$RF_3$  = Resposta à Fertilização ( $Mg \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ ) na região 3

$Ca$  = Cálcio trocável no solo ( $mmol_c \cdot dm^{-3}$ , 0-30 cm)

$K_f$  = Potássio foliar ( $g \cdot Kg^{-1}$ , tratamento T)

$M.O.$  = Matéria Orgânica ( $g \cdot dm^{-3}$ , 0-30 cm)

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

Em geral os modelos apresentaram coeficientes de determinação superior aos encontrados por Ferreira (2007) em estudo similar. Stape, Binkley e Ryan, (2004b) encontraram coeficiente de 0,56, superior às equações 15 a 17 e inferior ao modelo da equação 18.

A menor variabilidade dentro de cada região nos fatores que afetam a RF, contribuiu para os melhores ajustes dos modelos, sendo a região 3 a que apresentou o melhor ajuste ( $R^2 = 0,68$ ).

Esses modelos podem atuar como ferramentas para selecionar os sites com maior probabilidade de resposta a alterações e investimentos no manejo nutricional atual, possibilitando ao gestor direcionar os recursos e os estudos sobre recomendação de adubação seguindo critérios que atuam sobre a população de interesse.



### 3 CONCLUSÕES

O estudo de resposta à fertilização em plantios de *Eucalyptus* em larga escala no estado de São Paulo permitiu concluir que:

- A metodologia de Parcelas Gêmeas se apresentou eficaz para determinar a resposta à fertilização e o potencial produtivo de plantios de *Eucalyptus* em larga escala, além de possibilitar relacionar a RF com variáveis edafoclimáticas e silviculturais;

- Os plantios de *Eucalyptus* nas diferentes regiões avaliadas do estado de São Paulo, apresentaram-se 11% abaixo de sua produtividade atingível, de  $49 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  ( $22 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ), sendo que, devido à limitação nutricional, a produtividade atual foi de  $44 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  ( $20 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ );

- Os plantios apresentaram uma limitação nutricional de  $11,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  ( $5,3 \text{ Mg}.\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ), sendo que os plantios da região sul apresentaram a maior resposta à fertilização. A limitação nutricional esteve associada, principalmente ao K, Mg e P (região 3). O S também apresentou boa correlação com a RF. Sendo que a probabilidade de RF foi de 85%, isso mostra que há oportunidades de melhoria no manejo atual de fertilização das populações estudadas, principalmente na região 3;

- A disponibilidade hídrica foi o principal norteador da produtividade e do potencial de resposta à fertilização, sendo a principal diferença entre as regiões, ou seja, quando o recurso água não é escasso, a limitação nutricional se torna mais evidente;

- Ao estratificar as análises por região, a correlação entre RF e os fatores edáficos ficaram mais clara, sendo que o Magnésio e o Potássio foram nutrientes que apresentaram boa correlação, também se pode destacar a correlação entre o teor de P e a RF na região 3, que possui solos com maior potencial de adsorção e por conseqüência, menor disponibilidade desse nutriente.

- A correlação de algumas características edafoclimáticas com a RF permite estimar sites mais responsivos ao manejo nutricional, possibilitando otimizar o uso de recursos no manejo nutricional;

- Os blocos experimentais com características mais heterogêneas (plantios seminais e mais velhos) e conseqüentemente com maior presença de dominância entre árvores, também apresentaram maior potencial de RF;

- Ao eliminar a limitação nutricional, o tratamento possibilitou, além do aumento de IAF, um aumento na eficiência do uso da luz, assim, tanto um fator como o outro contribuíram para o aumento da produtividade no tratamento com adubação potencial;

## REFERÊNCIAS

- ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2009**. Brasília, 2011. 130p.
- ALMEIDA, J.C.R. **Nutrição, crescimento, eficiência de uso de água e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio**. 2009. 112 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; Métodos para determinação da densidade básica de coníferas e folhosas, **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.
- BINKLEY, D.; STAPE, J.L.; RYAN, M.G. Thinking about efficiency of resource use in forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 193, p. 5-16, 2004.
- BINKLEY, D.; STAPE, J.L.; BAUERLE, W.L.; RYAN, M.G. Explaining growth of individual trees: Light Interception and efficiency of light use by *Eucalyptus* at four sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 259, p. 1695-1703, 2010.
- BOUMAN, B.A.M.; van KEULEN, H.; van LAAR, H.H.; RABBINGE, R. The ‘School of the Wit’ Crop Growth Simulation Models: A Pedigree and Historical Overview. **Agricultural Systems**, Great Britain, v. 52, n 2/3, p. 171-198, 1996.
- CHEN, J.M.; BLACK, T.A.; ADAMS, R.S. Evaluation of hemispherical photography for determining plant area index and geometry of a forest stand. **Agricultural and Forest Meteorology**, cidade, v. 56, p.129-143, 1991.
- COUTO, H.T.Z.; BATISTA J.L.F.; RODRIGUES, L.C.E. Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n.5, p.1-37, 1989.
- EMBRAPA; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**; Serviço de Produção de Informação, Brasília-DF, 2006. 306p.
- FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; LIMA, J.C.; TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 577-584, 2002.
- FERNADEZ, J.Q.P.; DIAS, L.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; MORAES, E.J. Productivity of *Eucalyptus camaldulensis* affected by rate and placement of two phosphorus fertilizers to a Brazilian Oxisol. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 127, p. 93-102, 2000.

FERREIRA, J.M.A. **Ganhos de produtividade de plantações clonais de *Eucalyptus urophylla* e suas correlações com variáveis edafoclimáticas e silviculturais.** 2007. 84p. Dissertação ( Mestrado em Recursos Florestais ) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FERREIRA, J.M.A.; STAPE, J.L. Productivity gains by fertilization in *Eucalyptus urophylla* clonal plantations across gradients in site and stand conditions. **Southern Forests**, South Africa, v. 71, n.4, p.253-258, 2009.

GARDINGEN, P.R. van; JACKSON, G.E.; HERNANDEZ-DAUMAS, S.; RUSSELL, G.; SHARP, L. Leaf area index estimates obtained for clumping canopies using hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.94, p.243-257, 1999.

GAVA, J.L. **Relações entre atributos do solo e qualidade da madeira de clone de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose.** 2005. 54p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GIUNTI NETO, C.J.; STAPE, J.L.; SILVA, S.R.; HAKAMADA, R.E. **Calibração do uso de fotos hemisféricas, do LAI – 2000 e do ceptômetro para estimativas de Índice de Área Foliar em plantações de *Eucalyptus*.** 2007. 61p. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007 (Relatório técnico de estágio profissionalizante).

GONÇALVES, J.L.M.; MIRANDA, S.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.;BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal.** IPEF, 2000. p. 219-268.

GONÇALVES, J.L.M.; DEMATTÊ, J.L.I.; COUTO, H.T.Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média do Estado de São Paulo. **IPEF**, cidade, n. 43/44, p. 24-39, 1990.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M. ;BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** IPEF, 2000. p. 1-58.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. Silvicultural effects on the productivity and Wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 193, p. 45-61, 2004.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J-P; BOUILLET, J-P; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural managements on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: The Brazilian experience. **Southern Forests**, South Africa, v.70, n. 2, p.105-118, 2008.

GONSAMO, A.; PELLIKKA, P. Methodology comparison for slope correction in canopy leaf area index estimation using hemispherical photography. **Forest ecology and Management**, Amsterdam, 256, p. 749-759, 2008.

JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. Review of methods of in situ leaf area index determination. Part 1 – Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.121, p.19-35, 2004.

JONCKHEERE, I.; MUYS, B.; COPPIN, P. Allometry and evaluation of in situ optical LAI determination in Scots pine: a case study in Belgium. **Tree Physiology**, Oxford, v.25, n.6, p.723-732, 2005.

LACLAU, J.P.; ALMEIDA, J.C.R.; GONÇALVES, J.L.M. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in *Eucalyptus* plantation. **Tree Physiology**, Oxford, v. 29, p. 111-124, 2009.

LACLAU, J.P.; RANGER, J.; GONÇALVES, J.L.M.; MAQUÈRE, V.; KRUSCHE, A.V.; M'BOU, A.T.; NOUVELLON, Y.; SAINT-ANDRÉ, L.; BOUILLET, J-P.; PICOLLO, M.C.; DELEPORTE, P. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical Eucalyptus plantations Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.259, p. 1771-1785, 2010.

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

LANDSBERG, J.J.; GOWER, S.T. **Applications of physiological ecology to forest management**. Waltham: Academic Press, 1997. 354 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MONTE M.A.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; LEITE, H.G.; STOCKS, J.J. Métodos indiretos de estimação da cobertura do dossel em povoamento de clone de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.769-775, jun., 2007.

PALLETT, R.N; SALE, G. The relative contributions of tree improvement and cultural practice toward productivity gains in *Eucalyptus* pulpwood stands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.193, p. 33-43, 2004.

PULITO, A.P. **Resposta à fertilização nitrogenada e estoques de nitrogênio biodisponível em solos usados para plantação de *Eucalyptus***. 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

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

SAFOU-MATONDO, R.; DELEPORTE, P.; LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P. Hybrid and clonal variability of nutrient content and nutrient use efficiency in *Eucalyptus* stands in Congo. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.210, p. 193-204, 2005.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p.155-169, dez. 1999.

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura; **Fatos e Número do Brasil Florestal 2006**, nov. 2006. 105p.

SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura; **Fatos e Número do Brasil Florestal 2007**, dez. 2007. 110p.

SCHLEPPI P.; CONEDERA M.; SEDIVY I.; THIMONIER A. Correcting non-linearity and slope effects in the estimation of the leaf area index of forests from hemispherical photographs. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.144, p.236-242, 2007.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; ALFONSI, R.R.; CARAMORI, P.H.; SWART,S. Balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras. **Piracicaba: Núcleo de Monitoramento Agroclimático**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lce/nurma.htm>, 2001. Acesso em: 20 maio 2008.

SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp. em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 101p. 2002. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; BOAS, J.E.B.V. Crescimento e nutrição de eucaliptos em resposta à compactação de latossolos em diferentes umidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.759-768, 2006.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; MUNIZ, R.M.A. **Seja o doutor do seu eucalipto**. Campinas:POTAFOS, 2001. p. 32 (Arquivo do agrônomo, 12; Informações agronômicas, 93)

STAPE, J.L. **Production ecology of clonal *Eucalyptus* plantations in Northeastern Brazil**. 2002. 265 p. Thesis (PhD) – Colorado State University, Fort Collins, 2002.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G. *Eucalyptus* production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 193, p. 17-31, 2004a.

STAPE, J.L.; RYAN, M.G.; BINKLEY, D. Testing the utility of the 3-PG model for growth of *Eucalyptus grandis* x *urophylla* with natural and manipulated supplies of water and nutrients. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 193, p. 219-234, 2004b.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; JACOB, W.S.; TAKAHASHI, E.N. A twin-plot approach to determine nutrient limitation and potential productivity in *Eucalyptus* plantations as landscapes scales in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.223, p. 358-362, 2006.

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G.; FONSECA, S.; LOOS, R.A.; TAKAHASHI, E.N.; SILVA, C.R.; SILVA, S.R.; HAKAMADA, R.E.; FERREIRA, J.M.A.; LIMA, A.M.N.; GAVA, J.L.; LEITE, F.P.; ANDRADE, H.B.; ALVES, J.M.; SILVA, G.G.C., AZEVEDO, M.R. The Brazilian *Eucalyptus* Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.259, p. 1684-1694, 2010.

TOIT, B. du; Effects of site management on growth, biomass partitioning and light use efficiency in a young stand of a *Eucalyptus grandis* in South Africa. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, 255, p. 2324 - 2336, 2008.

TOIT, B. du; DOVEY, S.B. Effect of site management on leaf area, early biomass development, and stand growth efficiency of a *Eucalyptus grandis* plantation in South Africa. **Canadian Journal of Forest Research**, Montreal, v. 35, p. 891-900, 2005.

XAVIER, A.C.; SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. Variação do Índice de Área Foliar em clones de eucalipto ao longo do seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 421-427, 2002.

ZEN, S. Influência da Matocompetição em Plantios de *Eucalyptus grandis*; **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 25-35, set. 1987.



**ANEXOS**



## ANEXO A – Blocos experimentais –

(Continua)

Parcela	Região	Genética	Manejo	Rotação	Solo	RF (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	RF (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
1	1	Clone	Reforma	1	RQ	9,3	5,3
2	1	Clone	Reforma	1	RQ	8,2	4,2
3	1	Clone	Reforma	1	RQ	8,9	4,6
4	1	Clone	Reforma	1	RQ	5,7	2,8
5	1	Clone	Reforma	1	RQ	9,8	4,6
6	1	Clone	Reforma	1	RQ	6,0	2,8
7	1	Clone	Reforma	1	RQ	1,5	0,7
8	1	Clone	Reforma	1	RQ	-0,4	-0,2
9	1	Clone	Reforma	1	RQ	10,5	5,2
10	1	Clone	Reforma	1	RQ	14,7	6,8
11	1	Clone	Reforma	1	RQ	9,4	5,5
12	1	Clone	Reforma	1	RQ	4,0	2,0
13	1	Clone	Reforma	1	RQ	6,8	3,3
14	1	Clone	Reforma	1	LV	2,1	0,9
15	1	Clone	Reforma	1	LV	1,8	0,8
16	1	Clone	Reforma	1	LV	0,5	0,3
17	1	Clone	Reforma	1	LV	8,3	4,1
18	1	Clone	Reforma	1	LV	7,9	3,5
19	1	Clone	Reforma	1	LV	7,2	3,2
20	1	Clone	Reforma	1	LV	0,2	0,1
21	1	Clone	Reforma	1	LV	-0,9	-0,4
22	1	Clone	Reforma	1	LV	7,6	3,4
23	1	Clone	Reforma	1	LV	8,6	3,8
24	1	Clone	Reforma	1	LV	-4,5	-2,2
25	1	Clone	Reforma	1	PVA	-4,0	-1,9
26	1	Clone	Reforma	1	PVA	-0,9	-0,4
28	1	Clone	Reforma	1	RQ	0,1	0,1
29	1	Clone	Reforma	1	RQ	14,6	6,7
30	1	Clone	Reforma	1	RQ	0,9	0,4
31	1	Clone	Reforma	1	RQ	2,9	1,2
32	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	9,3	3,8
33	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	6,9	2,9
35	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	7,7	3,8
36	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	4,7	2,2
38	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	9,1	4,2
39	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	4,4	2,1
40	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	9,6	4,5

## ANEXO A – Blocos experimentais

(Continuação)

Parcela	Região	Genética	Manejo	Rotação	Solo	RF (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	RF (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
41	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	5,1	2,4
42	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	16,1	7,2
43	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	22,5	9,4
44	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	1,8	0,8
45	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	14,2	6,1
46	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	12,9	5,6
47	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	25,9	13,3
48	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	14,5	6,2
49	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	18,3	8,2
50	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PV	23,4	9,5
51	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PV	19,3	9,2
52	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PV	29,6	14,6
53	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	22,7	10,0
54	2	Clone	Reforma	1	PVA	8,4	3,9
56	2	Clone	Reforma	1	PVA	17,9	9,1
57	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PVA	14,7	8,2
58	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PVA	4,6	2,0
59	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PVA	21,0	8,1
60	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PV	7,3	2,9
61	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	-17,5	-8,4
62	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	12,3	5,5
63	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	10,7	4,5
64	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	27,2	12,9
65	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	12,9	4,8
66	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	9,1	4,1
67	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	19,3	8,5
68	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	11,2	5,1
69	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	4,4	2,0
70	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	15,6	6,9
71	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	7,3	3,1
72	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	7,8	3,4
73	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	13,4	6,4
74	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	14,2	6,6
75	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	17,3	7,4
76	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	20,8	8,8
77	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	22,1	9,9
78	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	1,1	0,4
79	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	6,7	3,3
80	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	12,9	6,0
81	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	21,1	9,8

## ANEXO A – Blocos experimentais

(Continuação)

Parcela	Região	Genética	Manejo	Rotação	Solo	RF (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	RF (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
82	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	28,5	13,3
83	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	8,4	3,7
84	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	10,4	4,0
85	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	9,1	4,1
86	2	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	6,7	3,0
87	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	15,5	6,6
88	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	15,3	5,9
89	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	9,8	3,9
90	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	18,6	8,4
91	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	20,7	9,2
92	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	15,7	6,8
94	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	10,6	4,1
95	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	17,4	7,6
96	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	17,9	8,8
97	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	14,3	6,9
98	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	18,6	7,7
99	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	28,7	11,7
100	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	11,4	4,4
101	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	21,5	8,9
102	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	-0,2	-0,1
103	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	15,5	6,3
104	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	14,4	5,4
106	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LV	11,1	4,6
107	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	19,2	8,0
108	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	14,3	6,1
109	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	22,6	10,5
110	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	17,7	8,2
111	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	16,1	7,5
113	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	1,7	0,8
114	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	16,6	8,0
115	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	5,5	2,6
116	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	8,3	4,0
117	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	11,6	5,5
118	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	13,4	6,2
119	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	6,3	2,9
120	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	5,8	3,0
121	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	6,4	3,3
122	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	7,5	4,0
123	1	Clone	Brotação	2	RQ	15,3	7,3
124	1	Clone	Brotação	2	RQ	6,1	3,0

## ANEXO A – Blocos experimentais –

(Continuação)

Parcela	Região	Genética	Manejo	Rotação	Solo	RF (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	RF (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )
125	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	-0,1	0,0
126	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	-8,4	-3,9
127	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	6,1	2,8
128	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	8,1	3,7
129	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	RQ	13,3	6,4
130	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	12,3	6,5
131	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	RQ	1,5	0,7
132	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	RQ	4,2	1,9
133	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	RQ	18,0	9,1
134	1	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	RQ	11,7	4,9
135	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	2,5	1,2
136	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	8,2	4,0
137	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	13,2	6,3
138	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	-7,8	-3,6
139	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	14,2	7,0
140	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	18,4	8,6
141	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	14,3	6,3
142	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	7,6	3,4
143	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	19,6	9,0
144	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	37,5	16,9
145	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	14,7	6,3
146	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	5,1	1,9
149	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	10,7	4,9
150	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	7,9	4,0
151	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	9,5	3,8
152	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LV	23,3	10,7
153	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	LV	28,9	12,6
154	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	LV	30,9	14,2
155	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	LV	33,4	13,6
156	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	3	LV	16,6	7,3
158	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	40,6	19,1
159	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	29,8	13,5
161	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	29,2	12,9
162	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	PVA	23,2	11,3
163	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	PVA	27,2	12,5
164	1	Clone	Brotação	2	RQ	20,6	10,3
165	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	3,2	1,5
166	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	16,4	7,6
167	1	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	RQ	15,0	6,5
168	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	-0,2	-0,1

## ANEXO A – Blocos experimentais

(Conclusão)

<b>Parcela</b>	<b>Região</b>	<b>Genética</b>	<b>Manejo</b>	<b>Rotação</b>	<b>Solo</b>	<b>RF (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>)</b>	<b>RF (Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>)</b>
169	2	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	2,3	1,1
170	3	<i>E.grandis</i>	Brotação	2	LVA	8,4	3,1
171	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	LVA	6,3	2,7
172	3	<i>E.grandis</i>	Reforma	1	PVA	14,6	5,8

## ANEXO B – Análise química e granulométrica dos solos

(Continua)

PARCELA	M.O.	P	K	Ca	Mg	T	SB	V	Argila	Areia	Silte
	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	mmolc.dm <sup>-3</sup>				%				
1	19,2	9,0	0,6	1,0	0,3	79,9	1,9	2,3	5	94	2
2	21,0	4,8	0,4	3,5	0,3	67,7	4,2	6,1	6	90	3
3	21,6	8,3	0,4	0,8	0,3	85,6	1,6	1,9	10	87	3
4	15,7	6,0	0,4	6,1	0,2	65,5	6,7	9,9	6	93	1
5	16,3	8,8	0,4	0,9	0,3	67,6	1,6	2,4	12	87	1
6	19,9	12,3	0,5	2,0	0,3	53,3	2,8	5,2	8	89	3
7	15,7	9,2	0,4	2,8	0,7	51,6	3,9	7,5	6	93	1
8	21,0	9,6	0,7	9,1	0,9	49,2	10,7	21,6	19	79	2
9	14,0	7,0	0,2	24,9	0,3	50,5	25,5	50,5	7	90	3
10	15,7	13,5	0,3	5,5	0,4	59,7	6,2	10,4	8	91	1
11	16,3	6,2	0,6	1,7	0,3	67,1	2,6	3,7	8	90	2
12	18,6	6,5	0,9	6,2	0,8	73,3	7,8	10,2	10	88	2
13	18,6	12,9	0,6	4,4	0,6	73,5	5,5	7,4	9	88	3
14	21,6	15,6	0,8	5,0	0,7	79,2	6,5	8,1	19	80	2
15	19,8	10,4	0,7	14,4	1,0	64,6	16,1	24,8	16	82	2
16	16,9	15,5	0,5	7,3	1,2	59,3	9,0	15,2	13	85	1
17	12,8	6,3	0,3	3,0	0,1	46,9	3,4	7,2	6	93	1
18	21,0	9,5	0,4	10,4	0,7	69,7	11,5	17,1	14	84	1
19	21,0	13,0	0,3	9,0	1,1	74,5	10,5	14,1	11	88	1
20	22,7	31,0	0,4	9,5	1,5	78,4	11,4	14,5	12	87	1
21	21,0	12,8	0,7	10,5	1,6	71,5	12,8	17,9	16	83	1
22	14,6	7,6	0,3	6,6	0,7	55,3	7,6	13,5	10	89	1
23	16,9	6,0	0,3	13,4	0,7	69,6	14,4	20,5	16	83	1
24	14,6	12,4	0,8	2,1	1,7	61,7	4,5	7,3	17	81	2
25	16,3	22,5	0,3	1,0	1,2	166,3	2,6	92,5	17	81	2
26	18,1	8,1	0,7	20,3	2,6	58,1	23,6	40,4	11	86	3
28	13,4	27,5	0,6	7,0	1,2	53,0	8,8	16,5	9	89	2
29	14,0	13,1	0,2	3,4	1,3	51,9	4,9	9,4	8	91	1
30	12,8	5,3	0,1	4,1	0,5	50,0	4,7	9,4	8	91	1
31	15,7	6,1	0,1	8,4	1,3	51,4	9,9	19,1	7	92	1
32	12,8	13,3	0,3	3,1	0,2	49,0	3,5	7,0	6	93	1
33	12,2	21,0	0,3	12,4	0,3	48,4	12,9	26,7	5	94	1
35	14,0	13,5	0,1	4,5	0,2	37,9	4,9	12,9	13	85	2
36	15,7	6,0	0,2	1,3	0,3	55,4	1,9	3,3	16	83	1
38	14,0	18,0	0,2	2,9	0,2	42,8	3,3	7,7	8	88	4
39	15,1	18,9	0,1	5,2	0,3	46,2	5,7	12,6	10	88	2
40	14,6	10,0	0,3	11,0	0,5	36,2	11,7	32,6	8	92	1
41	12,8	10,6	0,4	5,5	0,4	43,8	6,3	14,3	8	90	2
42	10,5	12,3	0,2	3,9	0,2	43,8	4,3	9,8	6	93	1

## ANEXO B – Análise química e granulométrica dos solos

(Continuação)

PARCELA	M.O.	P	K	Ca	Mg	T	SB	V	Argila	Areia	Silte
	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	mmolc.dm <sup>-3</sup>				%				
43	12,2	22,2	0,2	6,2	0,7	35,6	7,1	19,9	6	92	2
44	11,1	13,6	0,2	3,5	0,5	40,7	4,2	10,3	8	91	1
45	10,5	6,8	0,3	8,6	1,1	43,3	10,0	23,1	4	94	2
46	12,8	15,1	0,2	5,0	0,5	42,3	5,8	13,7	6	93	1
47	12,2	9,0	0,2	6,7	0,7	42,6	7,6	17,8	5	93	2
48	12,8	5,4	0,4	2,9	0,7	41,0	4,0	9,7	4	95	1
49	12,2	7,2	0,2	3,8	0,6	43,6	4,6	10,5	4	94	2
50	12,8	11,5	0,2	5,5	0,4	48,1	6,1	13,6	10	87	3
51	13,4	5,2	0,2	1,2	0,4	58,2	1,7	3,1	13	84	3
52	10,5	4,6	0,2	19,4	0,7	44,7	20,2	45,2	7	90	3
53	10,5	14,3	0,2	1,1	0,4	48,4	1,7	3,5	10	89	1
54	12,2	4,6	0,2	2,6	0,4	61,2	3,2	5,3	12	87	1
56	13,4	12,3	0,2	1,2	0,4	57,3	1,8	3,1	15	83	2
57	12,2	5,9	0,2	2,5	0,7	56,6	3,3	5,8	13	86	1
58	16,9	7,0	0,5	5,5	1,2	60,6	7,1	11,7	15	82	3
59	25,4	8,2	0,4	13,5	1,9	64,3	15,8	24,6	14	84	2
60	15,7	27,0	0,4	7,5	1,6	61,4	9,4	15,1	13	85	2
61	14,0	21,5	1,0	11,5	4,1	53,6	16,6	30,8	12	83	5
62	12,8	4,9	0,6	14,0	3,4	42,0	18,0	42,6	9	86	5
63	16,9	5,4	0,3	3,5	0,7	50,5	4,5	9,0	9	85	6
64	16,3	14,8	0,4	3,2	0,7	61,5	4,3	6,8	13	84	3
65	18,1	13,9	0,5	1,8	0,7	66,7	2,9	4,4	9	86	5
66	19,2	18,0	0,3	1,0	0,6	69,8	1,8	2,6	12	85	2
67	17,5	6,5	0,3	2,1	0,6	67,2	3,0	4,5	10	86	3
68	23,3	6,9	0,4	1,9	0,6	66,4	2,9	4,4	11	85	4
69	18,1	8,0	0,4	1,5	0,5	56,3	2,3	4,1	7	91	2
70	16,9	5,2	0,4	2,0	0,4	67,3	2,8	4,1	6	93	1
71	13,4	17,8	0,4	3,1	0,7	69,2	4,2	5,9	12	86	2
72	16,9	8,8	0,4	1,7	0,7	63,0	2,8	4,4	6	92	2
73	12,2	17,5	0,4	3,7	0,5	55,6	4,6	8,2	6	92	2
74	14,6	19,4	0,4	1,6	0,5	65,0	2,5	3,8	9	89	2
75	15,7	18,8	0,4	0,9	0,6	67,6	1,9	2,8	4	94	2
76	15,1	10,8	0,2	1,6	0,5	66,4	2,4	3,6	10	86	4
77	17,5	12,0	0,4	1,9	0,7	65,4	2,9	4,6	10	88	2
78	18,6	6,9	0,2	3,0	0,3	63,0	3,5	5,8	11	85	4
79	14,6	5,0	0,2	10,8	0,8	53,8	11,8	21,9	11	86	2
80	12,8	8,5	0,2	6,6	0,4	55,2	7,2	12,9	9	90	1
81	20,4	8,4	0,4	2,8	0,6	73,7	3,7	5,0	12	84	4
82	16,9	8,1	0,4	2,3	0,6	68,8	3,3	4,7	10	87	3

## ANEXO B – Análise química e granulométrica dos solos ( Continuação)

PARCELA	M.O.	P	K	Ca	Mg	T	SB	V	Argila	Areia	Silte
	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	----- mmolc.dm <sup>-3</sup> -----					----- % -----			
83	12,8	16,5	0,2	0,7	0,5	60,1	1,3	2,2	11	87	2
84	14,6	6,5	0,4	3,8	0,4	61,9	4,7	7,5	11	87	1
85	17,5	16,3	0,4	5,6	0,7	56,7	6,7	11,7	10	86	3
86	16,3	19,9	0,3	3,4	0,8	57,0	4,5	7,8	11	87	1
87	30,9	8,0	0,8	1,2	2,9	139,9	4,9	3,5	36	52	12
88	44,3	5,4	0,8	1,7	1,7	142,9	4,1	2,9	46	34	20
89	39,6	12,0	1,0	3,5	1,5	152,0	6,0	4,0	41	51	8
90	23,9	21,2	0,6	2,3	1,6	93,7	4,5	4,8	20	75	5
91	51,3	26,3	0,8	2,0	1,8	158,6	4,6	2,9	68	25	7
92	53,0	9,0	0,7	2,5	0,9	166,0	4,0	2,4	62	28	10
94	37,3	13,3	0,5	1,8	1,3	128,1	3,6	2,8	66	29	6
95	40,8	9,6	0,5	1,0	2,0	129,7	3,5	2,6	48	43	9
96	28,0	17,3	0,7	3,0	2,3	57,0	6,0	10,5	24	72	4
97	26,8	11,4	0,5	2,5	1,1	72,8	4,1	5,9	27	68	4
98	19,2	9,7	0,4	2,1	1,3	54,8	3,8	6,9	17	77	6
99	45,4	10,5	0,5	1,7	1,8	142,5	4,0	2,8	57	37	6
100	39,0	12,5	0,5	2,0	2,0	112,5	4,5	4,1	58	36	6
101	37,3	6,5	0,6	1,1	1,7	104,8	3,3	3,1	39	55	6
102	31,5	21,5	0,6	2,5	2,0	98,1	5,1	5,2	39	48	13
103	32,6	12,4	0,5	2,2	2,8	90,5	5,5	6,0	43	50	8
104	29,1	6,7	0,8	1,9	3,5	82,2	6,2	7,5	37	53	10
106	35,5	13,7	0,6	1,4	1,4	127,8	3,3	2,6	52	38	10
107	43,1	6,0	0,6	0,9	2,4	95,6	3,8	4,0	62	29	9
108	30,5	8,3	0,7	1,0	0,9	71,5	2,5	3,5	22	73	5
109	10,5	5,1	0,2	1,6	0,8	23,1	2,6	10,5	8	90	2
110	13,4	9,1	0,5	12,2	0,8	31,9	13,4	39,5	6	93	1
111	28,5	6,8	0,4	5,6	0,8	37,2	6,7	17,8	7	91	2
113	14,6	7,4	0,3	2,9	0,7	45,4	3,9	8,5	4	94	2
114	15,1	4,5	0,2	8,2	0,8	41,1	9,1	22,2	5	92	3
115	18,5	4,9	0,3	4,4	0,8	50,0	5,5	10,9	4	95	1
116	16,3	4,9	0,3	7,9	0,7	37,3	8,8	23,0	4	95	1
117	18,6	7,5	0,3	5,0	0,7	53,9	5,9	10,9	5	91	4
118	16,9	7,9	0,3	4,8	0,8	47,3	5,8	12,2	8	90	2
119	14,6	11,6	0,2	5,3	0,7	40,2	6,2	15,4	8	91	1
120	13,4	4,9	0,2	5,1	0,8	31,4	6,1	19,5	6	92	2
121	11,7	5,4	0,5	4,0	0,9	37,3	5,3	14,3	6	91	3
122	12,2	5,9	0,7	3,2	0,8	38,2	4,7	12,3	7	89	4
123	12,8	6,7	0,5	5,5	1,0	39,5	7,0	18,0	10	89	1
124	13,4	4,7	0,4	2,5	0,8	42,1	3,6	8,6	8	90	2
125	11,1	5,4	0,3	5,3	0,7	41,3	6,3	15,2	12	86	2

## ANEXO B – Análise química e granulométrica dos solos ( Continuação)

PARCELA	M.O.	P	K	Ca	Mg	T	SB	V	Argila	Areia	Silte
	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	mmolc.dm <sup>-3</sup>				%				
126	14,0	5,5	0,3	3,9	1,1	40,8	5,3	12,8	12	86	2
127	13,4	4,5	0,5	4,9	0,9	37,5	6,2	16,7	6	93	1
128	12,2	13,4	0,4	2,5	0,7	35,7	3,7	10,3	6	93	1
129	15,1	4,7	0,3	2,6	0,9	48,8	3,8	7,7	11	87	2
130	12,8	3,7	0,4	2,0	1,0	44,3	3,3	7,4	12	85	2
131	14,0	4,6	0,3	5,1	1,1	56,9	6,4	11,3	10	89	1
132	15,1	4,2	0,3	2,0	0,7	51,5	3,0	5,9	7	92	1
133	17,5	4,1	0,4	2,5	0,7	47,1	3,6	7,6	8	90	2
134	14,6	4,5	0,4	1,8	0,7	42,8	2,8	6,5	11	88	2
135	15,7	8,7	0,6	8,0	2,5	45,6	11,1	24,1	15	79	6
136	16,3	6,5	0,4	1,8	0,5	48,2	2,7	5,6	12	84	4
137	12,2	7,2	0,4	4,4	0,4	40,3	5,3	13,0	11	86	3
138	11,1	8,1	0,4	3,0	0,8	34,8	4,3	12,1	9	87	3
139	11,7	4,7	0,4	0,8	0,6	40,3	1,8	4,4	11	85	4
140	16,9	6,6	0,3	3,0	0,4	51,7	3,7	7,2	12	84	4
141	20,4	7,2	0,4	2,1	0,5	47,5	3,0	6,4	14	83	3
142	18,1	7,0	0,4	2,6	0,6	57,7	3,5	6,0	14	83	3
143	19,8	8,6	0,3	3,0	0,3	55,3	3,5	6,4	8	91	1
144	18,1	10,0	0,5	3,0	0,4	53,9	3,9	7,3	10	88	2
145	22,1	6,7	0,4	2,1	0,5	67,2	3,0	4,5	10	87	3
146	20,4	6,1	0,4	8,0	1,0	54,3	9,3	17,1	24	72	4
149	14,6	6,5	0,3	5,6	2,4	44,0	8,3	18,9	18	80	2
150	16,3	6,0	0,3	3,0	1,3	50,2	4,7	9,3	16	83	1
151	16,9	5,9	0,5	3,0	1,1	57,0	4,5	7,9	15	82	3
152	33,2	7,1	0,6	0,7	0,6	96,2	1,9	2,0	42	50	8
153	37,3	5,7	0,6	0,7	1,5	100,8	2,8	2,8	48	47	5
154	36,0	4,7	0,4	1,0	0,9	103,8	2,3	2,2	46	51	3
155	42,0	6,7	0,6	2,3	1,8	112,7	4,7	4,2	54	41	5
156	39,6	6,0	0,6	1,0	1,0	125,3	2,5	2,0	52	43	5
158	55,3	5,0	0,7	1,1	0,7	142,1	2,6	1,8	63	31	6
159	30,3	5,0	0,4	1,3	0,6	100,4	2,4	2,4	26	71	3
161	26,8	10,8	0,7	1,4	0,8	92,6	2,9	3,1	24	72	4
162	21,0	7,3	0,5	1,5	0,5	58,2	2,4	4,1	9	89	1
163	23,9	5,5	0,5	1,3	0,6	65,3	2,3	3,4	21	75	4
164	17,5	9,4	0,4	6,6	0,4	51,3	7,3	14,0	8	91	1
165	12,8	6,7	0,4	1,4	0,3	36,6	2,1	5,7	6	89	5
166	15,1	6,0	0,5	5,0	0,5	35,4	5,9	16,5	6	93	1
167	17,5	8,9	0,3	5,1	0,3	48,3	5,8	11,9	6	91	3
168	16,3	6,4	0,4	6,1	0,5	47,0	7,0	15,2	12	85	3
169	15,0	5,5	0,4	3,1	0,4	42,9	3,9	9,1	11	87	2

ANEXO B – Análise química e granulométrica dos solos (Conclusão)

PARCELA	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P mg.dm <sup>-3</sup>	K -----	Ca mmolc.dm <sup>-3</sup>	Mg -----	T -----	SB -----	V -----	Argila %	Areia -----	Silte -----
170	33,8	6,0	0,4	1,0	1,1	96,9	2,4	2,5	37	51	12
171	32,8	10,0	1,0	1,0	1,3	95,3	3,3	3,5	38	50	12
172	45,4	14,3	0,8	1,4	3,4	39,8	5,5	13,7	48	43	9

## ANEXO C – Análise química foliar

(Continua)

PARCELA	Gêmea						Testemunha					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg <sup>-1</sup>												
1	19	1,1	8,1	4,5	1,9	1,5	18	1,1	8,4	4,8	1,5	1,5
3	19	0,9	8,0	4,7	2,0	1,7	20	0,9	7,6	4,0	1,7	1,7
4	19	1,1	8,1	5,4	1,8	1,4	18	1,0	6,6	6,7	1,1	1,4
5	21	1,2	7,0	5,5	1,8	1,8	21	1,0	6,2	5,8	1,7	1,5
6	17	0,9	7,5	6,3	2,0	1,5	18	0,9	6,4	6,5	1,9	1,3
7	23	1,2	6,7	6,3	2,6	1,5	21	1,1	6,9	7,0	2,1	1,5
8	23	1,1	7,1	5,9	2,2	1,5	22	1,1	8,1	6,4	1,9	1,4
9	19	1,1	9,6	4,3	1,1	1,3	21	1,0	8,7	7,5	1,5	1,3
10	22	1,3	9,1	5,6	2,1	1,5	23	1,1	9,1	6,7	1,9	1,5
11	19	1,1	6,6	5,7	1,4	1,7	18	1,1	6,5	6,2	1,3	1,8
12	22	1,1	9,1	6,2	1,7	1,4	19	0,9	6,6	6,7	1,1	1,4
13	20	1,2	8,3	4,2	1,6	1,5	25	1,2	7,4	7,0	1,9	1,5
15	17	1,1	7,2	7,0	1,6	1,8	17	0,9	6,0	6,1	1,3	1,7
16	18	1,0	7,2	3,2	1,3	1,7	19	1,1	7,4	4,0	1,5	1,5
17	17	1,1	8,3	3,5	1,7	1,5	19	1,1	6,7	6,9	2,6	1,5
18	23	1,3	8,6	5,7	1,8	2,0	21	1,2	6,6	6,3	1,2	2,0
19	21	1,0	7,0	6,0	1,7	1,9	20	1,1	6,1	6,5	1,5	1,7
21	22	1,1	6,6	6,5	1,7	1,8	23	1,0	6,1	6,4	1,3	1,6
22	21	1,3	8,9	6,5	1,5	1,8	21	1,1	7,3	6,0	1,6	1,8
23	23	1,3	7,0	7,0	2,3	1,8	23	1,2	6,2	6,9	1,9	1,8
24	24	1,1	8,1	4,5	2,6	2,0	23	1,2	8,6	4,2	2,2	2,0
25	22	1,0	8,7	4,5	2,1	1,8	21	1,0	8,3	5,1	1,9	1,5
26	22	1,1	9,1	4,7	2,0	1,8	24	1,1	8,5	5,2	2,3	1,7
28	21	1,3	9,4	5,5	1,7	1,8	21	1,1	6,7	6,3	1,8	1,9
29	21	1,1	8,0	5,6	2,1	1,6	26	1,2	6,0	5,9	1,9	1,4
30	21	1,2	6,6	4,7	1,3	1,9	22	0,9	5,1	5,2	1,2	1,7
31	21	1,2	9,0	6,9	1,4	1,8	25	1,1	6,7	6,8	1,7	1,8
32	21	1,1	8,4	6,5	2,2	1,5	25	1,0	7,4	7,3	1,6	1,3
33	22	1,1	8,3	5,9	1,7	1,4	20	0,9	7,6	8,2	1,4	1,3
35	24	1,1	8,0	5,6	1,7	1,4	22	1,0	6,6	4,7	1,5	1,3
36	23	1,1	8,0	5,5	1,5	1,5	23	1,1	7,0	6,2	1,7	1,4
38	21	1,0	7,1	6,2	1,9	1,6	22	1,1	8,0	7,0	1,6	1,4
39	21	1,0	6,1	6,2	1,8	1,6	21	1,0	6,0	9,0	1,3	1,3
40	23	1,2	8,8	7,0	1,7	1,5	25	1,2	7,1	6,1	1,3	1,6
41	20	1,1	8,0	7,1	1,9	1,4	22	1,0	8,0	7,2	1,3	1,4
42	19	1,0	8,1	4,9	1,6	1,1	18	1,0	7,2	6,9	1,4	1,3
43	18	0,9	8,3	7,2	2,0	1,4	19	0,9	7,2	9,0	1,3	1,3
44	22	1,2	9,7	5,6	1,5	1,4	20	0,9	6,7	10,2	1,4	1,3

## ANEXO C – Análise química foliar (Continuação)

PARCELA	Gêmea						Testemunha					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	MG	S
g.kg <sup>-1</sup>												
45	22	1,2	7,4	5,9	2,4	1,3	25	1,3	6,0	7,6	1,8	1,6
46	22	1,2	7,8	4,9	1,9	1,4	21	1,1	6,2	7,2	2,0	1,3
47	24	1,1	7,6	4,0	2,2	1,6	24	1,2	5,8	5,2	1,4	1,4
48	24	1,0	5,3	6,3	2,3	1,3	25	1,2	5,0	8,4	1,9	1,4
49	22	1,1	8,3	5,3	1,9	1,3	18	0,9	6,7	6,8	1,4	1,4
50	20	1,0	6,9	5,9	1,2	1,4	18	1,0	5,1	6,2	0,9	1,3
51	21	0,9	5,5	4,4	1,7	1,1	18	1,0	4,8	5,7	1,0	1,3
52	17	0,8	6,7	6,2	1,3	1,1	18	1,1	5,9	8,5	1,3	0,9
54	19	0,8	5,6	4,6	1,4	0,9	16	0,8	4,3	7,2	1,2	0,9
56	19	0,8	6,0	4,7	1,6	1,0	16	0,7	5,4	7,2	0,9	0,9
57	20	1,0	6,6	6,3	1,6	1,1	18	0,8	4,9	7,4	1,3	1,0
58	20	0,8	5,5	5,9	3,0	1,0	20	0,8	4,4	7,4	1,8	1,1
59	21	1,2	5,3	6,5	2,6	1,0	23	0,9	6,4	7,1	2,0	1,2
60	19	1,0	5,5	4,3	1,9	1,0	17	0,8	5,3	5,4	1,4	1,0
61	19	0,7	8,0	5,0	1,6	1,3	20	1,1	6,9	6,6	2,0	1,1
62	20	1,4	7,2	6,9	1,7	1,2	19	1,0	7,3	7,5	1,9	1,3
63	20	0,9	5,4	4,9	2,0	1,4	18	0,8	5,0	7,8	1,6	1,3
64	21	1,1	6,0	5,3	1,9	1,0	20	1,0	6,7	7,8	1,1	1,0
65	23	1,1	6,2	4,5	1,8	1,3	18	0,8	6,0	7,7	1,1	1,1
70	18	0,6	5,2	5,2	1,3	1,0	16	0,6	4,0	5,5	1,0	0,8
71	19	1,0	4,7	6,2	2,0	0,9	17	1,0	3,9	7,0	1,3	1,1
73	20	0,7	6,1	5,4	1,9	1,3	18	0,8	5,0	5,0	1,1	1,1
74	19	0,7	5,0	5,7	1,3	1,1	18	0,7	3,3	6,0	1,1	1,1
75	21	0,9	6,6	3,5	1,9	1,3	18	0,8	4,5	4,9	1,9	1,1
76	19	0,9	5,5	6,4	1,9	1,1	20	0,8	4,9	7,2	1,5	0,9
77	22	1,1	5,8	7,1	2,2	1,1	17	0,8	4,7	7,5	1,5	1,0
78	20	1,1	4,9	5,8	1,9	1,0	15	0,9	5,6	6,6	1,2	1,0
79	23	1,0	6,0	4,5	2,0	1,2	20	1,0	6,8	6,9	1,0	1,2
80	21	1,0	5,4	6,2	1,8	1,2	19	1,0	5,2	9,2	1,9	1,1
81	18	1,0	6,6	6,3	1,6	1,3	17	0,8	5,5	5,7	1,1	1,0
82	20	1,0	6,2	5,6	1,4	1,2	21	0,9	5,7	5,2	1,2	1,1
84	22	1,1	5,9	5,7	1,7	1,1	20	1,0	4,0	5,7	2,1	1,2
85	23	1,2	6,0	7,8	1,9	1,2	23	1,1	4,9	6,2	1,6	1,3
87	18	0,8	4,4	5,1	2,5	1,0	20	1,2	5,3	3,9	2,5	1,2
88	19	1,0	3,7	3,8	2,1	1,3	18	0,9	4,0	3,9	3,1	1,3
89	18	0,9	5,6	6,8	2,2	1,2	16	0,7	5,3	6,1	1,9	1,1
90	20	1,1	5,1	4,1	2,0	1,0	18	1,0	4,1	5,7	2,6	1,1
91	17	0,9	4,4	4,0	2,4	1,0	17	0,8	4,5	5,0	1,9	1,1
92	18	1,2	5,3	4,8	2,0	1,0	20	0,8	4,5	5,2	1,7	1,2

## ANEXO C – Análise química foliar

(Continuação)

PARCELA	Gêmea						Testemunha					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg <sup>-1</sup>												
94	20	1,2	5,7	4,7	2,1	1,2	21	1,0	5,4	5,8	2,5	1,2
95	19	0,8	4,8	4,4	2,6	1,0	18	0,9	4,7	5,3	2,4	1,0
96	19	0,9	4,7	3,8	2,3	1,1	19	0,9	3,7	4,3	1,8	1,0
97	19	0,9	5,1	2,9	2,0	1,3	20	1,0	3,9	3,0	2,8	1,2
98	16	0,9	3,4	4,4	2,6	1,0	20	0,9	3,5	3,9	2,0	1,2
99	22	1,2	3,7	4,7	2,3	1,1	21	1,2	3,1	4,2	2,0	1,0
100	19	0,9	4,4	5,7	2,0	1,0	18	1,2	3,6	5,0	2,4	0,9
101	22	1,0	3,1	3,1	2,2	0,9	20	1,0	3,2	4,3	2,8	0,9
102	17	0,8	4,0	3,8	2,3	1,0	18	0,8	4,7	5,3	2,4	1,1
103	19	0,9	4,0	5,5	1,8	1,3	20	0,9	4,0	4,0	2,5	1,4
104	20	0,9	4,3	4,1	2,5	1,2	16	0,9	4,7	3,5	3,0	1,0
106	19	1,0	3,8	4,7	2,2	1,4	17	0,8	4,4	5,1	2,3	1,2
108	21	0,9	4,7	4,7	1,8	1,4	18	0,7	4,4	4,5	2,4	1,2
111	21	0,9	3,7	5,6	1,8	1,2	19	0,8	4,0	7,0	1,5	1,3
113	21	1,0	5,2	4,3	2,1	1,7	23	1,0	5,1	5,2	1,6	1,5
115	23	1,0	4,7	5,1	1,5	1,5	18	0,8	3,7	6,9	1,4	1,3
117	19	1,1	6,2	5,1	1,4	1,5	16	0,8	6,0	7,0	1,6	1,3
118	22	1,1	6,9	6,4	1,9	1,4	26	1,1	4,9	6,1	1,4	1,5
120	21	1,1	6,4	4,7	1,1	1,5	19	0,9	6,6	5,2	1,1	1,3
121	21	1,1	6,5	4,2	1,2	1,5	17	0,8	4,9	7,2	1,9	1,3
122	18	1,2	6,4	5,7	1,2	1,3	22	1,2	6,6	4,4	1,4	1,5
123	21	1,6	5,8	6,0	1,4	1,7	20	1,1	6,0	6,9	1,2	1,5
124	24	1,4	6,1	5,7	1,2	1,1	19	1,1	5,1	6,1	1,1	1,1
125	20	1,1	7,0	4,6	0,8	1,2	19	0,8	4,0	4,7	1,2	1,0
126	21	0,8	4,9	3,2	1,3	1,2	20	0,9	6,0	4,3	1,4	1,2
130	19	0,9	5,1	4,6	1,8	1,1	19	0,8	4,3	7,4	1,4	1,1
133	16	0,6	3,9	4,4	1,5	1,0	22	0,7	3,8	4,4	1,3	1,0
134	21	0,8	5,1	4,1	1,5	1,0	18	0,8	6,0	5,0	1,6	1,0
135	20	0,8	4,9	4,5	1,5	1,3	23	1,1	4,6	5,7	1,8	1,1
136	21	0,9	5,3	5,9	2,0	1,1	16	0,8	4,0	6,6	1,2	1,0
137	20	0,9	4,6	6,0	1,6	1,3	16	0,8	4,0	6,8	1,1	1,0
138	18	0,7	4,2	5,1	1,7	1,1	20	0,7	4,5	5,6	1,2	1,0
139	17	0,9	5,9	3,9	1,8	1,0	22	0,9	6,9	4,2	1,3	1,0
140	21	0,9	5,2	4,3	1,4	1,1	19	0,7	4,5	6,8	1,0	1,0
141	22	0,9	4,7	5,0	1,7	1,1	18	0,7	4,1	5,0	1,4	1,0
142	19	1,1	5,1	4,7	1,9	1,1	20	1,3	7,0	4,5	1,6	1,0
143	19	0,8	4,4	4,9	1,5	1,1	20	0,7	3,6	6,1	1,2	1,0
144	21	1,0	6,6	6,1	1,5	1,0	24	0,9	4,9	5,7	1,2	1,0
145	21	0,7	4,9	5,4	1,0	1,1	19	0,9	4,1	5,4	1,2	1,0

## ANEXO C – Análise química foliar

(Conclusão)

PARCELA	Gêmea						Testemunha					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg <sup>-1</sup>												
146	16	0,6	3,7	5,3	1,4	1,0	16	0,7	4,3	4,9	1,3	1,0
149	17	0,7	3,9	6,0	1,9	1,1	19	0,7	5,1	4,9	1,7	1,2
152	15	0,7	4,5	4,1	1,7	1,0	18	0,8	4,4	7,4	2,3	0,9
153	13	0,7	3,0	4,1	2,0	1,0	14	0,7	2,8	6,8	2,3	1,0
154	15	0,7	3,8	4,7	2,0	1,0	14	0,6	3,6	3,8	1,6	1,0
155	17	0,8	3,2	4,2	2,1	1,0	20	0,8	3,1	5,3	2,5	1,3
156	17	0,7	4,0	3,8	2,2	1,0	19	0,8	3,8	4,3	1,8	1,0
158	20	0,8	4,1	4,0	1,7	1,1	14	0,7	3,6	4,3	1,4	1,0
161	14	0,8	4,2	5,7	2,6	1,0	17	0,8	3,7	3,5	2,0	1,0
162	20	0,9	3,8	4,4	1,8	1,1	18	0,7	3,6	3,8	1,2	1,0
163	19	0,8	3,9	4,6	1,5	1,1	19	0,7	3,8	6,4	1,3	1,0
164	21	1,0	6,0	5,0	1,4	1,3	20	0,8	4,7	5,3	1,1	1,0
166	22	1,1	5,5	3,8	1,2	1,2	19	1,0	5,8	4,7	0,9	1,2
167	24	1,1	6,3	5,8	1,2	1,3	23	1,0	5,7	6,1	1,2	1,2
168	16	0,8	4,5	5,8	0,9	1,1	17	0,7	4,7	7,2	1,2	1,1
169	17	0,7	4,6	9,2	1,7	1,1	17	0,7	5,5	7,2	1,0	1,1
170	19	1,1	6,6	4,0	1,7	1,1	16	0,9	5,5	3,6	1,3	1,0
171	17	1,1	4,7	4,1	2,2	1,0	16	0,9	5,2	4,9	2,2	1,0
172	17	1,0	5,5	6,4	2,1	1,0	18	1,6	5,2	9,5	4,0	1,3

## ANEXO D – balanço hídrico anual (jan/03 – jul/07)

(Continua)

Parcela	T média °C	CAD	mm			
			PPT	ETP	ETR	DEF
1	21,5	100	1314	1072	900	172
2	21,5	100	1314	1072	900	172
3	21,5	100	1314	1072	900	172
4	21,5	100	1314	1072	900	172
5	21,5	100	1314	1072	900	172
6	21,5	100	1314	1072	900	172
7	21,5	100	1314	1072	900	172
8	21,5	150	1314	1072	932	141
9	23,0	100	1205	1216	925	291
10	23,0	100	1205	1216	925	291
11	23,0	100	1205	1216	925	291
12	23,0	100	1205	1216	925	291
13	23,0	100	1205	1216	925	291
14	23,0	150	1205	1216	966	250
15	23,0	150	1205	1216	966	250
16	23,0	100	1205	1216	925	291
17	23,0	100	1205	1216	925	291
18	23,0	100	1205	1216	925	291
19	23,0	100	1205	1216	925	291
20	23,0	100	1205	1216	925	291
21	23,0	150	1205	1216	966	250
22	23,0	100	1205	1216	925	291
23	23,0	150	1205	1216	966	250
24	23,0	150	1205	1216	966	250
25	23,0	150	1205	1216	966	250
26	23,0	100	1205	1216	925	291
28	23,0	100	1205	1216	925	291
29	23,0	100	1205	1216	925	291
30	23,0	100	1205	1216	925	291
31	23,0	100	1205	1216	925	291
32	20,5	100	1379	996	862	134
33	20,5	100	1379	996	862	134
35	20,5	100	1379	996	862	134
36	20,5	150	1379	996	888	107
38	20,5	100	1379	996	862	134
39	20,5	100	1379	996	862	134
40	20,5	100	1379	996	862	134
41	20,5	100	1379	996	862	134
42	20,5	100	1379	996	862	134
43	20,5	100	1379	996	862	134
44	20,5	100	1379	996	862	134
45	20,5	100	1379	996	862	134
46	20,5	100	1379	996	862	134
47	20,5	100	1379	996	862	134
48	20,5	100	1379	996	862	134
49	20,5	100	1379	996	862	134
50	20,8	100	1502	1036	966	70

## ANEXO D – Balanço hídrico anual (jan/03 – jul/07) (Continuação)

Parcela	T média °C	CAD	----- mm -----			
			PPT	ETP	ETR	DEF
51	20,8	100	1502	1036	966	70
52	20,8	100	1502	1036	966	70
53	20,8	100	1502	1036	966	70
54	20,8	100	1502	1036	966	70
56	20,8	100	1502	1036	966	70
57	20,8	100	1502	1036	966	70
58	20,8	100	1502	1036	966	70
59	20,8	100	1502	1036	966	70
60	20,8	100	1502	1036	966	70
61	20,8	100	1502	1036	966	70
62	20,8	100	1502	1036	966	70
63	21,7	100	1338	1085	986	99
64	21,7	100	1338	1085	986	99
65	21,7	100	1338	1085	986	99
66	21,7	100	1338	1085	986	99
67	21,7	100	1338	1085	986	99
68	21,7	100	1338	1085	986	99
69	21,7	100	1338	1085	986	99
70	21,7	100	1338	1085	986	99
71	21,7	100	1338	1085	986	99
72	21,7	100	1338	1085	986	99
73	21,7	100	1338	1085	986	99
74	21,7	100	1338	1085	986	99
75	21,7	100	1338	1085	986	99
76	21,7	100	1338	1085	986	99
77	21,7	100	1338	1085	986	99
78	21,7	100	1338	1085	986	99
79	21,7	100	1338	1085	986	99
80	21,7	100	1338	1085	986	99
81	21,7	100	1338	1085	986	99
82	21,7	100	1338	1085	986	99
83	21,7	100	1338	1085	986	99
84	21,7	100	1338	1085	986	99
85	21,7	100	1338	1085	986	99
86	21,7	100	1338	1085	986	99
87	17,2	200	1631	830	809	21
88	17,2	200	1631	830	809	21
89	17,2	200	1631	830	809	21
90	17,2	150	1631	830	804	26
91	17,2	200	1631	830	809	21
92	17,2	200	1631	830	809	21
94	17,2	200	1631	830	809	21
95	17,2	200	1631	830	809	21
96	17,2	150	1631	830	804	26
97	17,2	150	1631	830	804	26
98	17,2	150	1631	830	804	26
99	17,2	200	1631	830	809	21

## ANEXO D – Balanço hídrico anual (jan/03 – jul/07) (Continuação)

Parcela	T média °C	CAD	----- mm -----			
			PPT	ETP	ETR	DEF
100	17,2	200	1631	830	809	21
101	17,2	200	1631	830	809	21
102	17,2	200	1631	830	809	21
103	17,2	200	1631	830	809	21
104	17,2	200	1631	830	809	21
106	17,2	200	1631	830	809	21
107	17,2	200	1631	830	809	21
108	17,2	150	1631	830	804	26
109	22,4	100	1481	1144	973	170
110	22,4	100	1481	1144	973	170
111	22,4	100	1481	1144	973	170
113	21,5	100	1314	1072	900	172
114	21,5	100	1314	1072	900	172
115	21,5	100	1314	1072	900	172
116	21,5	100	1314	1072	900	172
117	21,5	100	1314	1072	900	172
118	21,5	100	1314	1072	900	172
119	21,5	100	1314	1072	900	172
120	23,0	100	1205	1216	925	291
121	23,0	100	1205	1216	925	291
122	23,0	100	1205	1216	925	291
123	23,0	100	1205	1216	925	291
124	23,0	100	1205	1216	925	291
125	23,0	100	1205	1216	925	291
126	23,0	100	1205	1216	925	291
127	20,5	100	1379	996	862	134
128	20,5	100	1379	996	862	134
129	20,5	100	1379	996	862	134
130	20,5	100	1379	996	862	134
131	20,5	100	1379	996	862	134
132	20,5	100	1379	996	862	134
133	20,5	100	1379	996	862	134
134	20,5	100	1379	996	862	134
135	20,8	100	1502	1036	966	70
136	20,8	100	1502	1036	966	70
137	20,8	100	1502	1036	966	70
138	20,8	100	1502	1036	966	70
139	20,8	100	1502	1036	966	70
140	20,8	100	1502	1036	966	70
141	20,8	100	1502	1036	966	70
142	20,8	100	1502	1036	966	70
143	21,7	100	1338	1085	986	99
144	21,7	100	1338	1085	986	99
145	21,7	100	1338	1085	986	99
146	21,7	150	1338	1085	1008	76
149	21,7	150	1338	1085	1008	76
150	21,7	150	1338	1085	1008	76

ANEXO D – Balanço hídrico anual (jan/03 – jul/07)						(Conclusão)
Parcela	T média °C	CAD	PPT	ETP	ETR	DEF
			----- mm -----			
151	21,7	100	1338	1085	986	99
152	17,2	200	1631	830	809	21
153	17,2	200	1631	830	809	21
154	17,2	200	1631	830	809	21
155	17,2	200	1631	830	809	21
156	17,2	200	1631	830	809	21
158	17,2	200	1631	830	809	21
159	17,2	150	1631	830	804	26
161	17,2	150	1631	830	804	26
162	17,2	150	1631	830	804	26
163	17,2	100	1631	830	804	26
164	22,4	100	1481	1144	973	170
165	23,0	100	1205	1216	925	291
166	20,5	100	1379	996	862	134
167	20,5	100	1379	996	862	134
168	21,7	100	1338	1085	986	99
169	21,7	150	1338	1085	1008	76
170	17,2	200	1631	830	809	21
171	17,2	200	1631	830	809	21
172	17,2	200	1631	830	809	21

## ANEXO E – Dados da cubagem dos blocos experimentais

(Continua)

Parcela	Gêmea				Testemunha				Ht	Hbc		
	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc				
	----- cm -----				----- cm -----				---- m ----			
1	14,5	13,3	6,3	5,5	21,9	17,5	13,3	12,3	5,7	4,9	20,2	16,5
3	17,9	16,2	5,4	4,6	27,1	23,8	16,4	15,0	5,6	4,7	25,8	22,2
4	19,3	18,0	6,6	6,0	29,6	24,6	19,1	17,7	6,7	6,0	30,0	25,4
5	18,3	17,3	5,6	5,3	27,4	23,5	17,5	16,6	6,5	5,7	27,5	23,0
6	18,2	16,5	6,0	4,8	26,4	23,0	18,4	16,7	6,2	5,3	26,1	22,0
7	17,7	16,7	6,2	5,3	26,4	22,9	18,5	17,3	7,5	6,7	25,9	21,6
8	16,4	15,4	4,3	3,7	26,3	24,4	16,6	15,5	5,2	4,6	26,8	23,6
9	19,8	18,0	6,4	5,6	25,0	22,0	17,5	16,6	7,4	6,5	25,6	21,4
10	21,1	20,1	7,2	6,3	28,2	24,4	19,1	18,3	5,3	4,6	26,9	23,5
11	16,4	15,3	7,5	6,7	26,0	21,0	16,2	15,2	6,2	5,5	26,3	22,4
12	17,7	16,9	6,6	5,6	28,8	24,9	18,6	17,3	7,1	6,4	29,3	23,9
13	18,8	17,0	6,6	5,6	26,1	21,8	15,9	15,2	6,7	5,8	25,5	21,3
15	17,7	15,8	5,3	4,6	26,4	22,2	16,6	15,1	5,7	4,8	26,0	22,4
16	18,1	16,8	6,6	5,7	25,9	21,7	18,4	17,0	5,7	5,0	26,4	22,2
17	20,2	19,3	7,3	6,2	27,4	23,3	18,1	16,6	7,3	6,6	26,8	21,3
18	18,3	16,7	6,8	6,0	26,8	22,5	18,1	16,3	7,0	6,2	24,9	20,6
19	18,8	17,6	5,8	5,3	28,5	24,3	18,0	17,5	5,6	5,1	29,2	24,6
21	17,6	16,3	5,9	5,3	27,8	23,2	18,7	17,3	6,4	5,7	28,0	24,0
22	20,1	18,0	7,1	6,1	27,3	22,9	19,1	16,9	6,3	5,4	27,5	23,5
23	20,0	19,1	8,4	7,4	28,4	23,0	18,4	17,5	6,7	5,8	27,8	23,3
24	18,3	17,3	7,6	6,5	27,9	23,0	18,7	17,7	6,0	5,1	28,3	24,5
25	18,6	17,0	6,4	6,0	27,5	23,0	18,1	16,4	6,8	5,9	27,5	22,7
26	18,6	17,0	6,2	5,6	27,7	22,5	19,9	17,7	5,9	5,0	27,6	23,4
28	17,8	16,4	5,5	4,7	26,6	22,7	17,5	16,0	5,3	4,6	27,7	23,6
29	18,7	17,3	6,0	5,3	26,3	21,8	17,2	16,0	6,6	5,8	20,4	26,3
30	17,8	16,6	6,8	5,8	24,8	19,5	17,0	15,7	6,0	5,3	25,5	21,6
31	17,3	15,9	7,1	6,3	25,7	20,8	17,4	16,0	6,8	5,9	26,3	21,1
32	18,2	17,0	6,0	5,3	26,2	22,8	18,3	17,2	5,1	4,5	26,5	23,8
33	18,0	16,8	4,2	3,7	24,5	22,1	16,6	15,3	5,1	4,5	24,4	21,4
35	18,0	16,8	5,4	4,8	26,0	23,2	17,2	15,5	4,9	4,5	25,4	22,3
36	16,8	15,6	5,2	4,8	26,0	23,1	16,6	15,5	5,4	5,3	26,7	22,7
38	18,2	16,5	5,9	5,4	25,3	21,2	18,4	16,8	6,3	5,5	25,0	21,3
39	17,7	16,4	5,9	5,0	25,0	21,5	16,7	14,8	5,9	5,2	22,6	18,9
40	16,8	15,6	5,3	4,8	26,5	22,9	16,4	14,9	5,1	4,6	25,6	22,3
41	17,9	16,6	5,8	5,2	27,0	23,3	18,2	16,6	5,7	5,1	27,4	24,2
42	18,1	16,9	4,6	4,1	25,3	22,6	15,3	14,2	5,1	4,6	24,0	20,8
43	19,4	18,2	4,9	4,4	28,0	25,3	17,8	16,1	5,4	4,7	26,2	22,7
44	17,0	15,8	4,9	4,3	26,7	23,1	16,7	15,2	5,6	5,0	26,5	23,2
45	19,9	18,5	5,9	5,3	28,4	23,7	17,1	15,7	5,6	5,0	25,0	21,0
46	20,2	18,7	5,8	5,2	26,4	24,0	16,9	15,7	6,7	6,0	24,1	19,6
47	21,8	19,9	5,3	4,6	29,0	25,5	17,1	15,5	6,3	5,6	24,9	20,1
48	18,1	17,0	6,6	6,0	27,0	22,7	17,0	15,9	5,1	4,5	27,1	24,0
49	19,3	18,0	5,9	5,3	29,3	24,9	16,7	15,6	5,4	4,8	27,8	24,2

## ANEXO E – Dados da cubagem dos blocos experimentais (Continuação)

Parcela	Gêmea				Testemunha							
	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc
	cm				m		cm				m	
50	20,9	19,5	5,8	5,2	26,6	23,3	18,2	17,0	5,8	5,2	26,8	22,5
51	20,6	19,1	5,6	4,9	28,1	25,0	17,3	16,3	5,2	4,8	23,6	20,0
52	20,0	18,6	5,4	4,9	26,8	23,0	18,3	16,7	4,9	4,3	25,7	23,0
54	21,2	19,5	8,6	6,7	29,4	23,0	19,1	17,8	5,6	5,1	26,5	23,0
56	18,8	17,3	5,6	5,2	27,8	23,8	18,5	17,0	7,6	7,0	27,2	22,9
57	17,4	16,4	5,6	5,0	27,8	24,0	15,9	14,9	5,9	5,5	25,5	21,6
58	20,4	18,3	7,1	6,3	27,4	22,0	19,7	18,3	8,6	7,8	25,8	19,6
59	21,3	19,7	9,4	8,8	27,4	20,0	19,7	18,1	7,2	6,3	25,1	19,5
60	20,2	18,6	7,6	6,8	23,4	21,5	20,1	18,6	8,9	8,1	25,5	20,3
61	18,5	16,7	5,5	4,8	27,8	24,0	18,5	16,9	7,9	7,2	26,3	20,5
62	17,2	15,7	5,2	4,5	21,5	18,0	17,1	15,8	4,8	4,2	23,0	19,6
63	21,5	19,8	6,1	5,6	29,1	24,7	18,8	17,3	5,2	4,6	27,4	24,5
64	20,4	19,3	7,5	6,8	25,5	22,8	17,6	16,1	6,1	5,4	26,0	21,8
65	20,8	19,8	6,1	6,0	29,2	26,3	20,2	19,0	6,4	5,9	28,2	25,3
69	21,4	20,3	6,0	5,3	28,5	25,0	18,2	16,4	5,2	4,4	24,7	22,0
71	19,5	18,3	5,7	5,0	27,8	24,6	17,3	16,2	6,2	5,7	27,0	22,5
73	21,0	19,5	6,0	5,4	31,0	27,0	18,7	17,4	5,7	5,2	29,0	25,1
74	20,1	19,0	7,3	6,6	27,0	23,7	18,1	16,8	6,9	5,9	25,7	21,1
75	21,2	20,0	7,5	6,8	30,6	25,2	19,4	18,4	5,5	4,8	28,5	24,4
76	19,4	18,0	6,3	5,7	27,7	23,1	17,6	16,2	6,7	6,1	25,3	20,6
77	19,0	17,3	6,9	6,3	28,2	22,7	16,8	14,7	5,9	5,4	26,3	22,0
78	18,5	17,1	5,5	5,0	26,8	23,0	17,6	16,4	5,9	5,4	24,9	20,2
79	22,1	20,6	7,2	6,6	35,0	29,1	24,0	22,8	8,7	8,1	34,2	27,0
80	18,8	17,1	6,8	6,2	28,6	23,5	18,5	17,0	6,3	5,8	28,0	23,3
81	18,5	16,4	5,8	5,2	25,5	20,5	18,1	16,6	5,4	4,9	24,3	20,5
82	18,2	16,5	6,7	6,0	25,3	20,0	17,2	15,9	6,1	5,4	23,6	19,5
84	21,8	20,1	6,8	6,5	25,4	21,7	21,9	20,1	7,0	6,2	25,9	22,0
85	18,0	16,4	5,1	4,4	23,0	20,0	17,9	16,6	5,6	4,9	24,0	21,0
87	20,5	19,1	5,7	5,2	30,5	26,0	19,7	18,4	6,9	6,2	28,1	23,6
88	21,2	19,7	7,1	6,3	30,8	25,8	20,9	19,4	6,1	5,5	31,1	25,4
89	19,9	18,8	6,0	5,3	30,3	25,7	20,0	19,0	6,7	6,1	30,7	25,1
90	21,6	19,8	6,0	5,5	33,0	28,2	21,2	19,6	6,7	6,1	31,8	26,7
91	20,2	18,6	6,7	6,0	30,2	24,9	20,2	18,0	6,4	5,8	27,4	21,7
92	22,4	20,7	6,9	6,3	30,5	23,9	21,3	19,9	6,7	6,0	30,5	26,2
94	20,0	18,8	6,8	6,3	28,4	23,4	17,8	16,5	6,6	6,0	27,4	22,3
95	21,1	19,7	6,6	6,0	31,2	26,7	19,9	18,4	6,8	6,2	28,2	23,7
96	17,1	16,2	5,7	5,2	25,0	20,8	16,0	14,6	6,2	5,6	23,2	18,8
97	19,8	18,6	6,2	5,7	27,0	22,3	17,8	16,6	6,2	5,6	25,5	20,6
98	20,0	18,5	6,6	6,3	27,8	22,8	19,2	17,6	6,8	6,1	27,5	22,4
99	20,5	19,1	6,8	6,3	30,0	24,5	17,0	15,9	6,1	5,5	24,5	20,2
100	22,3	21,0	7,0	6,3	30,4	24,2	19,7	18,2	6,5	6,0	28,4	22,7
101	19,9	18,3	6,7	6,2	29,5	24,1	18,4	17,2	5,7	5,3	26,0	21,5
102	20,0	18,8	6,3	5,9	28,7	25,9	19,1	17,9	6,6	6,3	28,6	23,5

## ANEXO E – Dados da cubagem dos blocos experimentais

(Continuação)

Parcela	Gêmea						Testemunha					
	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc
	----- cm -----				--- m ---		----- cm -----				--- m ---	
103	20,8	19,4	6,3	5,8	29,8	24,9	17,8	16,3	5,8	5,2	28,2	23,6
104	20,1	18,8	6,5	6,0	28,9	23,5	20,2	18,8	6,1	5,7	28,7	23,0
106	19,9	17,9	6,4	5,8	30,2	25,3	19,2	17,7	6,4	5,8	29,7	24,6
108	20,2	19,3	6,0	5,6	28,6	24,6	20,9	19,9	6,8	6,3	30,1	25,1
111	18,3	16,6	5,6	5,0	23,2	19,6	18,0	16,4	6,3	5,5	25,0	21,1
113	19,8	18,1	6,4	5,5	25,1	20,7	16,3	14,6	5,2	4,5	23,1	19,6
115	16,5	15,0	6,4	5,7	24,5	20,0	17,3	15,5	7,8	6,9	22,9	17,7
117	18,8	17,2	6,7	5,8	26,4	22,2	17,6	16,1	7,0	6,0	25,0	20,4
118	17,4	16,1	6,0	5,3	27,3	22,9	16,4	15,1	5,9	5,2	25,1	21,0
120	14,0	13,2	5,6	4,9	26,6	22,5	13,9	13,1	5,5	5,0	23,7	20,0
121	19,8	18,8	6,1	5,4	27,4	23,3	18,6	17,3	6,0	5,3	24,5	19,8
122	19,6	18,1	6,1	5,4	26,6	22,8	16,5	14,6	5,3	4,8	25,7	22,2
123	15,5	13,9	5,8	5,4	21,6	17,5	16,3	14,4	5,1	4,4	21,2	17,8
124	15,6	15,0	6,0	5,3	23,4	19,2	15,2	13,8	6,1	5,3	23,1	19,2
125	18,2	17,2	5,4	4,8	28,4	24,2	18,3	16,6	5,2	4,6	24,8	21,3
126	19,4	18,1	6,8	6,1	26,5	22,3	21,6	20,2	4,9	4,5	27,6	24,2
130	17,2	15,8	6,6	5,8	26,5	21,7	17,2	15,5	5,1	4,5	25,2	22,3
133	17,9	16,2	5,9	5,1	28,2	24,4	16,1	14,9	4,1	3,7	25,6	23,3
134	17,7	16,1	4,9	4,3	25,5	22,3	18,0	16,6	5,8	5,2	25,2	21,5
135	20,8	18,9	6,7	5,9	28,6	24,4	20,9	18,7	7,5	6,6	27,9	22,9
136	17,7	16,1	5,9	5,0	25,9	22,5	17,0	15,4	6,1	5,3	26,1	21,8
137	20,2	18,3	5,8	5,0	30,0	26,2	18,5	16,9	5,3	4,7	29,7	22,8
138	19,4	18,0	7,0	6,1	28,7	24,0	18,6	16,9	5,7	5,2	27,1	23,2
139	19,6	18,5	5,5	4,8	31,0	28,0	18,6	17,3	5,7	5,1	28,9	24,8
140	18,6	17,1	6,7	6,0	25,5	21,1	16,7	15,5	6,5	5,7	24,1	20,2
141	17,5	15,7	6,3	5,8	25,4	20,4	16,2	15,2	5,7	5,2	24,3	20,0
142	17,3	16,4	6,1	6,0	26,6	22,4	16,6	15,3	5,9	5,4	25,4	21,0
143	21,1	18,8	6,2	5,6	29,0	24,6	16,7	15,6	6,4	5,8	25,5	21,4
144	18,0	16,3	6,7	6,1	27,8	23,1	18,5	17,3	5,9	5,3	30,7	26,0
145	18,0	17,1	5,9	5,3	27,0	23,4	16,1	14,9	5,8	5,3	25,7	21,1
146	20,5	19,2	5,8	5,2	29,0	25,2	17,3	16,2	6,3	5,8	26,6	22,4
149	17,5	15,7	5,7	5,1	24,4	21,1	18,4	16,9	6,0	5,4	24,6	22,4
150	19,1	17,4	6,4	5,9	24,8	21,0	17,6	16,1	8,1	6,8	24,3	20,3
151	20,9	19,7	6,8	6,1	27,4	24,0	19,8	17,3	6,9	6,1	27,0	23,3
152	19,4	18,3	6,8	6,7	29,5	24,0	18,1	16,8	5,8	5,4	27,7	22,8
153	20,2	18,7	6,5	5,9	26,4	22,1	15,9	15,1	5,7	5,2	25,2	20,5
154	20,2	18,5	6,5	6,0	29,0	23,8	18,7	17,4	5,9	5,6	27,8	22,9
155	21,0	19,6	7,5	6,9	30,0	24,3	19,0	17,6	6,6	5,9	27,1	22,5
156	18,2	17,2	5,0	4,6	28,2	23,0	17,6	16,3	6,2	5,7	26,0	20,5
158	19,5	18,3	7,6	6,8	25,1	19,5	16,4	14,7	6,7	6,4	18,8	13,9
161	20,5	19,5	5,9	5,4	26,9	22,5	17,9	16,9	6,0	5,8	24,3	19,8
162	21,2	19,1	7,9	7,1	28,3	23,2	19,8	18,5	6,4	5,7	26,2	22,3
163	16,8	15,1	6,2	5,6	24,6	19,7	15,3	13,8	5,2	4,7	22,9	19,5

## ANEXO E – Dados da cubagem dos blocos experimentais

(Conclusão)

Parcela	Gêmea				Testemunha							
	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc	DAPcc	DAPsc	DABcc	DABsc	Ht	Hbc
	----- cm -----				---- m ----		----- cm -----				---- m ----	
164	17,7	15,8	5,4	4,6	26,1	21,7	18,7	17,0	7,8	6,8	25,2	22,6
166	18,5	17,1	5,6	5,0	25,5	21,9	16,4	14,9	5,2	4,6	24,9	21,7
167	17,4	15,9	5,7	5,1	25,1	21,6	16,7	15,6	5,6	5,1	25,5	22,5
168	18,6	17,1	6,0	5,3	27,1	23,7	17,3	16,2	5,8	5,2	27,4	23,7
169	22,4	20,6	6,8	6,1	29,5	24,0	19,6	18,4	6,0	5,7	29,0	25,5
170	19,4	18,4	6,3	5,7	28,9	24,4	19,8	18,4	6,4	5,8	29,4	25,0
171	20,9	19,2	6,8	6,3	30,0	24,9	21,6	19,6	6,8	6,1	30,5	25,5
172	23,5	22,3	7,7	7,0	31,1	26,3	20,2	19,4	6,7	6,0	28,9	25,6

## ANEXO F – Idade dos blocos experimentais

(Continua)

PARCELA	Idade (Anos)					PARCELA	Idade (Anos)				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006		2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
1	4,2	4,9	5,4	5,7	6,8	43	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4
2	4,3	5,0	5,5	5,8	6,9	44	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4
3	4,4	5,1	5,6	5,9	7,1	45	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4
4	4,0	4,7	5,2	5,4	6,6	46	2,8	3,5	3,9	4,1	5,4
5	4,2	4,8	5,3	5,6	6,8	47	2,8	3,5	3,9	4,1	5,4
6	3,9	4,5	5,0	5,3	6,5	48	2,4	3,1	3,5	3,8	5,0
7	4,4	5,1	5,6	5,9	7,1	49	2,4	3,1	3,5	3,8	5,0
8	4,3	5,1	5,5	5,8	7,0	50	4,2	5,1	5,4	5,6	6,8
9	4,7	5,4	6,0	6,2	7,4	51	4,3	5,2	5,5	5,7	6,9
10	4,7	5,4	6,0	6,2	7,4	52	4,2	5,1	5,4	5,6	6,8
11	4,7	5,3	5,9	6,2	7,3	53	4,2	5,1	5,5	5,6	6,8
12	4,4	5,0	5,6	5,9	7,1	54	4,8	5,6	6,0	6,2	7,4
13	4,4	5,0	5,6	5,8	7,0	56	4,4	5,2	5,6	5,8	7,0
14	2,7	3,4	4,0	4,2	5,4	57	2,3	3,1	3,6	3,7	4,9
15	2,7	3,4	4,0	4,2	5,4	58	2,6	3,3	3,8	4,0	5,2
16	2,7	3,4	3,9	4,2	5,4	59	2,6	3,3	3,8	4,0	5,2
17	2,7	3,4	3,9	4,2	5,4	60	2,8	3,5	4,0	4,2	5,4
18	2,7	3,4	4,0	4,2	5,4	61	2,4	3,3	3,6	3,9	5,1
19	2,8	3,4	4,0	4,2	5,4	62	2,4	3,3	3,6	3,9	5,1
20	2,8	3,4	4,0	4,2	5,4	63	2,7	3,6	3,9	4,2	5,3
21	2,8	3,4	4,0	4,3	5,4	64	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4
22	2,8	3,4	4,0	4,3	5,4	65	4,4	5,3	5,6	5,9	7,0
23	4,4	5,0	5,7	5,9	7,1	66	3,9	4,8	5,1	5,4	6,5
24	4,2	4,9	5,5	5,7	6,9	67	4,6	5,5	5,8	6,1	7,2
25	4,3	4,9	5,5	5,8	6,9	68	4,3	5,1	5,5	5,8	6,9
26	4,3	5,0	5,6	5,8	7,0	69	4,6	5,5	5,8	6,1	7,2
28	2,6	3,2	3,9	4,1	5,2	70	4,6	5,5	5,8	6,1	7,2
29	2,6	3,2	3,9	4,1	5,2	71	4,3	5,1	5,5	5,8	6,9
30	2,7	3,4	4,0	4,2	5,3	72	4,1	4,9	5,3	5,6	6,7
31	2,7	3,4	4,0	4,2	5,3	73	4,3	5,2	5,5	5,8	6,9
32	4,5	5,2	5,6	5,9	7,1	74	4,3	5,2	5,5	5,8	6,9
33	4,4	5,1	5,5	5,7	7,0	75	4,2	5,1	5,5	5,7	6,9
35	4,3	5,0	5,4	5,7	6,9	76	2,8	3,7	4,0	4,3	5,4
36	4,3	5,0	5,4	5,7	6,9	77	2,8	3,6	4,0	4,3	5,4
38	4,3	5,0	5,4	5,7	6,9	78	2,8	3,6	4,0	4,3	5,4
39	4,2	4,9	5,4	5,6	6,8	79	2,8	3,6	4,0	4,3	5,4
40	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4	80	2,7	3,6	3,9	4,2	5,3
41	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4	81	2,7	3,6	3,9	4,2	5,3
42	2,8	3,5	3,9	4,2	5,4	82	2,7	3,6	3,9	4,2	5,3

## ANEXO F – Idade dos blocos experimentais

(Continuação)

PARCELA	Idade					PARCELA	Idade				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006		2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
83	4,3	5,2	5,5	5,8	6,9	126	3,9	4,5	5,1	5,4	6,5
84	2,8	3,6	3,9	4,3	5,3	127	3,9	4,6	5,0	5,2	6,5
85	2,8	3,6	3,9	4,3	5,3	128	3,8	4,5	4,9	5,2	6,4
86	2,8	3,6	3,9	4,3	5,3	129	4,7	5,4	5,8	6,1	7,3
87	2,7	3,5	3,9	4,0	5,2	130	4,8	5,5	5,9	6,2	7,4
88	2,7	3,5	3,9	4,0	5,2	131	4,3	5,3	5,5	5,8	6,9
89	4,3	5,2	5,6	5,7	6,9	132	4,3	5,3	5,5	5,8	6,9
90	4,3	5,2	5,6	5,7	6,9	133	4,1	5,0	5,2	5,6	6,7
91	2,7	3,5	3,9	4,0	5,2	134	4,1	5,0	5,2	5,6	6,7
92	4,1	4,9	5,3	5,4	6,6	135	4,8	5,7	5,9	6,2	7,4
94	4,3	5,1	5,5	5,7	6,9	136	4,6	5,5	5,8	6,1	7,2
95	4,4	5,2	5,6	5,8	7,0	137	4,8	5,7	5,9	6,2	7,4
96	2,7	3,5	3,9	4,1	5,3	138	4,7	5,6	5,9	6,1	7,3
97	2,7	3,5	3,9	4,0	5,3	139	4,5	5,4	5,7	6,0	7,1
98	2,8	3,6	4,0	4,1	5,3	140	4,2	5,1	5,4	5,7	6,8
99	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4	141	4,1	5,0	5,3	5,6	6,8
100	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4	142	4,0	4,9	5,2	5,4	6,6
101	2,8	3,7	4,1	4,2	5,4	143	4,1	5,0	5,3	5,6	6,7
102	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4	144	4,0	4,9	5,3	5,5	6,7
103	2,8	3,7	4,1	4,2	5,4	145	4,0	4,9	5,2	5,5	6,6
104	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4	146	4,7	5,5	5,8	6,2	7,3
106	4,0	4,9	5,3	5,4	6,6	149	4,5	5,4	5,7	6,0	7,1
107	4,5	5,3	5,7	5,7	7,1	150	4,5	5,3	5,6	6,0	7,1
108	4,3	5,2	5,6	5,7	6,9	151	4,3	5,1	5,5	5,8	6,9
109	5,3	6,0	6,4	6,7	7,9	152	4,0	4,8	5,2	5,4	6,6
110	5,1	5,8	6,2	6,6	7,7	153	4,3	5,1	5,5	5,6	6,8
111	5,3	6,0	6,5	6,8	8,0	154	4,2	5,0	5,4	5,6	6,8
113	4,7	5,4	5,9	6,2	7,4	155	4,5	5,3	5,7	5,9	7,1
114	4,4	5,0	5,5	5,8	7,0	156	4,0	4,9	5,3	5,4	6,6
115	4,5	5,2	5,7	6,0	7,1	158	4,7	5,5	5,9	6,1	7,2
116	4,6	5,3	5,7	5,9	7,2	159	4,7	5,5	5,9	6,1	7,2
117	4,3	5,0	5,5	5,8	6,9	161	4,2	5,0	5,4	5,6	6,8
118	2,4	3,0	3,6	3,8	5,0	162	4,8	5,6	6,0	6,2	7,4
119	5,4	6,0	6,6	6,6	8,0	163	4,8	5,6	6,0	6,2	7,4
120	4,4	5,1	5,7	5,9	7,1	164	5,4	6,1	6,6	6,9	8,0
121	4,5	5,1	5,7	6,0	7,1	165	4,0	4,6	5,3	5,5	6,6
122	4,4	5,0	5,6	5,8	7,0	166	4,4	5,1	5,5	5,8	7,0
123	4,3	5,0	5,0	5,8	7,0	167	4,3	5,0	5,4	5,7	6,9
124	4,3	5,0	5,0	5,8	7,0	168	4,5	5,3	5,6	6,0	7,1
125	3,8	4,5	5,1	5,3	6,5	169	4,5	5,3	5,6	6,0	7,1

## ANEXO F – Idade dos blocos experimentais

(Conclusão)

PARCELA	Idade					PARCELA	Idade				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006		2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
170	3,4	4,2	4,6	4,8	6,0	172	4,3	5,1	5,5	5,7	6,9
171	2,8	3,6	4,0	4,2	5,4						

## ANEXO G – Volume dos blocos experimentais por tratamento (Continua)

PARCELA	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - G					Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - T				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
1	75	93	96	108	140	83	99	101	107	130
2	178	206	217	241	298	170	198	206	220	264
3	196	224	236	257	304	186	214	220	235	267
4	203	231	239	257	306	206	232	240	255	297
5	155	181	197	220	270	147	168	179	201	231
6	141	172	186	203	247	146	183	190	218	240
7	166	206	220	238	281	162	194	212	227	270
8	180	221	231	245	267	175	216	221	234	261
9	176	193	218	228	282	179	194	212	218	259
10	162	192	221	233	276	160	179	197	207	235
11	143	158	172	185	217	162	176	187	197	219
12	181	204	229	251	277	191	218	244	257	283
13	183	224	246	259	294	175	212	230	238	265
14	134	182	213	228	278	126	167	200	212	255
15	172	235	259	279	335	165	221	244	264	316
16	108	160	189	209	258	116	175	204	224	274
17	124	190	227	246	304	107	152	179	196	242
18	93	140	181	195	240	115	166	204	214	272
19	130	179	219	232	300	141	193	235	243	305
20	132	175	204	215	267	135	180	214	224	272
21	134	183	213	224	297	119	169	195	206	266
22	128	179	210	226	282	138	189	218	233	283
23	189	227	253	263	301	179	208	224	232	263
24	213	240	258	271	298	208	228	250	267	303
25	225	259	275	287	329	199	235	251	261	300
26	211	222	260	266	308	206	223	247	257	303
28	95	152	182	194	246	99	155	184	197	256
29	103	160	195	219	284	107	161	189	203	256
30	78	111	135	150	196	94	141	171	183	233
31	113	165	197	210	265	112	161	191	203	256
32	180	211	227	246	289	204	242	253	270	303
33	155	186	201	221	266	146	180	189	198	234
35	178	212	222	236	284	182	218	226	236	271
36	199	237	255	273	316	199	244	256	270	303
38	164	197	219	235	284	144	178	185	192	227
39	150	177	193	205	246	146	178	186	196	228
40	108	179	207	230	298	98	160	178	196	247
41	83	137	166	186	252	68	118	134	147	196
42	98	146	173	192	258	91	137	149	160	198

## ANEXO G - Volume dos blocos experimentais por tratamento (Continuação)

PARCELA	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - G					Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - T				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
43	110	171	193	220	296	118	167	190	209	258
44	121	168	192	206	255	122	176	191	204	251
45	68	124	147	172	234	66	116	128	147	190
46	92	143	169	191	252	84	128	148	157	198
47	67	117	147	183	258	69	118	134	156	196
48	90	148	181	205	281	78	127	145	161	210
49	94	166	200	229	310	91	154	174	198	254
50	179	242	262	276	366	157	198	207	215	265
51	150	194	209	240	296	150	184	194	208	245
52	164	210	218	240	329	163	200	207	210	250
53	165	217	232	262	0	171	223	233	240	0
54	224	268	288	308	370	181	217	227	241	279
56	205	245	267	288	355	190	227	237	252	285
57	122	152	164	174	253	108	136	140	143	187
58	126	192	214	239	316	110	172	195	210	266
59	102	163	188	209	284	114	174	199	214	260
60	151	219	240	262	337	138	201	222	233	291
61	92	158	164	179	223	93	170	182	207	273
62	100	184	194	222	297	103	170	182	203	272
63	108	176	196	229	288	113	187	200	225	271
64	109	165	190	215	273	139	200	209	228	268
65	193	237	252	270	339	185	221	234	245	293
66	157	203	217	236	0	152	193	205	216	0
67	222	262	280	303	0	241	275	288	299	0
68	182	226	248	270	0	174	216	231	241	0
69	185	223	237	256	0	172	209	217	231	0
70	192	234	244	265	322	171	197	204	217	249
71	217	269	288	309	372	195	241	255	267	317
72	186	235	252	269	338	177	220	234	248	302
73	239	294	313	333	406	224	275	289	303	347
74	175	220	233	253	320	179	223	234	245	289
75	206	270	286	307	390	207	258	271	286	347
76	143	211	225	246	321	149	203	214	226	278
77	138	202	219	219	330	133	188	201	213	262
78	143	202	219	241	314	118	172	188	199	258
79	172	269	300	323	423	163	255	282	305	384
80	123	191	206	236	304	127	193	202	224	282
81	123	185	209	239	319	130	192	202	225	280
82	62	119	139	164	230	82	144	156	173	222

## ANEXO G - Volume dos blocos experimentais por tratamento (Continuação)

PARCELA	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - G					Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - T				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
83	183	238	248	267	320	211	264	277	295	345
84	97	161	177	212	267	92	159	164	190	227
85	115	195	223	267	322	114	195	210	245	295
86	133	192	206	243	292	125	190	193	219	258
87	221	293	335	354	433	216	280	304	319	383
88	249	323	364	383	461	229	292	316	331	385
89	270	344	386	406	486	248	311	338	352	421
90	289	348	390	409	489	290	354	377	392	442
91	209	276	315	331	397	206	260	274	290	339
92	243	323	361	380	458	234	301	325	342	402
94	220	280	311	323	382	222	279	299	309	358
95	248	323	359	382	462	224	283	306	324	375
96	101	172	210	221	309	99	163	184	193	255
97	125	201	244	261	354	123	196	220	235	312
98	121	199	247	265	361	125	205	233	243	322
99	142	212	257	275	371	128	193	210	218	265
100	162	256	301	320	416	154	247	276	293	366
101	143	233	273	287	372	162	255	287	294	364
102	186	269	311	331	417	167	254	284	300	374
103	152	237	278	293	383	135	209	237	247	302
104	152	229	282	301	380	168	249	283	299	380
106	239	314	345	365	437	208	261	281	299	353
107	246	308	344	358	423	262	319	334	334	399
108	220	282	320	337	406	232	295	312	333	390
109	116	148	163	185	0	136	165	171	182	0
110	136	170	188	211	0	146	176	189	201	0
111	116	146	154	173	227	155	192	201	211	255
113	174	202	207	223	280	139	167	173	183	218
114	116	147	158	177	234	139	175	184	196	232
115	115	147	162	178	225	82	107	117	124	149
116	106	129	143	143	208	105	129	140	140	183
117	124	166	174	193	249	140	179	189	204	248
118	72	127	163	179	255	76	131	161	176	232
119	62	119	161	161	0	63	120	156	156	0
120	128	155	168	183	208	134	160	170	182	202
121	122	143	161	178	212	144	169	181	196	233
122	121	147	164	177	216	129	155	166	176	211
123	86	120	120	156	190	102	133	133	159	183
124	134	185	185	216	255	123	168	168	186	219
125	146	191	207	222	278	168	226	244	260	320

## ANEXO G - Volume dos blocos experimentais por tratamento (Continuação)

PARCELA	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - G					Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) - T				
	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006	2003	2004(1)	2004(2)	2005	2006
126	160	205	234	241	304	133	169	203	211	273
127	160	220	223	250	309	152	204	212	229	278
128	90	128	143	165	225	113	165	178	196	261
129	102	129	139	152	0	130	159	162	172	0
130	145	175	183	200	260	162	192	198	206	258
131	168	231	243	258	323	164	229	234	254	312
132	162	206	211	238	300	181	235	239	260	324
133	153	193	199	225	293	171	208	215	231	278
134	139	175	184	206	278	171	212	222	244	309
135	167	217	220	238	289	186	235	245	264	314
136	171	220	228	243	330	180	235	241	250	326
137	228	291	298	314	405	217	259	272	285	352
138	229	288	298	312	381	211	265	267	284	369
139	206	264	269	286	391	174	219	221	231	296
140	150	204	206	224	310	155	201	202	213	270
141	164	231	233	240	328	171	219	224	235	303
142	172	228	226	253	348	161	215	215	223	307
143	185	217	241	259	343	205	237	248	257	326
144	181	258	281	307	407	203	260	271	290	353
145	177	208	230	254	327	191	231	239	251	312
146	265	313	323	357	415	230	276	282	302	348
149	186	240	247	264	351	190	242	245	261	330
150	207	276	277	297	382	209	268	269	286	365
151	239	296	309	349	447	207	261	271	294	365
152	154	234	277	295	399	149	219	245	261	326
153	157	210	251	261	361	146	192	207	207	264
154	163	237	275	290	377	175	233	249	262	321
155	126	174	208	223	306	154	193	214	224	279
156	168	234	260	267	351	155	208	228	232	282
158	98	120	147	167	244	119	132	141	150	180
159	205	250	288	305	394	211	249	264	272	328
161	179	235	291	297	394	169	215	230	238	298
162	194	236	266	276	366	186	225	239	248	291
163	160	207	239	246	322	182	226	236	237	290
164	235	258	270	293	340	277	304	309	322	342
165	178	213	238	245	288	162	190	216	219	254
166	147	201	234	247	316	145	191	197	212	268
167	166	217	250	267	330	173	226	240	255	305
168	218	275	280	299	346	218	272	280	296	347
169	240	286	306	320	381	199	236	249	259	311

**ANEXO G - Volume dos blocos experimentais por tratamento (Conclusão)**

<b>PARCELA</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) - G</b>					<b>Volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) - T</b>				
	<b>2003</b>	<b>2004(1)</b>	<b>2004(2)</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2003</b>	<b>2004(1)</b>	<b>2004(2)</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
170	175	259	303	314	415	187	274	306	326	421
171	197	279	329	338	427	183	266	295	303	381
172	322	400	446	472	564	277	342	361	374	449

## ANEXO H – Variáveis do dossel e eficiência

(Continua)

PARCELA	PAR (MJ.m <sup>2</sup> .ano <sup>-1</sup> )	IAF (m <sup>2</sup> .m <sup>2</sup> )		LUE (g.MJ <sup>-1</sup> )		GE (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .IAF <sup>-1</sup> )	
		G	T	G	T	G	T
1	2513,1	3,6	2,0	0,5	0,2	3,5	2,4
3	2513,1	1,3	1,0	0,1	0,4	1,9	4,5
4	2513,1	2,6	1,7	0,2	0,3	2,3	3,2
5	2513,1	1,6	1,7	0,5	0,1	4,6	1,6
6	2513,1	2,0	1,5	0,0	0,1	0,4	0,8
7	2513,1	1,2	1,2	0,7	0,8	7,2	10,0
8	2513,1	1,0	1,0	0,6	0,4	6,3	4,9
9	2846,2	1,5	1,4	0,9	0,7	11,1	8,5
10	2846,2	1,4	1,5	0,4	0,4	4,7	4,3
11	2846,2	1,7	1,7	0,8	0,6	10,1	7,3
12	2846,2	1,6	1,7	0,6	0,5	6,2	5,4
13	2846,2	1,5	1,5	0,8	0,7	9,3	7,3
15	2846,2	3,6	3,1	0,2	0,2	1,5	1,9
16	2846,2	3,5	3,0	0,3	0,1	2,5	1,1
17	2846,2	3,5	3,0	0,4	0,1	3,6	0,8
18	2846,2	4,0	3,8	0,1	0,2	0,9	1,3
19	2846,2	3,5	4,2	0,3	0,1	1,9	1,2
21	2846,2	3,9	2,7	0,3	0,2	1,9	1,7
22	2846,2	3,6	2,7	0,2	0,2	1,4	2,1
23	2846,2	1,6	1,7	0,0	0,2	0,6	2,3
24	2846,2	1,4	1,2	0,5	0,7	6,3	9,3
25	2846,2	2,6	2,5	0,8	0,6	7,8	6,2
26	2846,2	2,4	2,6	0,8	0,8	7,4	5,6
28	2846,2	2,5	2,3	0,3	0,2	2,9	2,3
29	2846,2	3,5	2,8	0,4	0,3	3,0	2,7
30	2846,2	4,4	3,7	0,3	0,4	1,6	3,0
31	2846,2	3,3	4,4	0,3	0,3	2,4	1,8
32	3105,5	2,9	2,0	0,6	0,1	4,6	1,5
33	3105,5	2,9	1,6	0,3	0,5	3,1	5,7
35	3105,5	2,1	1,9	0,5	0,4	6,5	5,6
36	3105,5	2,6	1,9	0,6	0,4	6,0	4,7
38	3105,5	1,8	1,8	0,6	0,4	7,3	5,3
39	3105,5	2,0	1,6	0,5	0,4	5,8	5,4
40	3105,5	2,6	2,4	0,4	0,4	3,8	4,2
41	3105,5	2,3	2,3	0,4	0,2	4,1	2,3
42	3105,5	2,2	1,9	0,3	0,3	2,7	2,8
43	3105,5	2,5	2,1	0,7	0,4	5,9	4,5
44	3105,5	2,5	2,1	0,4	0,3	3,8	2,9
45	3105,5	2,5	2,3	0,5	0,5	4,5	4,0

## ANEXO H - Variáveis do dossel e eficiência

(Continuação)

PARCELA	PAR (MJ.m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup> )	IAF (m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup> )		LUE (g.MJ <sup>-1</sup> )		GE (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .IAF <sup>-1</sup> )	
		G	T	G	T	G	T
46	3105,5	2,1	2,1	0,5	0,4	6,0	3,2
47	3105,5	2,6	3,4	0,6	0,2	7,0	1,8
48	3105,5	3,3	3,2	0,5	0,2	4,0	1,5
49	3105,5	2,9	2,4	0,5	0,4	4,5	3,3
50	2577,0	3,9	2,3	1,1	0,5	6,3	3,5
51	2577,0	3,5	2,1	0,7	0,5	4,7	5,3
52	2577,0	4,0	2,2	1,0	0,7	6,9	7,1
54	2577,0	1,5	1,2	1,4	0,6	16,0	6,1
56	2577,0	2,4	1,5	1,0	0,3	9,5	4,7
57	2577,0	2,2	1,5	1,0	0,6	10,4	8,0
58	2577,0	1,9	1,6	0,1	0,1	2,0	1,8
59	2577,0	1,7	1,6	0,0	0,2	0,8	1,9
60	2577,0	1,8	2,0	0,5	0,1	5,2	2,1
61	2577,0	2,7	3,0	0,3	0,5	2,8	3,7
62	2577,0	3,7	2,6	0,4	0,3	2,4	2,9
63	2438,7	3,0	3,0	0,6	0,4	4,1	2,6
64	2438,7	2,7	3,4	0,5	0,1	3,8	0,8
65	2438,7	2,9	2,6	0,8	0,4	4,6	3,0
70	2438,7	2,3	1,5	0,9	0,7	7,9	6,7
71	2438,7	2,2	1,5	0,7	0,9	6,1	7,7
73	2438,7	1,9	1,8	1,0	0,3	10,3	3,7
74	2438,7	2,0	1,3	0,9	1,1	7,5	12,1
75	2438,7	1,7	1,5	0,9	0,8	8,5	7,2
76	2438,7	2,3	2,1	0,8	0,6	6,3	4,8
77	2438,7	1,8	1,5	1,2	0,7	10,5	6,7
78	2438,7	1,4	1,3	1,2	0,6	10,7	5,8
79	2438,7	1,4	1,3	-	-	-	-
80	2438,7	1,5	1,5	0,6	0,6	6,3	7,4
81	2438,7	2,6	1,9	0,5	0,4	4,3	4,0
82	2438,7	2,4	1,7	0,4	0,5	4,3	5,3
84	2438,7	2,7	2,5	-	-	-	-
85	2438,7	2,7	2,2	-	-	-	-
87	2508,9	2,5	2,6	0,8	1,2	7,6	7,7
88	2508,9	2,6	2,3	0,6	0,6	4,1	4,8
89	2508,9	2,4	2,4	0,7	0,8	6,3	5,7
90	2508,9	2,3	2,4	-	-	-	-
91	2508,9	2,4	2,1	0,9	0,9	7,8	7,2
92	2508,9	2,2	2,2	1,0	1,1	8,6	10,1
94	2508,9	2,1	2,5	0,7	0,7	5,9	4,7
95	2508,9	2,1	2,4	1,1	0,7	9,9	5,8

## ANEXO H - Variáveis do dossel e eficiência

(Continuação)

PARCELA	PAR (MJ.m <sup>2</sup> .ano <sup>-1</sup> )	IAF (m <sup>2</sup> .m <sup>2</sup> )		LUE (g.MJ <sup>-1</sup> )		GE (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .IAF <sup>-1</sup> )	
		G	T	G	T	G	T
96	2508,9	3,5	2,7	0,7	0,6	4,9	5,4
97	2508,9	2,2	2,2	0,9	0,9	8,3	9,2
98	2508,9	2,6	2,7	0,7	1,0	5,8	7,0
99	2508,9	2,9	2,5	0,9	0,6	6,3	4,5
100	2508,9	4,3	3,6	0,7	0,7	4,2	4,3
101	2508,9	3,1	2,5	0,7	0,7	5,4	4,7
102	2508,9	3,1	3,5	0,6	0,7	4,4	4,7
103	2508,9	3,0	2,4	0,7	0,5	4,9	4,2
104	2508,9	2,6	2,5	0,8	0,7	5,2	5,2
106	2508,9	2,7	2,4	0,6	1,0	4,4	8,0
108	2508,9	2,8	2,2	0,5	0,7	3,7	6,1
111	2546,8	2,2	1,9	0,8	0,6	6,9	5,4
113	2513,1	2,2	1,7	0,5	0,6	4,7	5,5
115	2513,1	2,2	1,2	0,7	0,6	6,2	6,3
117	2513,1	2,9	2,6	0,6	0,5	4,4	3,9
118	2513,1	2,8	2,7	0,5	0,3	3,9	2,7
120	2846,2	2,1	2,5	0,6	0,4	5,4	3,6
121	2846,2	2,1	2,1	0,4	0,5	4,3	4,9
122	2846,2	2,5	2,9	0,1	0,3	1,5	3,1
123	2846,2	2,2	2,3	0,4	0,3	4,0	2,6
124	2846,2	2,4	2,3	0,4	0,4	3,7	4,1
125	2846,2	2,7	2,5	0,5	0,5	5,0	4,7
126	2846,2	1,6	1,6	0,2	0,3	4,6	4,3
130	3105,5	2,9	2,0	0,5	0,4	5,6	5,4
133	3105,5	2,5	2,3	0,8	0,2	9,6	2,8
134	3105,5	2,1	1,8	0,6	1,0	7,2	9,6
135	2577,0	1,6	1,7	0,6	1,0	8,0	10,2
136	2577,0	1,7	1,5	0,8	0,9	7,5	10,4
137	2577,0	2,2	1,4	1,2	1,2	10,9	13,1
138	2577,0	1,5	1,3	1,2	0,6	13,0	8,1
139	2577,0	1,4	1,1	1,3	0,8	16,1	11,2
140	2577,0	2,4	1,6	0,9	0,2	8,3	3,1
141	2577,0	2,3	1,6	0,8	1,2	6,6	10,3
142	2577,0	1,8	1,6	0,8	0,7	7,9	6,6
143	2438,7	2,1	1,4	0,6	1,0	6,2	10,3
144	2438,7	2,0	1,4	0,7	0,9	7,7	9,4
145	2438,7	2,2	1,5	0,8	0,4	6,4	5,1
146	2438,7	2,8	2,6	-	-	-	-
149	2438,7	4,0	2,7	0,7	1,1	4,8	7,3
150	2438,7	2,5	2,6	1,0	1,0	9,5	8,4

## ANEXO H - Variáveis do dossel e eficiência

(Conclusão)

PARCELA	PAR (MJ.m <sup>-2</sup> .ano <sup>-1</sup> )	IAF (m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup> )		LUE (g.MJ <sup>-1</sup> )		GE (Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .IAF <sup>-1</sup> )	
		G	T	G	T	G	T
151	2438,7	3,3	2,5	1,0	1,2	5,4	9,1
152	2508,9	3,1	2,8	0,9	1,1	6,8	8,4
153	2508,9	3,0	2,5	0,8	0,8	6,4	5,8
154	2508,9	3,5	3,2	0,8	0,8	5,9	5,7
155	2508,9	2,5	2,8	0,5	1,0	4,5	6,1
156	2508,9	2,7	1,9	1,0	0,9	6,7	8,2
158	2508,9	2,0	2,0	0,9	0,6	7,8	5,4
161	2508,9	1,9	2,4	2,0	1,3	16,0	9,6
162	2508,9	3,2	2,3	0,7	0,8	6,0	7,0
163	2508,9	3,1	2,7	0,9	0,7	6,0	5,2
164	2546,8	3,2	2,3	0,4	0,8	3,1	8,2
166	3105,5	2,7	1,9	0,8	0,6	6,6	7,5
167	3105,5	2,3	1,8	0,2	0,5	3,4	6,0
168	2438,7	3,1	2,4	-	-	-	-
169	2438,7	3,5	2,1	-	-	-	-
170	2508,9	3,9	3,5	0,9	0,7	4,7	3,9
171	2508,9	6,5	5,0	1,0	0,4	3,4	2,0
172	2508,9	4,1	3,6	1,1	1,2	6,4	6,5

ANEXO I – Ajuste da estimativa de PAR (Radiação Fotossinteticamente Ativa).

O cálculo para estimativa de PAR foi ajustado com base na razão entre os valores mensais estimados através da equação 12 e observados na estação meteorológica da ESALQ-USP no período de 2003 a 2007.

Período	Qg	PAR	Qo	Qg est	PAR est	PAR est/
	----- MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> -----					PAR
jan-03	16,8	8,4	40,2	19,3	9,7	1,16
fev-03	21,1	11,2	39,3	21,3	10,6	0,95
mar-03	18,1	8,6	34,7	18,4	9,2	1,07
abr-03	16,0	6,9	29,4	16,2	8,1	1,18
mai-03	14,0	5,1	26,0	15,3	7,7	1,49
jun-03	12,8	4,7	24,1	15,0	7,5	1,58
jul-03	12,7	4,8	24,5	15,4	7,7	1,62
ago-03	15,1	5,6	28,0	17,4	8,7	1,55
set-03	17,1	7,3	32,8	20,4	10,2	1,40
out-03	18,2	8,4	38,5	22,6	11,3	1,35
nov-03	19,4	9,5	41,8	22,9	11,4	1,20
dez-03	20,6	10,9	41,7	22,1	11,0	1,01
jan-04	17,6	8,7	40,2	20,5	10,2	1,18
fev-04	18,9	9,3	39,3	20,8	10,4	1,12
mar-04	19,2	9,0	34,7	19,2	9,6	1,06
abr-04	15,8	6,6	29,4	16,1	8,0	1,23
mai-04	11,7	3,6	26,0	13,9	6,9	1,90
jun-04	10,9	3,5	24,1	14,1	7,1	2,00
jul-04	11,2	3,7	24,5	13,7	6,9	1,85
ago-04	15,9	5,5	28,0	17,8	8,9	1,61
set-04	19,7	6,7	32,8	21,1	10,6	1,57
out-04	15,5	6,5	38,5	20,4	10,2	1,58
nov-04	17,8	8,8	41,8	22,5	11,3	1,27
dez-04	19,1	8,6	41,7	22,1	11,1	1,29
jan-05	16,3	7,5	40,2	19,0	9,5	1,27
fev-05	21,8	10,5	39,3	22,6	11,3	1,07
mar-05	16,1	6,8	34,7	18,7	9,3	1,38
abr-05	15,6	5,9	29,4	16,2	8,1	1,38
mai-05	13,3	3,4	26,0	15,3	7,6	2,23
jun-05	12,5	3,1	24,1	13,8	6,9	2,21
jul-05	12,8	3,2	24,5	14,3	7,1	2,23
ago-05	16,4	4,9	28,0	18,0	9,0	1,82

## ANEXO I – Ajuste da estimativa de PAR

(Conclusão)

Período	Qg	PAR	Qo	Qg est	PAR est	PAR est/
	MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup>			PAR		
set-05	15,3	7,0	32,8	18,0	9,0	1,29
out-05	16,7	8,7	38,5	21,2	10,6	1,22
nov-05	21,1	10,5	41,8	23,3	11,6	1,11
dez-05	21,4	10,6	41,7	22,4	11,2	1,06
jan-06	22,0	11,6	40,2	21,6	10,8	0,93
fev-06	18,9	10,1	39,3	20,1	10,0	1,00
mar-06	18,9	10,2	34,7	18,5	9,3	0,91
abr-06	17,3	8,1	29,4	16,3	8,1	1,01
mai-06	14,4	5,7	26,0	15,6	7,8	1,37
jun-06	13,8	5,0	24,1	15,1	7,5	1,49
jul-06	13,4	5,1	24,5	15,5	7,7	1,51
ago-06	17,2	7,2	28,0	18,2	9,1	1,26
set-06	18,3	7,9	32,8	19,6	9,8	1,23
out-06	20,9	10,7	38,5	21,3	10,7	1,00
nov-06	21,1	10,5	41,8	23,4	11,7	1,12
dez-06	20,8	10,8	41,7	21,2	10,6	0,98
jan-07	17,4	9,1	40,2	18,9	9,4	1,03
fev-07	21,9	11,7	39,3	21,5	10,8	0,92
mar-07	20,8	10,5	34,7	19,8	9,9	0,94
abr-07	16,6	7,5	29,4	16,0	8,0	1,07
mai-07	14,1	5,3	26,0	14,9	7,4	1,42
jun-07	14,3	5,5	24,1	15,0	7,5	1,37
jul-07	12,6	4,5	24,5	14,5	7,3	1,60

Ajuste mensal aplicado na estimativa de PAR (equação 13).

Mês	Ajuste
Jan	1,1
Fev	1,0
Mar	1,1
Abr	1,2
Mai	1,7
Jun	1,7
Jul	1,8
Ago	1,6
Set	1,4
Out	1,3
Nov	1,2
Dez	1,1