

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

**Ecologia da produção e da competição intra-específica do
Eucalyptus grandis ao longo de um gradiente de produtividade
no Estado de São Paulo**

Otávio Camargo Campoe

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção
em: Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2012**

Otávio Camargo Campoe
Engenheiro Florestal

**Ecologia da produção e da competição intra-específica do *Eucalyptus grandis*
ao longo de um gradiente de produtividade no Estado de São Paulo**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ LUIZ STAPE**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção
em: Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2012**

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

Campoe, Otávio Camargo

Ecologia da produção e da competição intra-específica *do Eucalyptus grandis* ao longo de um gradiente de produtividade no Estado de São Paulo / Otávio Camargo Campoe. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. -- Piracicaba, 2012.

123 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Carbono 2. Crescimento vegetal 3. Ecofisiologia - Modelos 4. Ecologia florestal
5. Eucalipto 6. Luz - Eficiência I. Título

CDD 634.9734
C198e

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

À minha amada esposa **Marcela**, pelo amor, dedicação, paciência e incentivo que não faltaram em nenhum momento;

Aos meus pais **Reginaldo** e **Carmen**, e a minha irmã **Mônica** pelo amor, incentivo e por sempre acreditarem em minhas decisões;

Essas pessoas nunca me deixaram perder a Fé. Elas desistiram de muitos de seus sonhos pessoais para que eu pudesse realizar os meus. Serei eternamente grato.

Ao meu grande amigo **Murilo Vitti Stenico** (1983-2009), que foi levado cedo demais de nossas vidas. Uma ferida que nunca se fechará. Esteja em PAZ!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Luiz Stape, pela orientação, paciência, confiança e grandes oportunidades. A pessoa mais ativa, dinâmica e empolgada com novos desafios que conheci em toda minha vida.

Aos pesquisadores do CIRAD, Dr. Jean Paul Laclau e Dr. Yann Nouvellon pela grande paciência, inestimáveis discussões e ensinamentos.

Ao professor Dan Binkley da Colorado State University, por sua calorosa recepção em Fort Collins-CO e ensinamentos sobre ecologia florestal. Realmente uma pessoa brilhante!

Ao pesquisador Michael Ryan USDA-Forest Service, pelas grandes discussões sobre o balanço de carbono em florestas e por mudar completamente a minha visão sobre o que é ser um cientista de verdade. Um grande profissional e uma excelente pessoa.

Aos amigos da Forest Productivity Cooperative-NCSU, Tim Albaugh, Leandra Blevins, Ruth Lanni, José Alvarez, Omar Carrero e Rachel Cook, pela valiosa ajuda durante meu período em Raleigh.

Aos engenheiros Rildo Moreira² e João Carlos Mendes por todo o apoio e confiança durante os trabalhos realizados na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga-ESALQ/USP.

Ao professor Antônio Natal Gonçalves pela grande ajuda com a FAPESP.

Ao Eder Araújo da Silva e a equipe da Floragro, pela grande ajuda nos trabalhos de campo e laboratório.

Ao Raul Chaves e Ângelo Padovan pela disponibilidade em ajudar nos trabalhos de campo.

Ao meu amigo Dr. Clayton Alvares pelas entusiasmadas discussões sobre planos futuros pela grande ajuda com o processamento dos mapas.

Aos meus amigos do Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura da ESALQ/USP, Ana Heloísa Marrichi, Ana Paula Ferez, Cristiane Lemos, Gabriel Prata, Guilherme Stucchi, José Henrique Bazani, Juliana Munhoz, Marina Gentil, Rafaela Carneiro e Renato Meulman, pelo incentivo, amizade e aprendizado.

Ao grande amigo José Martins e aos alunos do Grupo Florestal Monte Olimpo, em especial a Estela Covre Foltran e Eduardo Moré de Mattos, pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo e laboratório.

Ao IPEF e a todos os membros do projeto Eucflux pela grande oportunidade.
À FAPESP pela bolsa de doutorado concedida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 DESENVOLVIMENTO.....	23
2.1 Terminologia e métodos para estudos do balanço de carbono	23
2.2 Balanço de carbono em plantios de eucalipto	25
2.3 Ecologia da produção	27
2.4 Dominância do crescimento em plantios florestais	28
2.5 Uniformidade do plantio e o efeito sobre a produtividade	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Área experimental.....	33
3.2 Dados climáticos.....	36
3.3 Água no solo.....	37
3.4 Parcelas experimentais e crescimento da floresta.....	37
3.5 Amostragem destrutiva e modelos de biomassa	39
3.6 Balanço de Carbono	40
3.6.1 Fluxo de carbono para o solo	40
3.6.2 Produtividade primária líquida acima do solo	42
3.6.3 Respiração autotrófica acima do solo	43
3.7 Absorção da radiação e eficiência do uso da luz na escala do povoamento	43
3.8 Espacialização do balanço de carbono.....	44
3.9 Padrões de dominância do crescimento	46
3.9.1 Dominância e eficiência de crescimento	46
3.9.2 Parâmetros fotossintéticos.....	46
3.9.3 Propriedades fisiológicas, morfológicas e químicas das folhas.....	48
3.10 Absorção da radiação e eficiência do uso da luz na escala da árvore	48
3.11 Análises estatísticas	53
4 RESULTADOS	55
4.1 Caracterização climática.....	55
4.2 Variabilidade da disponibilidade hídrica do solo	58
4.3 Ecologia da produção na escala do povoamento	61

4.3.1	Alometria	61
4.3.2	Crescimento da floresta e estoque de carbono	63
4.3.3	Fluxos e partição de carbono.....	66
4.3.4	Absorção da radiação e eficiência do uso da luz na escala do povoamento.....	70
4.4	Espacialização dos fluxos e partição de carbono.....	72
4.5	Padrões de dominância do crescimento	77
4.5.1	Produtividade e dominância do crescimento.....	77
4.5.2	Diferenças fisiológicas, morfológicas e químicas entre árvores.....	83
4.6	Ecologia da produção na escala da árvore	88
5	DISCUSSÃO.....	99
5.1	Estoque, fluxos e partição de carbono	99
5.2	Ecologia da produção na escala do povoamento.....	102
5.3	Padrões de dominância do crescimento	103
5.4	Diferenças fisiológicas, morfológicas e químicas entre árvores	105
5.5	Ecologia da produção na escala da árvore	106
6	CONCLUSÃO	111
	REFERÊNCIAS	115

RESUMO

Ecologia da produção e da competição intra-específica do *Eucalyptus grandis* ao longo de um gradiente de produtividade no Estado de São Paulo

A produtividade dos plantios de eucalipto no Brasil apresentou ganhos significativos nas últimas décadas devido a avanços em melhoramento genético e silvicultura. Contudo, a produção de madeira representa apenas uma fração da produtividade primária bruta (GPP). Avaliar fluxos e partição de carbono (C) entre os diferentes componentes da floresta, e estudar o uso e a eficiência de uso dos recursos disponíveis é essencial para compreender os mecanismos que controlam a produtividade de plantios intensivamente manejados. O estudo quantificou os fluxos e partição de C e a eficiência de uso da luz para a produção de lenho (LUE) em 12 parcelas em um gradiente natural de produtividade, durante o sétimo ano de um plantio comercial de *Eucalyptus grandis*. Nessas mesmas parcelas, na escala da árvore, foram avaliadas a dominância do crescimento, produção de lenho e LUE, identificando a representatividade de árvores dominantes e suprimidas na produtividade do povoamento. O estudo do balanço de C e a aplicação da teoria da ecologia da produção em diferentes escalas objetivaram ampliar o conhecimento sobre os processos que governam a produtividade florestal. A heterogeneidade espacial dos atributos do solo e a topografia da área experimental influenciaram fortemente os fluxos componentes da GPP e sua partição, gerando um gradiente de produtividade. A produtividade de lenho variou de 554 gC m⁻² ano⁻¹ na parcela com menor GPP a 923 gC m⁻² ano⁻¹ na parcela com maior GPP. O fluxo de C para o solo variou de 497 gC m⁻² ano⁻¹ a 1235 gC m⁻² ano⁻¹ sem relação significativa com GPP. A partição do GPP para produção de lenho aumentou de 0,19 a 0,23, com tendência de aumento com o GPP ($R^2=0,30$, $p=0,07$). A LUE aumentou em 66% (de 0,25 gC MJ⁻¹ para 0,42 gC MJ⁻¹) com a GPP, como resultado da elevação do fluxo e partição de C para produção de lenho. Ao longo do gradiente de produtividade, parcelas com alta eficiência quântica do dossel também mostraram alta LUE. A dominância do crescimento entre árvores teve forte impacto sobre a produtividade do povoamento. As 20% maiores árvores apresentaram em média 38% da biomassa de lenho e representaram 47% da produção de lenho. Características das folhas sugeriram que a maior produtividade de árvores dominantes, em relação às suprimidas, pode resultar de diferenças no controle estomático e não na capacidade fotossintética. A ecologia da produção na escala da árvore mostrou que os indivíduos dominantes produziram mais madeira por terem absorvido mais radiação e pela maior eficiência do uso da luz, comparativamente às árvores suprimidas. Em média, uma árvore suprimida cresceu 1,2 kg ano⁻¹ de lenho, absorveu 2,9 GJ ano⁻¹ de radiação e teve uma LUE de 0,4 g MJ⁻¹. Já uma dominante cresceu 37 kg ano⁻¹, absorveu 38 GJ ano⁻¹ com mais que o dobro da eficiência (1,01 g MJ⁻¹). Estudos sobre o balanço de carbono e ecologia da produção em diferentes escalas são essenciais para aperfeiçoar o conhecimento sobre os processos que controlam a produtividade de madeira e a fixação de carbono, e aprimorar os modelos ecofisiológicos.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; Balanço de carbono; Partição de carbono; Eficiência do uso da luz; Dominância do crescimento; Ecologia da produção; Modelo Maestra

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

