

PROGRAMA DE PESQUISA PARA AVALIAÇÃO DE DENSIDADES DE PLANTIO E ROTAÇÃO DE PLANTAÇÕES DE RÁPIDO CRESCIMENTO PARA PRODUÇÃO DE BIOMASSA¹

Research Program for Evaluation of Spacing and Rotation of Plantations of Short Rotation Crops for Biomass Production

Laércio Couto², Marcelo Dias Müller³, Antonio de Arruda Tsukamoto⁴, Daniel Camara Barcellos⁵, Ênio Marcus Brandão Fonseca⁶ e Márcio Rodrigues Corrêa⁷

Resumo: O programa de pesquisa P&D 065 faz parte de um convênio firmado entre a Sociedade de Investigações Florestais – SIF, a Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG e a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, e tem por finalidade o estudo do efeito de diferentes densidades de plantio na qualidade da madeira para energia. Foram estabelecidos plantios piloto, cada qual constituído de cinco tratamentos e três repetições. Cada tratamento corresponde a um espaçamento diferente. Os espaçamentos variam de 3 x 0,5 m a 3x3 m. Até o presente momento, a avaliação dendrométrica revelou a tendência já esperada: o aumento do diâmetro com o aumento do espaçamento. A avaliação da qualidade da madeira revelou uma tendência inversamente proporcional: a do poder calorífico com relação ao espaçamento. Como resultado de um processo contínuo de pesquisa foram publicados quatro Documentos Técnicos e dois trabalhos em eventos internacionais. A participação de um representante no Task 30 da IEA resultou na criação da Rede Nacional de Biomassa para Energia – RENABIO e da Revista Biomassa & Energia.

Palavras-chaves: Espaçamento, biomassa e RENABIO.

Abstract: The P&D 065 research program is part of an agreement between the Sociedade de Investigações Florestais - SIF, Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG and the Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, aiming to study different planting density effects on fuel wood quality. Pilot units were set up, each constituted of 5 treatments with three repetitions. Each treatment corresponded to a different spacing. The spacing ranged from 3x0.5 to 3x3 meters. As of now, the evaluation revealed an already expected tendency: increased diameter with spacing increase. Wood quality evaluation revealed a tendency of increased calorific power with spacing reduction. As a result of continuous research four Technical Bulletins were issued and two papers published in international event proceedings. The participation of a representative at the IEA Task 30 led to the creation of the Rede Nacional de Biomassa para Energia - RENABIO and the Biomassa & Energia scientific journal.

Key words: Spacing, biomass, RENABIO.

¹ Trabalho convidado.

Nota técnica sobre o projeto SIF/CEMIG/ANEEL P&D-065

² Prof. Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, <lcouto@ufv.br>;

³ Doutorando em Ciências Florestais – DEF/UFV, <mdmuller@vicosa.ufv.br>; ⁴ Dr. em Ciências Florestais – UFV/DEF, <tsukamoto@vicosa.ufv.br>; ⁵ Doutorando em Ciências Florestais – DEF/UFV, <dcarcellos@vicosa.ufv.br>. ⁶ Gerente de Pesquisa – CEMIG/GEPA, <enio@cemig.com.br>; ⁷ Gerente de projetos – CEMIG/GEPA, <mcorrea@cemig.com.br>.

1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Historicamente, a biomassa florestal tem sido utilizada pelo homem como insumo energético em atividades que vão desde a subsistência até a atividade industrial. Atualmente a biomassa é responsável por cerca de 20% da geração de energia no País (Brasil, 2003).

As florestas plantadas com espécies de rápido crescimento representam uma importante alternativa para produção de matéria-prima destinada à geração de energia, uma vez que o Brasil detém conhecimento técnico e científico em nível de excelência na área de Silvicultura, bem como tem condições edafoclimáticas, disponibilidade de terras e mão-de-obra abundante e barata.

O nível de qualidade alcançado pela tecnologia florestal brasileira se faz materializado pela grande variedade de material genético selecionado que já foi produzido e pelas altas taxas de produtividades observadas em várias regiões do País. Atualmente podem ser observados valores que variam de 25 a 80 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

A produtividade florestal é influenciada, dentre outros fatores, pelas técnicas silviculturais adotadas, como preparo do solo, adubação, combate a pragas, estradas e aceiros, implantação e condução da floresta, entre outras (Rezende et al., 1983; Berger, 2000). Dentre as práticas adotadas, a densidade de plantio exerce grande influência tanto na produtividade quanto na qualidade da madeira, o que já foi comprovado por inúmeros estudos (Coelho et al., 1970; Brasil e Ferreira, 1971; Mello et al., 1971; Shimoyama e Barrichelo, 1989; Botelho, 1997).

Entretanto, estudos relacionando a densidade de plantio com o poder calorífico da madeira, bem como com outras características energéticas, ainda são escassos. Deste modo, com o objetivo de estudar essa relação, a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, a Sociedade de Investigações Florestais - SIF e a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL firmaram, em março de 2002, um

convênio para realização de um projeto intitulado "Programa de Pesquisa Para Avaliação de Densidades de Plantio e Rotação de Plantações de Rápido Crescimento para Produção de Biomassa".

O projeto contempla um amplo e contínuo processo de revisão de literatura e o levantamento de dados preliminares por meio de consultas a bibliografia existente, internet e especialistas da área; a participação de um representante brasileiro (professor Laércio Couto, do Departamento de Engenharia Florestal da UFV) no Task 30 – *Short Rotation Crops for Bioenergy da International Energy Agency – IEA Bioenergy*, como *Task Leader* no Brasil; instalação de plantios experimentais; coleta e análise de dados; realização de eventos; participação em eventos; publicação de documentos técnicos; e trabalhos em eventos.

2 ETAPAS E METODOLOGIA APLICADA

Etapa 1 – Estudos iniciais de dados secundários:

- Revisão de Literatura: consultas a bibliografia existente, internet e especialistas da área.
- Visitas e consultas a empresas do ramo: visitas de campo e reunião com técnicos das empresas do ramo para intercâmbio de informações.
- Participação no programa de colaboração internacional da IEA *Bioenergy* para intercâmbio de informações: a convite do Ministério de Minas e Energia, o professor Laércio Couto foi designado *Task Leader* do Task 30 – *Short Rotation Crops for Bioenergy*.
- Visitas de campo para reconhecimento das áreas de plantio.

Etapa 2 – Instalação dos experimentos:

- Planejamentos e modelagem dos experimentos: os experimentos foram modelados com base nos levantamentos iniciais referentes a condições edafoclimáticas de

cada região, na disponibilidade de material genético, na disponibilidade de área para instalação dos experimentos e na mão-de-obra.

- Preparo da área e implantação dos experimentos: foi realizado o sulcamento na linha de plantio, com aplicação de fosfato natural na linha (150 t/ha). Foram instalados três plantios piloto com o híbrido produzido pela ACESITA Energética I 601 (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*). Cada plantio é constituído por cinco tratamentos (cinco espaçamentos diferentes). Foi mantido o espaço de 3,0 m entre as linhas, e os espaçamentos entre as árvores variam de 0,5 a 3,0 m. Assim, foram utilizados os seguintes espaçamentos: 3,0 x 0,5 m; 3,0 x 1,0 m; 3,0 x 1,5 m; 3,0 x 2,0 m; 3,0 x 3,0 m. Para cada espaçamento serão plantadas seis linhas, devendo ser ressaltado que os dados serão coletados apenas nas duas linhas do interior. As outras fileiras de árvores têm como finalidade eliminar o efeito de borda. Vale ressaltar também que em cada linha foram plantadas 28 árvores, perfazendo um total de 168 árvores em cada tratamento.
- Manutenção dos plantios: adubação de cobertura, combate à formiga-cortadeira e capinas manuais regularmente.

Etapa 3 – Avaliação e monitoramento dos experimentos:

- Visitas de campo para coleta de dados: medição do diâmetro de coleto (no início) e da altura.
- Análises laboratoriais: foram abatidas três árvores por tratamento, para realização de análises de laboratório referentes à matéria seca e ao poder calorífico.
- Avaliação e tabulação das medições: análise econômica e estatística dos dados.

Etapa 4 – Elaboração de relatórios e documentos técnicos

- Relatórios parciais de andamento do projeto: mensalmente é elaborado um relatório de

andamento das atividades do projeto. A cada quatro meses é elaborado um relatório geral de atividades realizadas no quadrimestre.

- Documentos técnicos e trabalhos em eventos: documentos elaborados em função da revisão de literatura, bem como dos resultados obtidos no projeto.

Etapa 5 – Realização de eventos

- Workshop: intercâmbio de informações entre profissionais, pesquisadores e técnicos.

3 RESULTADOS PARCIAIS

3.1 Pesquisa e Produção Técnica

Em função do contínuo processo de pesquisa foram reunidas informações suficientes para a elaboração de quatro documentos técnicos e a publicação de dois trabalhos em eventos.

O primeiro documento publicado, intitulado “O Estado da Arte das Plantações de Florestas de Rápido Crescimento para Produção de Biomassa para Energia em Minas Gerais: Aspectos Técnicos, Econômicos, Sociais e Ambientais”, foi uma revisão, enfocando o processo de estabelecimento da silvicultura no Brasil, bem como o estado atual, enfocando aspectos técnicos, ambientais, econômicos e sociais.

Em seguida foi elaborado um documento, mais específico aos propósitos deste trabalho, enfocando todo o conhecimento que se tem a respeito dos efeitos da densidade de plantio na produtividade da floresta, e que foi intitulado “Espaçamentos de Plantio de Espécies de Rápido Crescimento para Dendroenergia”.

Logo em seguida foi publicado um *paper* em um evento ocorrido em Campinas, “Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: Os Próximos Vinte Anos”, em 2002, que é um resumo referente ao primeiro documento sobre o estado da arte das florestas energéticas. O artigo foi intitulado “Florestas Plantadas

para Energia: Aspectos Técnicos, Socioeconômicos e ambientais”.

O terceiro documento, intitulado “Espécies Cultivadas para Produção de Biomassa para Geração de Energia”, faz uma referência às espécies utilizadas e potenciais para produção de biomassa destinada à geração de energia. Este trabalho contém informações técnicas sobre espécies como o eucalipto e a acácia, bem como várias outras espécies que são utilizadas em menor escala, mas que apresentam um grande potencial para uso energético.

O último documento técnico publicado, intitulado “Análise da Geração de Energia a partir da Biomassa”, discorre sobre as tecnologias de aproveitamento energético da biomassa, bem como aspectos econômicos, MDL, Protocolo de Quioto e a posição brasileira no campo de geração de energia.

Por fim, foi publicado um segundo *paper* na IEA Task 30 *Conference*, ocorrida na Nova Zelândia em dezembro de 2003. O trabalho, intitulado “*SRC With eucalypts in Brazil*”, discorre sobre florestas de rápido crescimento com eucalipto no Brasil.

3.2 Experimentos

Os experimentos foram implantados em dezembro de 2002.

Foi realizada uma primeira medição, aos sete meses de idade, onde foram coletados dados de diâmetro de coleto e altura. Foram abatidas três árvores por tratamento, para determinação de matéria seca total e poder calorífico.

A análise dendrométrica revelou a tendência natural, que já era esperada: o aumento do diâmetro com o aumento do espaçamento entre as plantas, o que pode ser mais bem observado nos gráficos a seguir (Figura 1).

Por outro lado, a análise de matéria seca total ainda não é conclusiva e não apresenta uma tendência lógica (Figura 2).

Apenas a repetição 1 apresentou tendência linear de aumento da matéria seca com o aumento de espaço entre as plantas. Entretanto, é esperado que esta tendência seja confirmada com o tempo.

Com relação ao poder calorífico, foram obtidos resultados interessantes, que já apontam uma tendência bem definida (Figura 3).

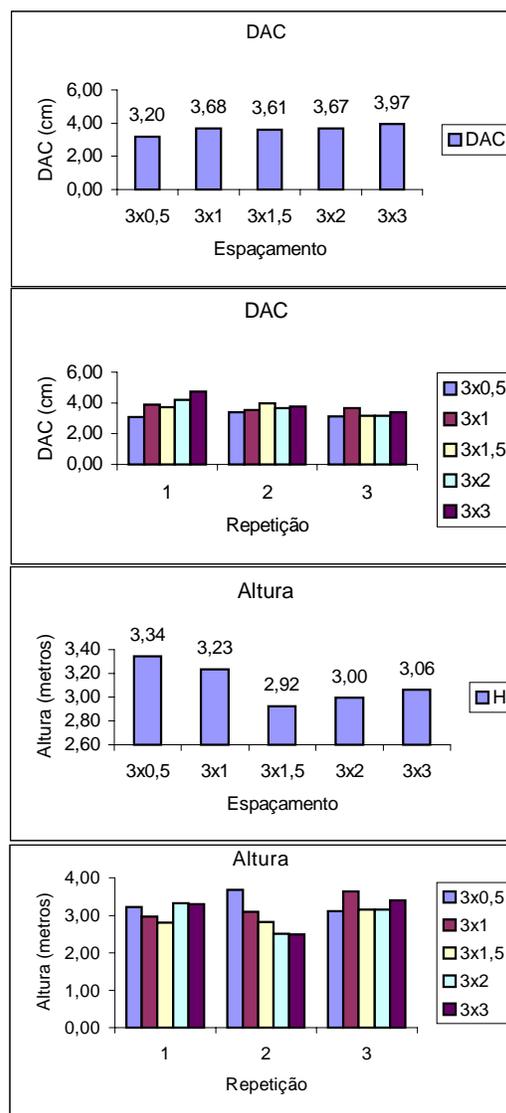


Figura 1 – Análise dendrométrica.
Figure 1 – Dendrometric analysis.

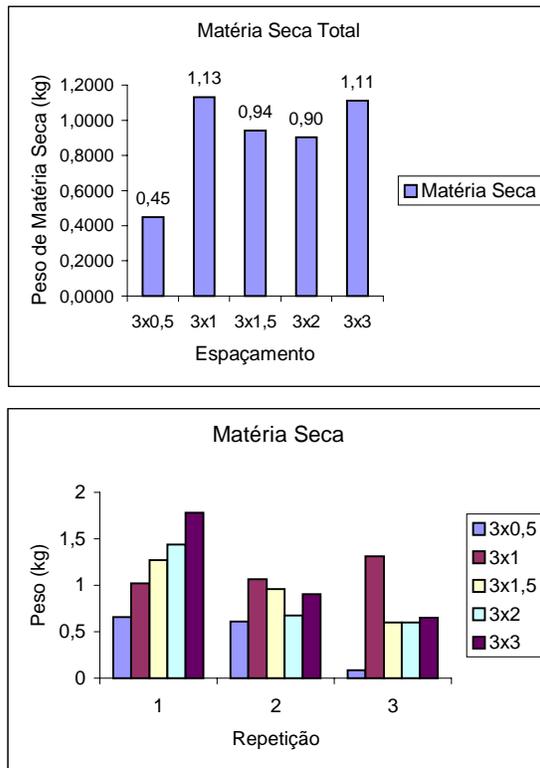


Figura 2 – Análise de matéria seca total.
Figure 2 – Total dry matter analysis.

Pela observação desses gráficos pode-se deprender que existe uma tendência clara de aumento do poder calorífico com o aumento da densidade de plantio, o que se deve ao fato de, nos menores espaçamentos, ocorrer maior formação de casca (que apresenta um alto poder calorífico), bem como maior teor de lignina, conferindo, assim, melhor qualidade energética à madeira.

3.3 Participação no programa de colaboração internacional da IEA *Bioenergy*

Objetivando a promoção do uso da biomassa para fins energéticos no Brasil, o Ministério de Minas e Energia – MME assinou um “*Implementing Agreement*” com a Agência

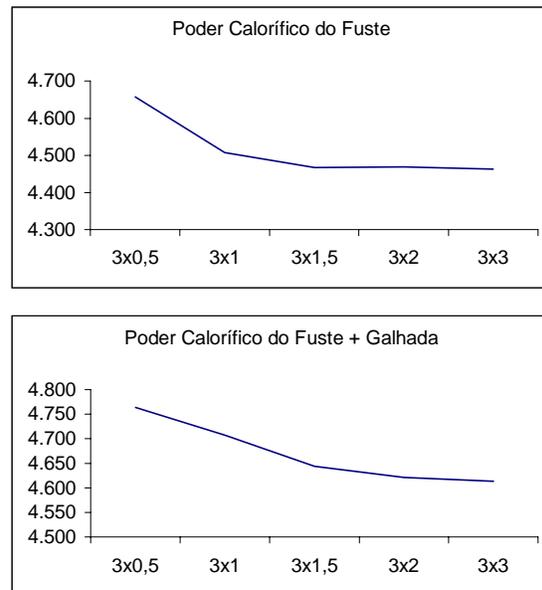


Figura 3 – Análise de poder calorífico.
Figure 3 – Calorific power analysis.

Internacional de Energia – IEA *Bioenergy*, pelo período de 2001-2003. Na ocasião, o representante brasileiro neste “programa” era o Dr. Marcelo Khaled Poppe, Diretor do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético – DNDE/SEM/MME, e seu suplente era o Dr. Manoel Fernandes Martins Nogueira, Coordenador Geral de Tecnologias de Energia do DNDE.

Sendo assim, foram analisados os grupos de trabalho que compõem a IEA *Bioenergy* e concluiu-se que o que mais se encaixava aos objetivos brasileiros era o Task 30 – *Short Rotation Crops for Bioenergy Systems*.

Para liderar esse grupo, o então Diretor do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético – DNDE/SEM/MME, Dr. Marcelo Khaled Poppe, indicou, por meio do ofício de 11 de março de 2002, nº 06/2002 – DNDE, o professor Laércio Couto, pesquisador do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, para ser o

Task Leader brasileiro do Task 30 – Short Rotation Crops for Bioenergy Systems.

Com a inserção do Brasil nesse grupo, tornou-se necessária a criação de uma rede de trabalho, envolvendo pesquisadores, instituições de pesquisa, órgãos governamentais e empresas relacionadas com o assunto. A concepção dessa rede se deu na ocasião da realização do I Workshop Internacional sobre Sistema de Produção Sustentável de Bioenergia, ocorrido em outubro de 2002 na cidade de Belo Horizonte – MG, em uma reunião com o então secretário do Dr. Marcelo Poppe, o Dr. Manoel Nogueira. Portanto, em 18 de novembro foi criada a Rede Nacional de Biomassa para Energia – RENABIO. Atualmente a RENABIO conta com 152 empresas e instituições associadas.

Posteriormente, como consequência natural, foi criada a revista Biomassa e Energia, que é um meio de comunicação científica específico para trabalhos desenvolvidos na área de energia da biomassa.

3.4 Eventos

Foi realizado, em outubro de 2002, o I Workshop Internacional sobre Sistema de Produção Sustentável de Bioenergia: Implicações Sociais, Operacionais e Ambientais, em Belo Horizonte-MG.

Em outubro de 2003 realizou-se, na cidade de Campinas – SP, a 52ª Reunião do Comitê Executivo da IEA *Bioenergy*, a 52ª ExCo Meeting, organizada pela RENABIO.

Apesar de ser uma reunião fechada, foram convidados membros de instituições de pesquisa, como o professor Daltro Garcia Pinatti – FAENQUIL, professor Gonçalo Rendeiro – UFPA, Dr. Isaías de Carvalho Macedo – CENBIO, Dr. José Henrique Diniz – CEMIG, professor Laércio Couto (organizador) – UFV, prof. Luís Augusto Barbosa Cortez – Unicamp, Dr. Manoel Nogueira – MME, Dr. Manoel Régis Lima Verde Leal – Copersucar, Eng.

Florestal Marcelo Dias Muller – UFV e Eng. Florestal Daniel Câmara Barcellos – UFV.

O evento contou com uma visita técnica a uma usina de cana-de-açúcar, a Copersucar, e uma visita a *International Paper* do Brasil.

Como produção técnica dos eventos realizados foram produzidos dois CDs, contendo as palestras ministradas. Estes CDs foram distribuídos para todas as empresas participantes da RENABIO.

Atualmente estão sendo realizados os preparativos para o terceiro evento, o “I Congresso Internacional de Bioenergia, que acontecerá em outubro, na cidade de Campo Grande-MS”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, A. R.; OLIVEIRA, A. D. Espaçamento ótimo para produção de madeira. *Revista Árvore*, v. 7, n. 1, p. 30-43, 1983.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização.** 2000. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

SHIMOYAMA, V. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. *Série Técnica IPEF*, v. 6, n. 20, p. 1-22, 1989.

BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *E. alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e espaçamento. *IPEF*, n. 2/3, p. 129-149, 1971.

COELHO, A. S. R.; MELLO, H.A.; SIMÕES, J. M. Comportamento de espécies de eucaliptos face o espaçamento. *IPEF*, n. 1, p. 29-55, 1970.

MELLO, H. A. Influencia da espécie, do espaçamento e da idade no custo de produção da madeira industrial. *IPEF*, v. 2, n. 3, p. 13-14, 1971.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia – MME. **Balanco Energético Nacional 2003.** Brasília: 2003. 154 p.