

**Anais da 50ª Reunião Técnico-Científica do
Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo
“Qualidade das atividades silviculturais e
silvicultura de precisão”**

**Dias 12 e 13 de novembro de 2014
Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil**

**Eduardo Sereguin Cabral de Melo – Asia Pulp and Paper
Rodrigo Eiji Hakamada - ESALQ/USP
José Carlos Arthur Junior - UFRRJ
José Henrique Bazani - 4tree Agroflorestal
José Henrique Tertulino Rocha – ESALQ/USP
José Leonardo de Moraes Gonçalves – ESALQ/USP**



Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

SÉRIE TÉCNICA IPEF



IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS

Série Técnica. IPEF (ISSN 0100-8137) é publicada sem periodicidade regular pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) em convênio com o Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. *Série Técnica. IPEF* divulga trabalhos apresentados em reuniões técnicas e científicas promovidas pelo IPEF.

Os manuscritos devem ser submetidos à Comissão Editorial em três cópias. Inicialmente, somente manuscritos impressos são necessários. Após a aceitação do trabalho, será solicitado o manuscrito em formato digital. Para maiores informações contate:

Editora Executiva
IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 530
13400-970 - Piracicaba, SP – Brasil
Fone: (19) 2105-8618
Fax: (19) 2105-8603
E-mail: scientia.forestalis@ipef.br

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade de *Série Técnica. IPEF* e não representam necessariamente as opiniões do IPEF.

Série Técnica. IPEF (ISSN 0100-8137) teve início em 1979.

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Editor Chefe / Editor-in-chief

Prof. Dr. Walter de Paula Lima
Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil

Conselho Editorial / Editorial Board

Dr. Arno Brune – Lúrio Green Resources, Nampula, Moçambique
Dr. Dário Grattapaglia – EMBRAPA, Cenargen, Brasília, DF, Brasil
Prof. Dr. José Luiz Stape – Suzano Papel e Celulose S.A., Brasil
Dr. Niro Higuchi – INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, Brasil

Editora Executiva / Executive Editor

Kizzy França
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP, Brasil

Editoração e Diagramação / Design and Composition

Luiz Erivelto de Oliveira Júnior
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP, Brasil

Cordenação do Evento

José Leonardo de Moraes Gonçalves
Professor Doutor Titular do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP
Luciana Duque Silva
Professora Doutora do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP
José Carlos Arthur Junior
Coordenador Executivo do PTSM/IPEF
Vinícius Evangelista Silva
Especialista em Nutrição e Manejo Florestal da Eldorado Brasil

Equipe de Apoio do Evento

Aline Formággio de Oliveira Falcão
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP, Brasil
Olicina Maria de Góes
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, SP, Brasil

Apresentação

O controle de qualidade é, talvez, uma das mais importantes ferramentas para a melhoria contínua dos processos florestais. Com a utilização desta ferramenta de gestão, é possível identificar, quantificar e prever potenciais perdas envolvidas com as atividades florestais e, com isso, propor melhorias. Associado ao controle de qualidade, ferramentas de silvicultura de precisão permitem maior controle e menores perdas nos processos, resultando em diminuição de custos e otimização de insumos. Por estes motivos, os temas são cada vez mais explorados pelas empresas florestais brasileiras.

A 50ª Reunião técnico científica do Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo, realizada entre os dias 12 e 13 de novembro de 2014 na cidade de Três Lagoas-MS teve como tema a qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão. Durante o evento, foram apresentadas as metodologias utilizadas para a realização do controle de qualidade e a introdução de novas tecnologias associadas à silvicultura de precisão. Notou-se variação na abordagem e aplicações do controle de qualidade dentro das empresas florestais, enquanto que a silvicultura de precisão mostrou-se um campo que ainda necessita aprimoramento, visto às particularidades do setor florestal quando comparado à agricultura tradicional. Ainda assim, algumas tecnologias já começam a ganhar destaque.

A Eldorado Brasil Celulose, anfitriã da reunião, apresentou engajamento no desenvolvimento e intensificação da mecanização e automação de suas atividades. Frente às inovações, enfatizou a importância do bom desempenho operacional, garantido por dados e informações obtidas a partir de ferramentas de gestão como o controle de qualidade.

Dentre os pontos abordados, merece destaque a mudança de postura quanto aos dados coletados durante o controle de qualidade. A utilização desta ferramenta tem por objetivo a otimização de recursos e redução de perdas em processos e produtividade das florestas. Por isso, deve ser realizado juntamente com as atividades florestais, permitindo correções e mitigação de perdas.

As principais ferramentas de silvicultura de precisão utilizadas são controladores de vazão para aplicação de insumos, GNSS (Global Navigation Satellite System) e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's), em diferentes estágios de adequação e utilização na área florestal. Todos utilizados para a otimização de recursos.

Sob o intuito de promover o desenvolvimento e fortalecimento do setor florestal brasileiro, o PTSM mantém a divulgação dos principais resultados e informações oriundos de suas reuniões técnicas, desta vez abordando os temas de controle de qualidade e silvicultura de precisão. Com isso, o PTSM e suas empresas associadas reafirmam sua posição na vanguarda do desenvolvimento silvicultural brasileiro.

Coordenadores

Sumário (Contents)

Desafios e oportunidades para a silvicultura de precisão: uma síntese do congresso brasileiro de agricultura de precisão de 2014	7
Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo	
Qualidade silvicultural: a fertilização de base e sua influência no desenvolvimento inicial de plantações de eucalipto	11
José Henrique Bazani; Guilherme Zaghi Borges Batistuzzo; Ana Rosária Sclifó Zucon; Maurício Reynaldo Prieto; José Leonardo de Moraes Gonçalves; José Henrique Tertulino Rocha; Eduardo Sereguin Aparecido Cabral de Melo	
Controle de qualidade das práticas silviculturais	21
Celso Trindade; Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo	
Calidad operacional y Silvicultura de precisión en Montes del Plata	26
Santiago Ferrando	
A qualidade de mudas clonais de <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>E. grandis</i> impacta o aproveitamento final de mudas, a sobrevivência e o crescimento inicial	33
Gabriela Gonçalves Moreira; Cristiane Camargo Zani de Lemos; Rodrigo Eiji Hakamada; Renato Meulman Leite da Silva; Gabriela Trindade Pires	
Controle de qualidade florestal na Eldorado Brasil S.A.	38
Luiz Henrique Terezan; Márcio Bernardi; Andressa Ignez Garcia da Silva	
Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão	44
Luiz Felipe de Castro Galizia; Glodoaldo Arantes Ramiro; Cirineu Jose de Carvalho Rosa	
Mecanização e silvicultura de precisão na Eldorado	51
César Gomes Vieira; Gilton Vitor Dornelas; João de Deus Junior; João Flavio da Silva; Michel Pinto Borges; Valdemir Brunheroto; Vinicius Evangelista Silva	
Controle de qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão: ferramentas para gestão eficiente e aumento da produtividade madeireira	59
Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo; Rodrigo Eiji Hakamada; José Carlos Arthur Junior; José Henrique Bazani; José Henrique Tertulino Rocha; José Leonardo de Moraes Gonçalves	

Desafios e oportunidades para a Silvicultura de Precisão: uma síntese do congresso brasileiro de agricultura de precisão de 2014

Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo

Pesquisador em Nutrição Florestal - Asia Pulp and Paper

E-mail: eascmelo@yahoo.com.br

RESUMO

A introdução de conceito de agricultura de precisão permitiu a exploração e o manejo espacializado das diferenças locais presentes no campo. Atualmente, a agricultura de precisão apresenta alguns desafios e oportunidades para melhorar e aumentar seu grau de adoção e utilização. A introdução de sistemas GNSS mais precisos e caros tem oferecido a oportunidade de seleção do grau de precisão demandada para cada atividade, associando custo e precisão obtidos. A utilização de VANT's no país apresenta diversas oportunidades, assim como desafios, explicando a dificuldade na definição de leis específicas para a regulamentação de seu uso. Para o futuro, um dos maiores desafios será a gestão das informações obtidas no campo. Com uma diversidade de ferramentas para obtenção de dados, será importante a definição das informações de interesse e o desenvolvimento de profissionais responsáveis pelo tratamento destes dados e geração de informações relevantes para tomada de decisão e realização da agricultura de precisão.

INTRODUÇÃO

A silvicultura e agricultura tradicionalmente praticadas nas últimas décadas estão em transição nos seus modos de trabalho nos últimos anos. A introdução gradual de novas tecnologias aplicáveis às ciências agrárias permite maior controle local, economia de recursos, otimização da mão de obra, melhoria na performance dos equipamentos, e fornece informações para uma gestão mais precisa do manejo de culturas perenes e anuais. Agricultura ou silvicultura de precisão é gerenciar a cultura tendo conhecimento das diferenças espaciais e adotando um manejo especializado para corrigir estas diferenças. A esta prática, se associam máquinas, implementos, softwares e técnicas que possam permitir um manejo diferenciado.

Durante os últimos anos, o Brasil viu sua competitividade no setor florestal cair e, apesar de apresentar as maiores produtividades médias anuais e os menores ciclos de cultivo de florestas plantadas (*Eucalyptus* e *Pinus*), o país tornou-se o quarto em competitividade no setor, atrás de Chile, Estados Unidos e Indonésia. A perda de capacidade competitiva está relacionada diretamente com a infraestrutura deficiente e altos custos de logística, aumento real dos salários e dos custos de energia, tributação excessiva, legislação trabalhista onerosa, entre outros fatores (IBÁ, 2014).

Estrategicamente, a otimização da mão de obra, com o aumento gradual da mecanização florestal, tende a atenuar os custos de produção e proporcionar maior competitividade ao setor florestal brasileiro. Além da redução de custos, a introdução de novas tecnologias permitirá o controle das operações à distância, a coleta de grandes quantidades diárias de informação e a melhoria da gestão florestal.

Em 2000, o governo norte-americano desligou o sinal de interferência que limitava a precisão dos sistemas GPS utilizados para fins comerciais e, a partir de então, o sinal de GPS passou de uma precisão de 100 m para 6 m e seu uso foi amplamente difundido na agricultura. Com este advento, a agricultura de precisão ganhou projeção e, hoje, uma série de novas ferramentas são introduzidas para aumentar o controle local e permitir a gestão otimizada dos recursos.

A discussão deste tema é abordada bianualmente pelo congresso brasileiro de agricultura de precisão, o qual, em 2014, discutiu as novas tecnologias e os principais desafios do setor para os próximos anos.

PRINCIPAIS DESAFIOS DO SETOR

O uso da tecnologia RTK e as limitações da ANATEL

No início dos anos 2000, o uso de GPS¹ (Global Positioning System) permitia uma exatidão de 10-15 m. Com o desenvolvimento da constelação de satélites e substituição por satélites mais novos, esta exatidão passou a ser de 3-6 m. Para agricultura, seu uso era restrito, devido à precisão demandada para certas operações e culturas. Com o advento do sinal corrigido (DGPS), a acurácia aumentou e a precisão passou a ser submétrica e, em alguns casos, centimétrica. Dentre os principais sistemas DGPS utilizados, estão a estação fixa, satélite geoestacionário, redes de estações fixas e algoritmos internos. Na agricultura, apenas a estação fixa não é amplamente utilizada, pois a correção do sinal é realizada após o processamento da imagem e não em tempo real, como necessário.

Dentre os principais sistemas utilizados na agricultura, estão o GPS de navegação (3-6 m), a barra de luz (< 1,0 m), sistemas RTK (< 5 cm) e RTX (< 20 cm). A seleção da ferramenta mais apropriada está relacionada à finalidade de seu uso. Para marcação de pontos de coleta de solo em grade, identificação de formigueiros, o GPS de navegação é suficiente. Para a aplicação de herbicidas e outros defensivos, utiliza-se a barra de luz, já para operações de maior precisão, recomenda-se o uso de RTK (Real Time Kinematic) e RTX (Real Time eXtended), o primeiro de correção por base fixa e precisão entre 2 e 5 cm, e o segundo, com correção por satélites, paga, e de precisão entre 3 e 15 cm. A precisão garantida pelo sistema está diretamente relacionada com sua complexidade e custo de aquisição.

Os equipamentos de posicionamento global são classificados em três categorias, de acordo com a precisão de sinal oferecida. GPS de navegação, classificados como grupo I ou *Coarse Acquisition* (C/A) podem custar entre R\$500,00 e R\$1.500,00. Receptores do grupo II, das barras de luz, custam entre R\$3.000,00 e R\$10.000,00. Para os receptores do grupo III (Sistemas RTK e RTX), o custo é maior e pode variar entre R\$60.000,00 e R\$90.000,00, o conjunto. Para os GPS do grupo 1, a precisão pode variar entre 1 e 20 m, para o grupo II, a precisão é submétrica, entre 0,2 e 1,0 m, para o grupo III, a precisão varia entre 2 e 20 cm.

Dentre os principais avanços proporcionados pela agricultura de precisão, está o advento da correção de posicionamento por base móvel através de rádio frequência, também conhecido como sistema RTK (Real Time Kinematic). Este sistema utiliza as frequências de rádio de 470 e 900 Mhz para transmissão do sinal corrigido e é amplamente utilizado nos Estados Unidos. No Brasil, o processo de adoção desta tecnologia foi iniciado nos últimos anos, mas esbarra em um desafio que tende a aumentar nos próximos anos. A frequência de 900 Mhz, mais utilizada, é de uso da telefonia móvel e, por isso, não poderia ser utilizada para outros fins. Apesar de proibida, a tecnologia é comercializada e utilizada livremente no país. Com o tempo, a tendência é que cada vez mais ocorram interferências no sinal e que possíveis problemas judiciais ocorram devido à utilização não autorizada da frequência, além disto, é vedada a utilização de repetidores de sinal e construção de torres de transmissão, embora algumas cooperativas agrícolas já ofereçam o serviço.

Precisão dos sinais RTK e RTX

A precisão dos diversos modelos de GNSS é influenciada pelo deslocamento durante a coleta dos pontos. Coletas estacionárias são, normalmente, mais precisas que as cinemáticas. Em ensaio realizado na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), em Piracicaba, foram avaliados dois sensores, o RTK, com correção via sinal de rádio e o RTX, com correção via satélite. Estes foram testados em condições estacionárias e cinemáticas para simular as condições de campo. Os resultados obtidos indicaram maior precisão do sistema RTK sobre o RTX (Tabela 1).

¹ A denominação GPS é atribuída à constelação de satélites norte-americana, antes a única utilizada. Atualmente, a constelação russa de satélites (GLONASS) foi integrada aos equipamentos de posicionamento global mais novos e a denominação correta para o sistema passou a ser Sistema de Navegação Global por Satélites (GNSS)

Tabela 1 – Comparação da precisão de sinal para os sistemas RTK e RTX em ensaios estáticos e cinemáticos

Correção			Precisão	
Sinal	Fonte	Fabricante*	Estático	Cinemático
m				
RTK	Rádio	0,025	0,005	0,010
RTX	Satélite	0,038	0,030	0,180

Adaptado de Trevisan et al. (2014); *, Precisão informada pelo fabricante da tecnologia

Estes resultados, aplicados à silvicultura, indicam a possibilidade de uso de ambos os sistemas para quaisquer atividades. Com relação à repetibilidade das informações, ou seja, a capacidade em atuar sobre as mesmas linhas de deslocamento em diferentes operações, apenas o sistema RTK garante esta possibilidade. Para isso, a base móvel deve ser estacionada no mesmo ponto durante todas as atividades realizadas. Em um cenário de ausência de tocos, seria possível o georreferenciamento das mudas plantadas e a automação das atividades de irrigação e adubações de cobertura, dispensando sensores de identificação de mudas e possibilitando a aplicação intermitente do adubo em filetes próximos às plantas.

Utilização de veículos aéreos não tripulados na agricultura

A criação dos primeiros veículos aéreos não tripulados (VANT) ocorreu durante a primeira guerra mundial, com uso e desenvolvimento para fins militares, mas nos últimos anos, a aplicação destes equipamentos aumentou e a utilização dos mesmos no comércio e agricultura se tornou realidade. A utilização destes equipamentos ainda não está regulamentada no Brasil ou nos EUA. A discussão sobre a segurança destes equipamentos e os riscos de acidentes com pessoas, aviões e outros objetos impõe dificuldades à operacionalização de seu uso.

A perspectiva nos EUA com a liberação de uso destes equipamentos é de que sejam gerados mais de 100.000 empregos relacionados à utilização dos VANT's. De acordo com projeções, o atraso na regulamentação do uso causa prejuízos anuais estimados de US\$ 10 bilhões. Dentre os principais usuários da tecnologia, estima-se que até 2025, mais de 80% das vendas sejam destinadas à agricultura.

A aplicação e uso dos veículos aéreos não tripulados (VANT) oferece ao setor florestal, novas ferramentas para o gerenciamento das florestas plantadas. Com estes equipamentos, é possível instalar sensores de vegetação, câmeras, GNSS. A aplicação destas ferramentas permitiria a realização de inventários de sobrevivência, monitoramentos de desmatamento, poluição e poluentes, georreferenciamento de pontos de difícil acesso, levantamento de ataques de pragas, dentre outras.

Os VANT's podem ser divididos em duas categorias, remotamente pilotados e autônomos, de acordo com o sistema de realização do voo. VANT's remotamente pilotados dependem de um operador para realizar a atividade, o qual trabalha com visão do VANT. Veículos autônomos são operados por programas de voo instalados e/ou atualizados a partir de uma estação remota. Esta categoria, pelo maior risco de acidentes, têm os maiores desafios para sua liberação de uso.

No Brasil, a regulamentação para uso dos VANT's está em discussão. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) apresentou em fevereiro de 2014, uma proposta que classifica os VANT's em três categorias, classe I (acima de 150 kg), classe II (entre 25 e 150 kg) e, classe III (abaixo de 25 kg). De acordo com a proposta, as aeronaves terão voos permitidos até 120 m e a liberação de uso e exigências legais aumentarão de acordo com a classe na qual esta se enquadra.

Futuro da agricultura de precisão

Para os próximos anos, os principais agentes limitantes à expansão da agricultura serão a disponibilidade de água e terras, custo da energia e o tempo, ou a falta dele. Neste cenário, a gestão detalhada e a demanda por informações precisas serão maiores e a projeção da agricultura de precisão (AP) como ferramenta para otimização dos recursos aumentará. Dentre as principais tendências na AP para os próximos anos, estão a gestão das informações, o aumento no grau de mecanização das atividades e a sustentabilidade da produção agrícola.

Plantações de milho, nos EUA, produzem com as tecnologias atuais, 0,85 kb planta⁻¹ ano⁻¹ de informação, considerando dados fisiológicos, anatômicos e edafoclimáticos. O armazenamento destas informações é feito em nuvem e o custo é de US\$ 0,36 Gb⁻¹ ano⁻¹. Ao final de um ano, o custo é

próximo à US\$ 5,1 ha⁻¹. Dentre os principais desafios, o armazenamento das informações tem pouco destaque, a BIG DATA (Dados brutos coletados, relativos à cultura, solo, clima, máquina e implementos) é aquela que recebe maior destaque. Coletar e armazenar as informações é o menor desafio, transformar todos estes dados em informações, em tempo hábil, e que facilite a gestão, está se tornando a maior dificuldade para a agricultura, devido à quantidade de informações que podem ser geradas e a disponibilidade de tempo gradativamente menor dos gestores para organiza-las e interpretá-las.

O aumento no grau de mecanização e automação dos equipamentos agrícolas continuará nos próximos anos, tecnologias como aplicação de defensivos em diferentes volumes, durante as manobras de cabeceira, estão sendo disponibilizadas para que a economia de recursos, novos aumentos da produtividade da cultura e rendimento operacional dos equipamentos sejam possíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura ou silvicultura de precisão enfrenta no Brasil alguns desafios que podem limitar seu potencial no futuro. A regulamentação do uso das tecnologias RTK e dos VANT's são exemplos desses desafios. Quanto às expectativas geradas em relação ao uso e gestão das informações, este tema deve ser tratado de maneira cooperativa entre empresas fornecedoras das tecnologias e seus clientes para que os dados possam ser entregues como informações que permitam a otimização de tempo e recursos. Espera-se que, com o aumento dos custos de mão de obra e diminuição da sua oferta, a dependência quanto à silvicultura de precisão cresça nos próximos anos e, com isso, aumente a oferta de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2014**. São Paulo: IBÁ, 2014.
- TREVISAN R. G., EITELWEIN M. T., VILANOVA JÚNIOR. N. S., SALVI, J. V., MOLIN J. P., PASSALAQUA, B. P. **Avaliação da precisão dos sinais RTK e RTX em ensaio estático e cinemático**. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2014, São Pedro. Anais...Jaboticabal: SBEA, 2014.

Qualidade Silvicultural: a fertilização de base e sua influência no desenvolvimento inicial de plantações de eucalipto

José Henrique Bazani¹; Guilherme Zaghi Borges Batistuzzo²; Ana Rosária Sclifó Zucon³;
Maurício Reynaldo Prieto⁴; José Leonardo de Moraes Gonçalves⁵;
José Henrique Tertulino Rocha⁵, Eduardo Sereguin Aparecido Cabral de Melo⁶

¹ 4Tree Agroflorestal - E-mail de contato: bazani@4tree.com.br

² International Paper do Brasil

³ Pöyry

⁴ Copener Florestal

⁵ Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP

⁶ Asia Pulp and Paper

Adaptado de:

BAZANI, J. H.; GONÇALVES, J. L. M.; ROCHA, J. H. T.; MELO, E. A. S. C.; PRIETO, M. R. Nutrição fosfatada em plantações de eucalipto. **Informações Agrônomicas** - IPNI. n.148, p. 1-11, 2014.

RESUMO

O P é um nutriente que tem apresentado grande importância na sustentação da produtividade das plantações de eucalipto em ambientes tropicais. Sua participação é relevante tanto no ganho em produção de madeira por unidade de área quanto na composição do desembolso necessário para formação dos maciços florestais. Para o fornecimento do nutriente via fertilização é comum a utilização de fertilizantes fosfatados “solúveis” (MAP, superfosfato simples e superfosfato triplo), ou a associação entre fertilizantes “solúveis” e fosfatos naturais reativos (FNR), de origem sedimentar. Produtos que associam substâncias húmicas à molécula do fosfato e fertilizantes com liberação controlada de nutriente encontram-se em fase de teste em plantações de eucalipto. Um conjunto de experimentos e ensaios operacionais foram estruturados para se avaliar os impactos da fertilização fosfatada (de base) no desenvolvimento inicial de plantações de eucalipto de elevada produtividade. Para tanto comparou-se o crescimento das plantas e a produção de madeira obtida com a utilização de fertilizantes fosfatados com solubilidades distintas e foram realizados testes operacionais para identificar oportunidades na qualidade de aplicação de P levando-se em conta as características físicas dos produtos (fertilizantes formados por mistura de grânulos [MGO] ou mistura granulada [MGA]) e o modo de aplicação em campo (fertilização manual ou fertilização mecanizada). Os resultados mostraram que a aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis refletiu em maior valor de produção de madeira relativamente às plantas que receberam aplicação de FNR e do tratamento Controle. A presença do P gerou incremento no Índice de Área Foliar e, conseqüentemente, na biomassa aérea das plantas. Apesar da maior quantidade de P no solo obtida com a utilização do fosfato natural reativo, sua utilização não promoveu ganhos em produtividade de madeira durante o período avaliado (25 meses iniciais). Com relação aos aspectos operacionais, a MGA apresentou maior densidade e fluidez, proporcionando melhor escoabilidade do insumo no implemento e, conseqüentemente, melhor distribuição do nutriente na linha de aplicação. Notou-se maior homogeneidade de aplicação do fertilizante quando esta foi realizada de modo mecanizado, com menor coeficiente de variação dos teores de nutrientes e maior uniformidade no desenvolvimento das copas das plantas. Os trabalhos desenvolvidos mostraram que é fundamental se prezar pela qualidade dos fertilizantes utilizados na formação das plantações florestais, o que pode refletir em maior retorno econômico ao investimento realizado.

INTRODUÇÃO

A limitação nutricional é frequente em plantações de eucalipto, em especial para P, K e B (GONÇALVES, 2011). Atualmente a fertilização é responsável por ganhos entre 30 e 50% na produção de madeira e o P, apesar de ser o macronutriente de menor conteúdo na planta, tem alto efeito na produtividade de madeira. Nos plantios de eucalipto estabelecidos no sistema de cultivo mínimo do solo, os teores de matéria orgânica nas camadas superficiais, geralmente, são altos, o que contribui

para a formação de complexos organominerais entre colóides de argila e substâncias húmicas, e de quelatos entre estas substâncias e os cátions polivalentes (p.ex. Fe^{3+} , Al^{3+} e Ca^{2+}). Nestas circunstâncias, conjuntamente com a aplicação localizada dos fertilizantes fosfatados, o potencial de fixação de P é baixo. Há predomínio de formas orgânicas lábeis deste nutriente, que são gradativamente mineralizadas e disponibilizadas às plantas. Devido à sua baixa mobilidade no solo e ao alto poder competitivo das plantas daninhas, o P deve ser aplicado próximo ao sistema radicular das mudas, de modo uniforme em filetes no sulco de subsolagem ou em covetas laterais junto às covas de plantio. Isso garante a absorção e a uniformidade de distribuição do nutriente por planta, consequentemente, a maior homogeneidade de crescimento inicial das plantas.

A disponibilidade de P no solo é um dos indicadores utilizados para avaliar o potencial de resposta à fertilização fosfatada. Para plantações de eucalipto, teores de P-resina entre 0 e 2 mg dm^{-3} , 3 e 4 mg dm^{-3} , 5 e 7 mg dm^{-3} e $\geq 8 \text{ mg dm}^{-3}$ são considerados muito baixo, baixo, médio e alto, respectivamente. São esperadas altas respostas à aplicação de fertilizantes fosfatados quando o teor de P-resina estiver muito baixo e baixo. O potencial de respostas é pequeno se os teores de P-resina forem medianos. Não há resposta à fertilização fosfatada quando o teor de P-resina for maior do que 8 mg dm^{-3} (GONÇALVES et al., 2014).

A aplicação de fertilizantes minerais é responsável por, aproximadamente, 25% do desembolso necessário para formação dos plantios de eucalipto. Diversas opções de fertilizantes fosfatados podem ser usadas para garantir o suprimento de P às plantas, contudo é necessário levar em conta os aspectos técnicos e econômicos destes insumos para definição da fonte ideal a ser utilizada.

O uso de fontes “solúveis” (MAP, superfosfato simples e superfosfato triplo), ou a associação entre fontes “solúveis” e fosfatos naturais reativos (FNR) de origem sedimentar, são práticas usuais de fornecimento de P em plantações comerciais de eucalipto no Brasil. Durante as décadas de 1980 e 1990, diversos estudos foram conduzidos, em casa de vegetação e em condições de campo, para verificar a eficiência do uso de rochas fosfáticas brasileiras (fosfato de Araxá, Patos, Catalão) no fornecimento de P em plantações de eucalipto. Com a abertura ao mercado internacional e a obtenção de fosfatos naturais de origem sedimentar e de melhor qualidade, com 30% de P_2O_5 total e 9% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico 2% ($\text{HCl}2\%$), vindos do norte da África, por exemplo, criou-se, para algumas situações, um modelo misto, embasado no fornecimento imediato de P no plantio, conseguido por meio de fontes fosfatadas solúveis, além do fornecimento gradual de P, obtido por meio dos processos de solubilização de fosfatos naturais reativos, ao longo do ciclo da cultura, com a possibilidade de um efeito residual durante o segundo e o terceiro ciclo de corte.

Novos fertilizantes fosfatados têm sido desenvolvidos pela indústria com o intuito de aumentar a eficiência de utilização do P pelas plantas. Produtos que associam substâncias húmicas à molécula do fosfato e fertilizantes com liberação controlada de nutriente encontram-se em fase de teste em plantações de eucalipto. Para alguns produtos, resultados preliminares de pesquisa apontam um cenário promissor. A maior eficiência em absorção de P e a maior qualidade física do produto proporcionam melhores práticas de manejo da fertilização fosfatada. Contudo os reflexos na produção de madeira ainda não estão totalmente elucidados.

Eficiência dos fertilizantes fosfatados

Bazani (2014) comparou a eficiência de fertilizantes fosfatados solúveis, pouco solúveis e complexados com substâncias húmicas em plantações de *Eucalyptus grandis* durante os 24 meses iniciais do crescimento das plantas. O estudo foi conduzido no município de Itatinga, SP em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de textura média, com teor de P-resina inferior a 3 mg dm^{-3} na camada de 0-40 cm. Em uma fase inicial foi avaliada a eficiência de absorção de P usando como fontes (tratamentos) i) a mistura de MAP e superfosfato simples (SSP), ii) o MAP e SSP complexado com substâncias húmicas (CSP) e iii) o fosfato natural reativo (FNR). Os fertilizantes fosfatados foram aplicados em filete contínuo no sulco de subsolagem (profundidade entre 10 e 20 cm), na dose de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 solúvel. Durante 370 dias foi avaliada a biomassa produzida e a quantidade de P acumulada nas plantas. Aproximadamente 60% do P acumulado na planta foi assimilado nas folhas. O sistema radicular, os galhos, os lenhos, as cascas e os folhedos continham, respectivamente, 16%, 12%, 6%, 4% e 2% do P absorvido pela planta.

Por se tratar de um nutriente ligado diretamente ao metabolismo energético da planta, a aplicação de fertilizante fosfatado junto ao plantio das mudas favorece o crescimento inicial e estimula o

desenvolvimento do sistema radicular. Bazani (2014) verificou aumento em 52% (sentido da linha) e 21% (sentido entrelinha) na densidade de raízes finas (DRF) (< 3 mm de diâmetro) em árvores de *E. grandis* aos 370 dias pós-plantio. Na ausência de fertilização fosfatada, o sistema radicular teve menor desenvolvimento e ficou localizado nos primeiros 20 cm, no sentido da linha, e nos primeiros 10 cm do solo, no sentido da entrelinha.

As diferenças no valor acumulado de P foram mais evidentes nas fases iniciais do crescimento (Figura 1a). Aos 370 dias após o plantio, o acúmulo de P nas plantas fertilizadas foi similar ao tratamento Controle (Figura 1b). Esta igualdade entre os tratamentos no período entre seis e doze meses de idade tem relação direta com o déficit hídrico estabelecido no segundo semestre de 2013, que, reduziu o crescimento das árvores. Isso fez com que a nutrição das plantas se tornasse um fator secundário, frente à limitação hídrica. O coeficiente de utilização biológica de P (CUB^2) teve aumento com o avançar da idade das plantas. Aos 370 dias após o plantio, este índice foi, em média, três vezes superior ao encontrado aos 90 dias. Ao final do período experimental, a aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis refletiu em maior valor de CUB, relativamente às plantas que receberam aplicação de FNR e do tratamento Controle (Figura 1c).

Em segundo experimento, em área adjacente à descrita acima, avaliou-se o efeito das fontes fosfatadas na produção de madeira de *E. grandis* utilizando parcelas experimentais compostas por 81 plantas. Cinco estratégias (tratamentos) foram definidas para o fornecimento de P: i) fontes fosfatadas solúveis convencionais, MAP+SSP (PSC); ii) fosfato natural reativo (FNR); iii) mistura de PSC e FNR, em proporções iguais de P_2O_5 solúvel (PMC); iv) superfosfato complexado com substâncias húmicas (PSE); v) mistura entre superfosfato complexado com substâncias húmicas e pequena porção de FNR no mesmo grânulo (PME). A forma de aplicação de P e o critério para definição das quantidades usadas de cada fertilizante foi similar ao experimento anterior. Passados 12 meses do plantio, o teor médio de P no solo das parcelas fertilizadas foi de, aproximadamente, 70 mg dm^{-3} , concentrados nos primeiros 20 cm do solo (Figura 2), onde houve a aplicação do fertilizante. É claro o efeito de localização do P no solo, restrito ao local de aplicação, em função de seu baixo coeficiente de difusão. Neste período o maior teor de P foi obtido com a aplicação de FNR. Devido ao caráter ácido do solo (pH $CaCl_2$ na camada 0-20cm = 4,0) há solubilização de formas menos lábeis de P contidas na estrutura cristalina da rocha fosfática. Na camada entre 0 e 10 cm, o teor de P-resina foi de 158, 60 e 58 mg dm^{-3} para os tratamentos FNR, PME e PMC (que receberam aplicação de fosfato natural reativo), respectivamente. Nesta profundidade, com a aplicação de P solúvel (PSC e PSE), o teor médio de P-resina foi de 55 mg dm^{-3} .

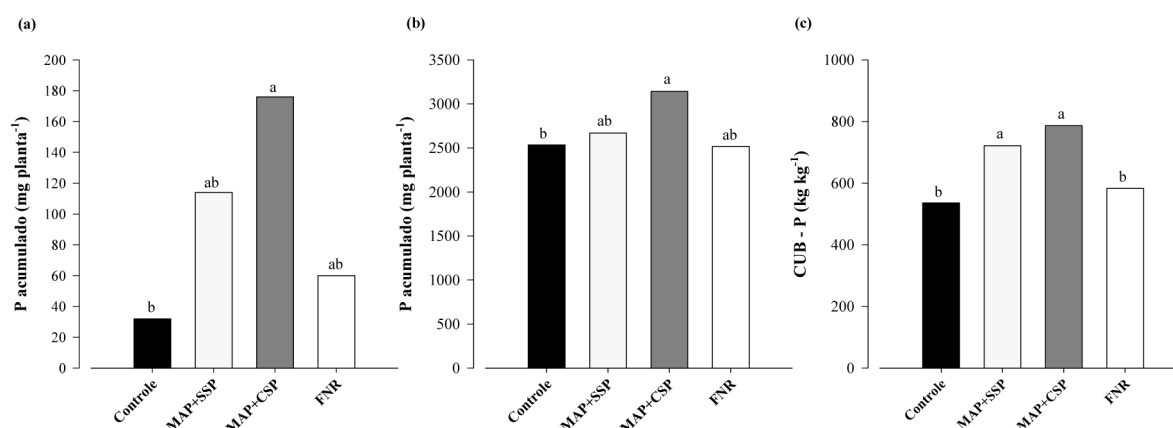


Figura 1 - Acúmulo de P em plantas de *Eucalyptus grandis* aos 90 dias (a) e 370 dias de idade (b) em função da solubilidade do fertilizante fosfatado e (c) Coeficiente de Utilização Biológica (razão entre a biomassa de lenho e a quantidade de P acumulada na planta) em função da fonte do fertilizante fosfatado aos 370 dias após o plantio (BAZANI, 2014). Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

² CUB = quantidade de biomassa de lenho produzida em função da quantidade P acumulada na planta (BARROS et al., 1986).

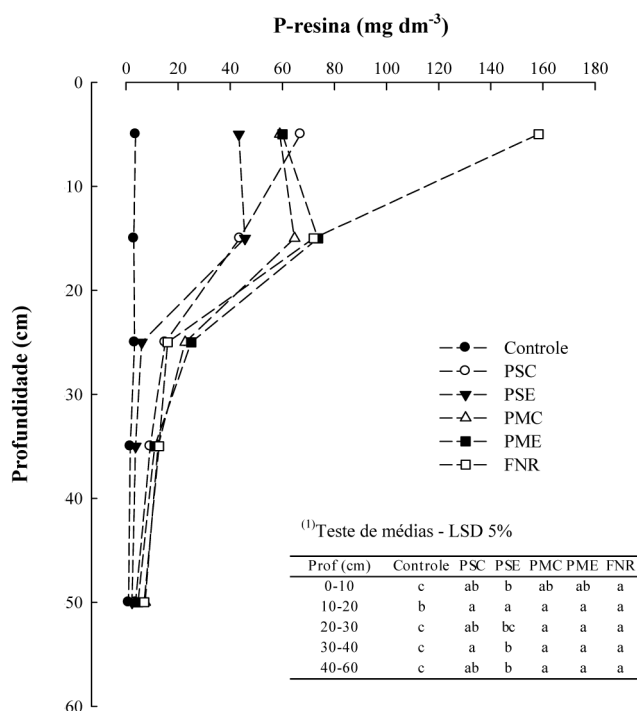


Figura 2 - Teor de P-resina na linha de plantio 12 meses após a aplicação de fertilizantes fosfatados em povoamento de *Eucalyptus grandis* (BAZANI, 2014). ¹Tratamentos seguidos pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste LSD. Tratamentos: i) controle; ii) PSC – fontes fosfatadas solúveis convencionais (MAP e superfosfato simples); iii) PSE – superfosfato complexado com substâncias húmicas; iv) PMC - mistura de PSC e FNR, em proporções iguais de P_2O_5 solúvel; v) PME - mistura entre superfosfato complexado com substâncias húmicas e pequena porção de FNR no mesmo grânulo; vi) FNR – fosfato natural reativo

A fertilização fosfatada alterou a quantidade de folhas e a produção de biomassa das plantas. Aumento de 70% no índice de área foliar (IAF) e 93% na biomassa aérea foram registrados aos 14 meses de idade. Aos 25 meses, em função de acentuado déficit hídrico, houve redução da resposta à fertilização fosfatada, contudo a presença do P gerou incremento de 26% no IAF e 47% na biomassa aérea das plantas (Figura 3). Foi verificada tendência de aumento do IAF e da biomassa das plantas com a utilização do fosfato complexado com substâncias húmicas. Apesar da maior quantidade de P no solo, a utilização do FNR não promoveu ganhos em produtividade de madeira durante os 25 meses avaliados. Não foi alterada a partição da biomassa das plantas com a utilização de fosfatos de distintas solubilidades. De modo geral, constatou-se que, aos 25 meses de idade, a biomassa aérea das plantas foi composta por 60% lenho, 15% galho, 14% folha, e 11% casca (Figura 3b).

Com maiores quantidades de folha e maior crescimento, as plantas que receberam a aplicação de P solúvel tiveram menor incidência de ataque de ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*). A infestação ocorreu em 30% dos indivíduos, em um nível tolerável pela planta. Com a ausência do P, a incidência de ferrugem foi de 54%, sendo que em 20% destes, o nível de infestação foi mais severo, com acentuada diminuição do crescimento da planta. Além disso, os povoamentos que receberam fertilização fosfatada tiveram fustes com dimensões 5% mais uniforme. Conclui-se que é possível assegurar altos níveis de produtividade do eucalipto utilizando apenas fontes fosfatadas totalmente solúveis. Por apresentarem maior teor de P em sua composição, os custos com transporte, armazenamento e aplicação em campo são bem menores do que quando se usa conjuntamente aplicações de fontes fosfatadas pouco solúveis. O superfosfato complexado com substâncias húmicas é uma alternativa tecnicamente viável para nutrição fosfatada de plantações de eucalipto.

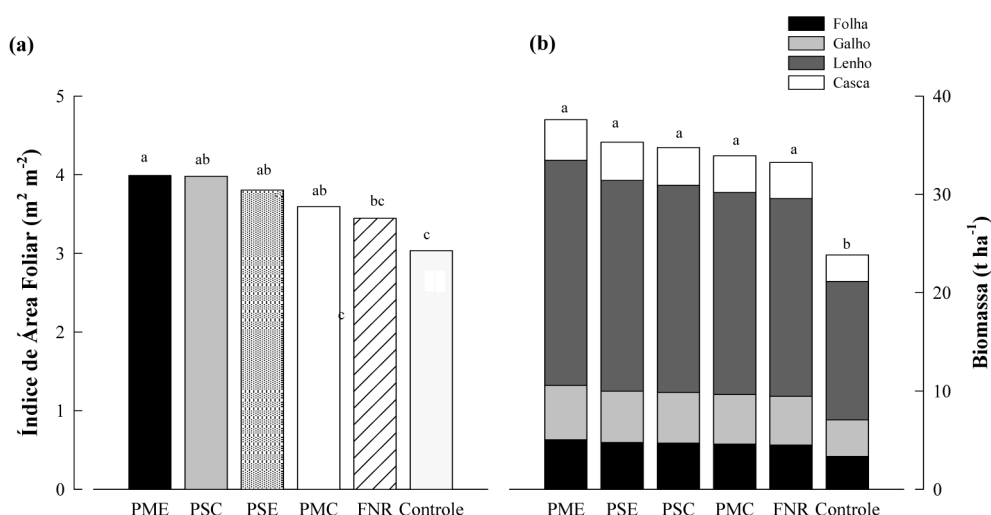


Figura 3 - Índice de área foliar (IAF) (a) e biomassa aérea (b) em plantio de *Eucalyptus grandis* com aplicação de diferentes fontes fosfatadas aos 25 meses após o plantio (BAZANI, 2014). Barras seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A resposta à fertilização fosfatada, medida por meio da Produção Relativa, foi de 50% aos 14 meses pós-plantio e de 69% aos 25 meses (Tabela 1). Mesmo com o acentuado período de escassez hídrica e estagnação do crescimento das árvores, a ausência da fertilização fosfatada reduziu em 30% a produção do povoamento.

Apesar da pequena diferença entre as fontes fosfatadas quanto ao efeito na produção de biomassa (Figura 3b), o cálculo do Índice de Eficiência Agronômica³ (IEA) revelou oportunidades quanto ao uso das fontes fosfatadas alternativas ao MAP e SSP convencionais (Tabela 10). No período experimental, a utilização de FNR proporcionou IEA em torno de 90%, ou seja, o tratamento FNR teve produção de madeira (desconsiderando a produção obtida no tratamento controle) 10% inferior ao tratamento contendo as fontes solúveis convencionais, MAP e SSP. Por outro lado, aos 24,6 meses de idade, a utilização de fertilizantes fosfatados contendo o complexo P-metal-SH proporcionou IEA de 128% no tratamento PME e 106% no tratamento PSE.

Tabela 1 - Produção Relativa e Índice de Eficiência Agronômica para a produção volumétrica de madeira em plantação de *Eucalyptus grandis* em duas idades. Foi considerado como referência o tratamento que recebeu aplicação do MAP e SSP (tratamento PSC)

Tratamento	Época de Avaliação	
	14 meses	25 meses
Produção Relativa (%)⁽¹⁾		
Controle	50 ± 4,5	69 ± 3,9
Índice de Eficiência Agronômica (%)⁽²⁾		
PSE	114 b	106 ab
PMC	99 b	87 b
PME	147 a	128 a
FNR	95 b	90 ab
DMS	31	39

¹valores médios (n=4) seguido do erro padrão da média.

²Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

³ Índice de Eficiência Agronômica (IEA) indica a porcentagem de aumento de produção fornecido pelo adubo testado em relação ao adubo padrão (tratamento PSC), descontando a produção obtida no tratamento controle (RAIJ, B van, 2011).

Qualidade da aplicação dos fertilizantes

O conhecimento dos atributos físicos e químicos dos fertilizantes, contribui para uma aplicação mais precisa e uniforme, assegurando o atendimento às prescrições técnicas. Estes atributos são, muitas vezes, negligenciados pelos silvicultores.

Prieto et al. (2014) avaliaram atributos físicos e a qualidade da aplicação de fertilizantes usados em plantação de eucalipto. Foram avaliados três fertilizantes compostos por “mistura de grânulos” (MGO), de formulação NPK 09:36:12+1%S+0,2%Cu+0,4%Zn, e um por “mistura granulada” (MGA), de formulação NPK 03:17:05+16%Ca+0,1%S+0,2%Cu+0,4%Zn (Tabela 2). As MGOs foram produzidas utilizando como fontes o nitrato de amônio, MAP, KCl, sulfato de cobre e óxido de zinco. Em laboratório foram determinadas a granulometria e o ângulo de repouso de cada produto, em campo, avaliou-se a profundidade de aplicação, a dose e a segregação de nutrientes em uma adubadeira com capacidade de carga de 1.000 kg. Os fertilizantes A1 e A2 são oriundos do mesmo fornecedor e possuem garantias semelhantes, embora constituídos com matérias primas com qualidades distintas. As MGOs apresentaram a maior dispersão granulométrica e a maior presença de partículas finas (<1mm). A MGA apresentou maior densidade e fluidez (menor ângulo de repouso). O fertilizante A2 possuía menor proporção de partículas menores que 2 mm (14%) em relação ao fertilizante A1, o que lhe confere maior uniformidade entre os grânulos.

Tabela 2 - Caracterização dos fertilizantes feita em condições de laboratório. Os valores de granulometria se referem à quantidade de material passante em cada malha

Fertilizante	Natureza física	Granulometria						Fluidez
		4 mm		2 mm		1 mm		
		%		%		%		
A1*	Mistura de grânulos	97,8	a	20,3	a	2,4	a	29,0 a
A2*	Mistura de grânulos	96,7	b	13,7	b	2,7	a	28,9 a
B1*	Mistura de grânulos	98,1	a	20,5	a	2,7	a	28,9 a
C3**	Mistura granulada	84,4	c	0,2	c	0,0	b	27,3 b

*A1, A2 e B1 – Fertilizantes NPK09:36:12+1%S+0,2%Cu+0,4%Zn, mistura de grânulos.

**C3 – Fertilizante NPK 03:17:05+16%Ca+0,1%S+0,2%Cu+0,4%Zn, mistura granulada

A profundidade de aplicação do fertilizante no sulco de subsolagem foi homogênea. Dos 720 pontos amostrados apenas 2,5% ficaram fora do limite de profundidade aceitável (30-35 cm), não havendo relação com o produto utilizado. A uniformidade obtida na profundidade de aplicação do fertilizante, mesmo havendo grande presença de tocos na área, é atribuída ao fato da fertilização ter sido realizada após a subsolagem. Assim, a linha de subsolagem fica livre de impedimentos que inviabilizam a passagem contínua, em profundidade regular, da haste de aplicação do fertilizante. Deve-se evitar, em áreas com grande quantidade de tocos, a realização da fertilização de base em conjunto com a subsolagem. As doses aplicadas sofreram variações entre ± 10 e $\pm 13\%$, independentemente do fertilizante utilizado.

Ao longo do ciclo de trabalho da adubadeira (aproximadamente 4 h) foram coletadas amostras de fertilizantes na posição de saída deste implemento, em três situações: i) no início do ciclo (entre 100 e 66% da capacidade de carga), ii) no meio do ciclo (entre 66 e 33% da capacidade de carga) e iii) no final do ciclo (entre 33 e 0% da capacidade de carga). Não foi constatada segregação do P dentro do reservatório (Tabela 3). O teor deste nutriente nas amostras de fertilizantes variou entre 1% e 4%. Para as MGOs A1 e A2, a variação ficou entre 4,0% e 2,3%, respectivamente. A menor variabilidade do fertilizante A2 pode ser atribuída a maior granulometria e uniformidade dos grânulos (Tabela 2). As variações de teores de Cu e Zn foram elevadas nas MGOs (30%). Foi verificado aumento do teor destes micronutrientes ao longo da linha de aplicação. A MGA apresentou menor variação nos teores de Cu e Zn (7%). Este efeito se deve à presença de todos os nutrientes no grânulo desta fonte. Segundo o fornecedor, no processo de fabricação da MGA, a variação média do teor de Cu e Zn é 5%.

Tabela 3 - Teores de P, Cu e Zn informados no rótulo dos fertilizantes e nas amostras coletadas no início, no meio e no final da aplicação de 1.000 kg de cada fertilizante (PRIETO et al., 2014)

Fertilizante	Natureza física	Teor de nutrientes (%)				Coeficiente de Variação
		Garantia	Início	Meio	Final	
Fósforo*						
A1	Mistura de grânulos	36,0	35,5	32,8	35,3	4,0
A2	Mistura de grânulos	36,0	34,1	35,7	34,5	2,3
B1	Mistura de grânulos	36,0	35,6	35,9	35,0	1,3
C3	Mistura granulada	17,0	16,2	16,2	16,5	1,2
Cobre						
A1	Mistura de grânulos	0,20	0,12	0,31	0,24	43,0
A2	Mistura de grânulos	0,20	0,19	0,20	0,30	26,4
B1	Mistura de grânulos	0,20	0,18	0,22	0,26	18,2
C3	Mistura granulada	0,20	0,16	0,14	0,15	6,7
Zinco						
A1	Mistura de grânulos	0,40	0,29	0,53	0,47	29,0
A2	Mistura de grânulos	0,40	0,31	0,34	0,62	40,4
B1	Mistura de grânulos	0,40	0,43	0,41	0,61	22,8
C3	Mistura granulada	0,40	0,25	0,26	0,23	6,2

*A1, A2 e B1 – Fertilizantes NPK09:36:12+1%S+0,2%Cu+0,4%Zn, mistura de grânulos.

**C3 – Fertilizante NPK 03:17:05+16%Ca+0,1%S+0,2%Cu+0,4%Zn, mistura granulada

Estudo de caso: Avaliação da fertilização de base – Aplicação manual x Aplicação mecanizada

Diferentes práticas de manejo na fertilização de base do eucalipto podem refletir no crescimento individual das plantas e na produtividade do plantio. Dessa forma, a iniciativa do estudo de caso partiu de observações de campo, onde talhões próximos de mesma idade, com sistemas de aplicações de fertilizantes diferentes, apresentavam desenvolvimento desigual. Assim, os objetivos do estudo de caso foram: comparar o desenvolvimento inicial das plantas em função dos sistemas de adubação manual e mecanizado; avaliar as vantagens da utilização de sistemas de gestão da informação da atividade de fertilização de base; avaliar as vantagens econômicas e fazer comparação de organograma de cada sistema.

Para a avaliação, foram utilizados dois talhões de 8 meses de idade: um com fertilização mecanizada com controlador de GPS, e o outro, a fertilização foi feita manualmente com covetas laterais as mudas, na linha do plantio. Três parcelas de 100 plantas foram instaladas em cada talhão, sendo medida a altura das árvores e os respectivos diâmetros de copa. As mesmas parcelas também foram identificadas e medidas com o uso da imagem de veículo aéreo não tripulado (VANT), para fins de comparação. Os parâmetros utilizados para a comparação foram: média da área de copa, coeficiente de variação (CV) e índice de uniformidade (Pvar50).

Em relação à aplicação mecanizada de fertilizante, foram comparados dados de dosagem com controlador de GPS e sem, a fim de obter melhor entendimento da variabilidade na distribuição do adubo em cada caso. Observa-se que no gráfico de distribuição dos dados com controlador GPS (Figura 4a), 82% dos dados estão entre 10% de variação, já no gráfico de distribuição dos dados sem controlador (Figura 4b), apenas 12,5% dos dados estão dentro de 10% de variação. Dessa forma, evidencia-se a vantagem da implementação de um sistema de adubação com controlador de GPS, em que a quantidade e vazão do adubo são controladas pela velocidade do trator, aumentando a precisão da operação e fornecendo quantidade recomendada às plantas.

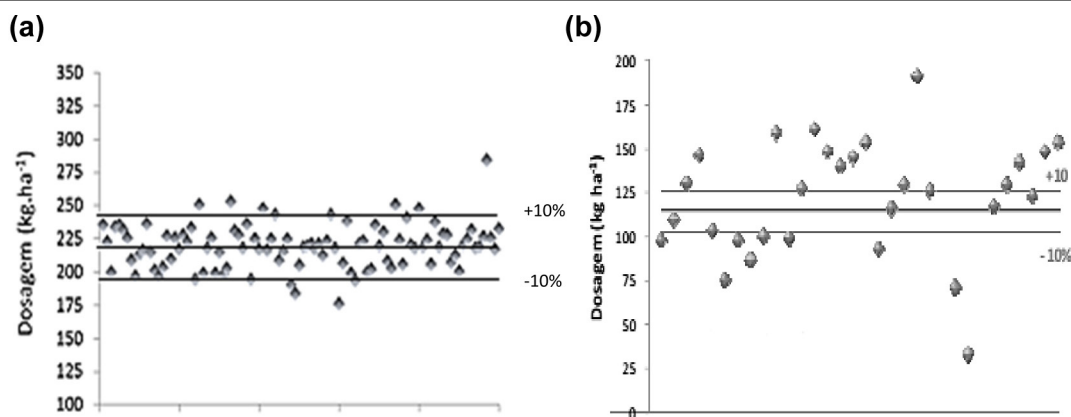


Figura 4 - Distribuição dos dados de dosagem dentro do intervalo de 10% de variação com controlador GPS (a) com dosagem recomendada de 220 kg.ha⁻¹ e sem controlador GPS (b) com dosagem recomendada de 115 kg.ha⁻¹

Quanto à comparação do desenvolvimento inicial das plantas em relação ao sistema de adubação utilizado (Tabela 4), comparando-se as médias de área de copa com base nas medições no campo e na imagem VANT, o sistema mecanizado se destaca em todos os parâmetros, com média de área de copas 0,6 m² planta⁻¹ maior que o sistema manual para medição no campo e 1,3 m² planta⁻¹ para a medição na imagem VANT; coeficiente de variação (CV) 24% menor na medição no campo e 16% na imagem VANT; e índice de uniformidade superior para ambas as medições, sendo 5,4% maior para a medição no campo e 7% para medição na imagem VANT. Os resultados mostram como o sistema mecanizado com controlador GPS, com maior precisão da aplicação da dosagem recomendada, reflete no crescimento das plantas e na uniformidade do plantio. Além disso, esses dados servem de subsídios para a tomada de decisão de qual sistema de adubação tomar. Se o valor dos parâmetros se mantém os mesmos ou até melhores quando se passa a utilizar um sistema mecanizado ao invés do manual, a tomada de decisão pode ser baseada nos custos envolvidos em cada atividade.

Tabela 4 - Comparação entre dois sistemas de adubação com base na área das copas das árvores, medidas de duas formas, no campo e na imagem de VANT

Sistema de adubação	Medição no campo			Medição imagem VANT		
	Área da copa	CV	Pvar50	Área da copa	CV	Pvar50
	m ² /planta	— % —		m ² planta ⁻¹	— % —	
Mecanizado	3,7	39,0	37,1	3,0	42,0	35,4
Manual	3,1	55,0	31,7	2,7	58,0	28,3

Não é novidade que o cenário da silvicultura, assim como muitos de outras cadeias produtivas, vem sentindo uma forte pressão para mecanização das atividades manuais. A atividade de adubação de base ainda é realizada de maneira manual em muitas empresas do setor florestal brasileiro. Esta atividade apresenta um custo elevado associada a uma baixa capacidade de campo. A substituição de atividades manuais por mecanizadas devem gerar aumento de capacidade de produção, melhorias de segurança, ergonomia, além de possibilitar melhorias do posto de trabalho (BATISTUZZO et al., 2012). A mecanização e automação das atividades de silvicultura devem abranger todas as etapas de formação de uma floresta, abrangendo desde o planejamento, a atividade em si, controle de qualidade e o gerenciamento operacional.

A coleta de dados relacionada ao controle de atividades de campo na silvicultura é, historicamente, realizada por meio de apontamentos em fichas de controle de qualidade e de produção. Este processo necessita de recurso para geração de intensidade amostral, do controle em si, digitação, processamento destes dados, análise e interpretação dos resultados. A tecnologia da informação aliada à silvicultura tem o potencial de promover uma grande eliminação de etapas e melhoria deste processo. Esta associação surge como uma ótima ferramenta de análise e está englobada pela silvicultura de precisão.

Diversos fatores conjugados possibilitam a melhoria do processo, como a redução do intervalo de tempo entre a geração da informação no campo e análise de dados para um gerenciamento da atividade, a facilidade de geração e disponibilidade desta informação, além do controle de fato da garantia da qualidade da aplicação com auxílio de tecnologia embarcada na máquina de operação. Ferramentas de SIG auxiliam na visualização espacial de aplicação de insumos e trafegabilidade de máquinas permitindo correções pontuais de atividades e melhor gerenciamento do sistema mecanizado.

Estes dados passam a ser tratados não mais por amostragem e sim a cada instante, pré-definido, de funcionamento do equipamento, eliminando erros amostrais e equipe para coleta. O maior volume de dados espacializados, em toda área, aumenta confiabilidade da qualidade do trabalho realizado.

Por outro lado, existem muitos desafios a serem superados por todos estes sistemas. A capacitação profissional para operação e manutenção destes equipamentos com tecnologia embarcada ainda é precária na área florestal. Para ultrapassar este ponto, duas vias de desenvolvimento deverão ser trabalhadas: uma é a capacitação da mão de obra, tanto para apontamento embarcado e manutenção do sistema, quanto para análise e gerenciamento de dados; outra é a linha de produtos com interface mais amigáveis ao operador. Dados gerados muitas vezes possuem limitações e podem gerar ruídos no processamento e interpretação. Mas não devem ser um fator que limite a tecnologia e sim como uma tarefa a mais; não podem colocar a tecnologia em descrédito por isso (MOLIN, 2009).

Atualmente não se vê com tanta frequência a utilização de tecnologia embarcada na área florestal como se tem na agricultura. Estudos de manejo considerando a influência da variabilidade espacial dos sítios onde estão povoamentos florestais necessitam ser mais aprofundados e difundidos para que fomentem a utilização de silvicultura de precisão.

Os conjuntos de práticas de manejo deverão vir em decorrência da “silvicultura de precisão” irão, de maneira expressiva, contribuir para resolver ou minimizar a heterogeneidade dos plantios florestais e consequentemente proporcionar um aumento de suas produtividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade dos fertilizantes usados em plantações florestais deve ser motivo de atenção e preocupação entre os silvicultores, pois os custos com estes insumos são elevados. O critério econômico é fundamental no momento da tomada de decisão sobre que fonte fosfatada aplicar. Por exemplo, entre 2013 e 2014, o custo por quilograma do P_2O_5 disponível às plantas foi menor para as fontes solúveis comparativamente ao FNR. O custo do quilograma de P_2O_5 disponível do superfosfato triplo é de US\$ 0,94 kg^{-1} (41% P-CNA+água) e, do FNR, US\$ 1,64 kg^{-1} (9% P-HCi2%).

A utilização do complexo P-metal-SH para fornecimento de P se mostrou uma alternativa tecnicamente viável por favorecer a absorção de P pela planta. É necessário que o acompanhamento destas tecnologias seja efetuado até o final da rotação de cultivo, de modo a dimensionar melhor os possíveis ganhos obtidos com o produto. Este tipo de fertilizante traz consigo alguns benefícios importantes para as atividades de fertilização, além da garantia de produção de madeira. Por se tratar de uma mistura granulada, não há o risco de ocorrência de segregação de nutrientes, desde que, no processo de fabricação, a mistura seja efetuada corretamente.

Um produto mais homogêneo possibilita a utilização de reservatórios de maior capacidade, conferindo maior autonomia de trabalho às adubadoras no campo. Por possuir boa uniformidade granulométrica, o fertilizante é mais fácil de escoar na adubadora, permitindo boa qualidade da distribuição e aumento nos rendimentos operacionais. Com índices de rendimento operacional mais altos, os custos de aplicação de fertilizantes tendem a diminuir.

Ajustes no processo de fabricação podem tornar estes produtos cada vez mais competitivos. A maior eficiência de uso do P, pelo complexo P-metal-SH, estimula a pesquisas que envolvam diferentes doses do produto comparativamente às fontes fosfatadas convencionais. Estes estudos podem indicar oportunidades de racionalização da quantidade de fertilizante fosfatado a ser aplicado.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e à FAPESP (Processo nº 2012/18234-5) e à empresa TIMAC Agro pelo apoio financeiro durante a condução das pesquisas em campo e à empresa International Paper por possibilitar as avaliações referentes à qualidade da aplicação dos fertilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. M.; NEVES, J. C. L. Classificação nutricional de sítios florestais: descrição de uma metodologia. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 10, p. 112-120, 1986.

BATISTUZZO, G. Z. B.; HAKAMADA, R. E.; PICINATTO JUNIOR, E. Desenvolvimento e Desafios para a Mecanização e Automação das Atividades Silviculturais. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 17, n. 38, p.52-56, 2013

BAZANI, J. H. **Eficiência de fertilizantes fosfatados solúveis e pouco solúveis, com ou sem complexação com substâncias húmicas, em plantações de eucalipto**. 2014. 129 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

GONÇALVES, J. L. M.; ROCHA, J. H.T.R.; BAZANI, J. H.; HAKAMADA, R. E. Nutrição e adubação da cultura do eucalipto manejada no sistema de talhadia. In.: PRADO, R. M.; WADT, P. G. S. (Eds). **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras**. Jaboticabal: FCAV/CAPEF, p. 349-382, 2014.

GONÇALVES, J. L. M. Fertilização de plantação de eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. M.; PULITO, A. P.; ARTHUR JÚNIOR, SILVA, L. D. (Eds.). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2011, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: PTSM/IPEF/ESALQ/FUPEF, 2011. p. 85-114.

MOLIN, J. P. **Agricultura de Precisão**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. (Boletim Técnico)

PRIETO, M. R.; BAZANI, J. H.; BATISTUZZO, G.; ROCHA, J. H. T.; GONÇALVES, J. L. M. Influência das características físicas e químicas do fertilizante na uniformidade da adubação de base em plantios de eucalipto. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. *Anais...* Curitiba: EMBRAPA, p. 226-229, 2014.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

Controle de Qualidade das Práticas Silviculturais

Celso Trindade¹, Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo²

¹Consultor em controle de qualidade da Geraes Qualidade e Meio Ambiente Ltda.

Proprietário Viveiros Esteio e Tocantins. E-mail de contato: contato@celsostrindade.com.br

²Pesquisador de Nutrição Florestal - Asia Pulp and Paper. E-mail: eascmelo@yahoo.com.br

RESUMO

O controle de qualidade (CQ) é uma das principais ferramentas florestais para a gestão das atividades e melhoria contínua. Atualmente, é utilizado nas principais atividades de silvicultura. Cerca de 90% das empresas florestais de médio e grande porte florestais utilizam a ferramenta em suas atividades, tanto para o controle de processos como para o controle de produtos. No entanto, o CQ nem sempre é realizado durante a realização das atividades. Em algumas empresas é empregado após a conclusão da atividade de interesse. Nestes casos, a ferramenta limita-se a constatar erros e não a corrigi-los. Na silvicultura, seu uso é feito principalmente para as atividades de preparo do solo, plantio, aplicação de fertilizantes e controle da matocompetição. No entanto, desde a década de 90, evoluções substanciais nos métodos e aplicações do controle de qualidade não são notados. Esta é uma demanda que deve ser atendida em busca da melhoria contínua nas atividades florestais e diminuição de custos operacionais.

INTRODUÇÃO

A qualidade das atividades silviculturais está diretamente associada a homogeneidade, produtividade e lucratividade do negócio florestal. A adoção de práticas voltadas ao gerenciamento das atividades florestais auxilia na otimização dos recursos naturais e financeiros, evitando perdas e desperdícios. Nas atividades silviculturais, essas práticas, conhecidas como controle de qualidade, fornecem aos gestores, ferramentas para a tomada de decisão e auxiliam no direcionamento de esforços em prol da excelência silvicultural.

O controle estatístico de processos, ou CEP, é uma importante ferramenta de controle de qualidade. Desenvolvida com critério acadêmico e baseada na vivência prática, seus principais objetivos são:

- Prevenir distorções e erros nos processos, possibilitando correção imediata, na detecção;
- Reduzir as variações e assegurar a melhoria dos processos, garantindo previsibilidade e confiabilidade, com qualidade nas operações e ampliando assim seu nível de confiança;
- Contribuir para melhoria do nível de informações e enriquecendo consequentemente o cadastro florestal do talhão;
- Auxiliar na composição de relatórios gerenciais e definição/ajustes de indicadores de qualidade.

CONTROLE DE QUALIDADE NAS EMPRESAS FLORESTAIS

O uso de sistemas de qualidade, para a gestão das atividades florestais, é feito por mais de 90% das empresas de médio e grande porte. Dentre estas, é utilizado um dos sistemas a seguir, ou uma combinação de dois:

Controle de Processo – realizado pelo encarregado/supervisor da equipe, no momento de realização do processo. Os erros detectados são imediatamente tratados ou encaminhados para correção, evitando reincidência no erro;

Controle de Produto – realizado depois de concluído o processo, sendo difícil se aplicar tratamento ao ocorrido, servirá como experiência a não ser utilizada em atividade futura. Este sistema é empregado por algumas empresas que contratam terceiros e muitas das vezes os pagamentos deles são ligados ao atendimento aos itens de qualidade.

Devido a capacidade de atuação sobre os desvios e a possibilidade de recuperação dos recursos investidos, ferramentas de controle de processo constituem-se na melhor alternativa para minimização dos erros e recuperação dos insumos utilizados. Neste sentido, é possível o desdobramento do

uso das ferramentas da qualidade para o tratamento dos desvios encontrados.

O foco, durante a instalação dos sistemas de qualidade, deve ser a identificação dos parâmetros principais de avaliação, definindo quais serão os indicadores avaliados, de acordo com os danos potenciais causados por estes. Muitas vezes, é necessário a elaboração de manuais de produto, processo e controle de qualidade, para então, proceder aos treinamentos.

O controle de qualidade pode ser realizado para, praticamente, todas as atividades, mas deve-se atentar para não criar um sistema muito complexo e de difícil acompanhamento, execução e atualização.

Principais atividades monitoradas pelo controle de qualidade

Dentre as atividades de silvicultura, ressalta-se a importância do controle de qualidade nas atividades de preparo do solo, plantio, fertilizações, combate à matocompetição e combate à formiga. Para estas atividades, diferentes parâmetros são avaliados, sempre definidos por sua importância e impacto na homogeneidade e produtividade das florestas.

Preparo de solo

Para garantir a qualidade da atividade, após o preparo do solo, são avaliados a profundidade preparada, largura de rompimento, profundidade do fertilizante e espaçamento entre linhas. Estes parâmetros, quando não observados, podem acarretar em um menor volume de solo disponível à exploração radicular, aumento da competição entre plantas e retardo no arranque inicial, devido à distância do fertilizante. A avaliação da profundidade preparada do solo pode ser realizada com penetrômetro, para a identificação da resistência à penetração, ou com gabarito, para simples conferência da profundidade, em cm (Figura 1). A largura de rompimento pode ser avaliada com trena ou gabarito, medindo a faixa de solo revolvida superficialmente com a atividade. O fertilizante pode ser localizado após a abertura de uma pequena trincheira na faixa de solo preparada. Cuidadosamente, procura-se no perfil de solo aberto, o filete de fertilizante distribuído durante a operação e, assim, mede-se sua distância em relação à superfície do solo. O espaçamento entre linhas pode ser medido com trenas ou gabarito desenvolvido para a avaliação (Figura 2)

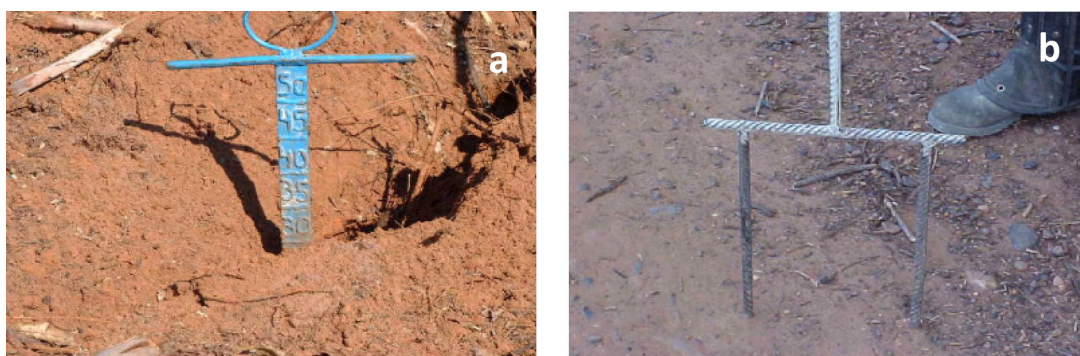


Figura 1 – Avaliação da profundidade de preparo do solo em área coveada (a) e subsolada (b)



Figura 2 – Medição das entrelinhas (a) e área avaliada quanto ao espaçamento entrelinhas (b)

Plantio

Durante o plantio, avalia-se a ocorrência de coleto afogado, substrato exposto, caule da muda encostando no solo. O coleto das mudas deve estar quase completamente para fora do solo. O substrato não deve ser exposto, pois sua desidratação aumenta a chance de morte da muda, e o caule da muda não deve ficar encostado ao solo, pois poderá se queimar, principalmente em solos mais arenosos.



Figura 3 – Muda com coleto afogado devido à profundidade de plantio da muda

Aplicação de fertilizante

A aplicação dos fertilizantes é avaliada quanto à dosagem e localização da aplicação. Para aferição da dosagem, em atividades mecanizadas, utiliza-se a máquina parada mas com o motor de distribuição do fertilizante ligado. Nesta avaliação, é colocado um recipiente no local de saída de fertilizante e, então, é coletado o fertilizante por um período pré-determinado, com base na velocidade e faixa de aplicação, tem-se a extrapolação da quantidade por ha e a definição da conformidade da operação. Em caso de desvio superior ao recomendado, é realizada a correção da vazão para o recomendado.

Para atividades manuais, coleta-se, em recipientes ou sacos plásticos, a quantidade de fertilizante que está sendo distribuída, pesando cada uma das amostras posteriormente.



Figura 4 – Aferição da dose coletada em aplicação mecanizada (a) e manual (b)

A localização de aplicação dos fertilizantes também é controlada, tanto a aplicação manual quanto a mecanizada, por meio da abertura de covas para avaliação da distribuição (Figura 5).



Figura 5 – Trincheira aberta para avaliação da profundidade de distribuição do fertilizante

Controle da matocompetição

No controle de mato competição, são avaliados o momento da intervenção química, a dosagem do produto utilizado, a faixa controlada e a deriva na aplicação. Estes parâmetros podem ser influenciados pelo equipamento utilizado, devido à velocidade de aplicação do maquinário, altura da barra do pulverizador, tipo de equipamento e bico e espaçamento entre bicos, além das condições climáticas no dia da aplicação.

Controle de formiga cortadeira

A eficiência da aplicação de iscas para o controle de formigas cortadeiras é feito pela dosagem e localização da isca aplicada. Subdosagens podem paralisar a atividade dos formigueiros por alguns meses, mas não erradicam, gerando demandas por futuras aplicações de isca. Quanto à localização, se distribuídas em local incorreto, há chances de as formigas não carregarem a isca para o formigueiro, inutilizando a atividade.

Reflexões sobre o controle de qualidade

A avaliação da qualidade, após a realização da atividade (avaliação do produto), com serviço terceirizado e sem a possibilidade de correção dos erros, deveria ser repensada. É fundamental que estas avaliações sejam realizadas no momento da atividade, e pela mesma empresa responsável por sua execução, para permitir a diminuição dos desvios e de potenciais prejuízos econômicos. A terceirização das avaliações contínuas deve ser interpretada como descrédito ao trabalho de campo. As auditorias periódicas devem ser realizadas com o conceito de agregação de valor aos processos, os desvios observados devem ser devidamente tratados para que não mais ocorram.

Terceirizar a avaliação é um indicativo de que a gestão e a silvicultura da empresa necessitam melhorias. Relatórios gerenciais são necessários, mas devem ser fundamentados nas ações tomadas frente aos desvios de conformidade e não na valorização exagerada dos erros obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande maioria dos trabalhos praticados nas empresas ainda se encontra num patamar próximo ao do final da década de 90. Foram introduzidos, nas coletas de dados, melhores equipamentos, mas o conceito do controle pouco evoluiu.

Alguns desafios são apresentados para que se possa evoluir no controle de qualidade:

- Fazer uso das ferramentas da Silvicultura de Precisão para definição e intensidade de indicadores de interesse;
- Apoiar e desenvolver formas de controle para os novos equipamentos e procedimentos;
- Desenvolver uma cultura de qualidade baseada na responsabilidade e honestidade;
- Realizar as atividades dentro do tempo ideal, resultando em plantios mais homogêneos;
- Reduzir os custos de não conformidade pela sua identificação no processo;
- Investir no crescimento do ser humano dentro das organizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, M.; SILVA, A. P.; CANEVA, R. A.; BEIG, O. **Avaliação e controle de qualidade em florestas de *Eucalyptus***. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, n. 91, 1980. 8p.

JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C.; Qualidade Total. IN: MACHADO, C. C. **Colheita Florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2008, p. 337-373.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007, 159 p.

TRINDADE, C.; JACOVINE, L. A. G.; REZENDE, J. L. P.; SARTORIO, M. L. **Gestão e controle da qualidade na atividade florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 253 p.

TRINDADE, C.; REYNALDO, C. S.; ÂNGELO, M. P. L. Planejamento de viveiro e controle de qualidade de mudas. In VALE et al. (Ed). **Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, Manejo e Ambiência**. Viçosa: SIF, 2014, p. 121-137.

Calidad operacional y Silvicultura de precisión en Montes del Plata

Santiago Ferrando¹

¹Desarrollo y Calidad de Operaciones Forestales – Montes del Plata

E-mail de contacto: santiago.ferrando@montesdelplata.com.uy

RESUMEN

Montes del Plata es una empresa forestal fundada en Uruguay el 1º de octubre del año 2009. Desde el mes de setiembre, la Planta de celulosa comenzó su producción, la misma tiene una capacidad de 1.3 M ADt/a. El Área Forestal cuenta con 16 contratistas de silvicultura distribuidos en todo el patrimonio. En Montes del Plata, los períodos de plantación van de febrero a mayo y de agosto a noviembre. Durante el año 2012, el área silvicultura se embarcó en un proceso de discusión de un plan de desarrollo de contratistas. A raíz del mismo se comenzó a trabajar a fines de ese año en un Programa de Control de Calidad (PCC) con el propósito de conocer de manera objetiva el estado de situación para a partir de allí iniciar un proceso de mejora. Los resultados más tangibles y rápidos fueron: conocer el estado de situación de calidad de nuestras operaciones silvícolas y que los contratistas incorporaran a sus equipos personal destinado a Calidad. Montes del Plata también desarrolló un software que además de oficiar de base de datos, entrega los reportes automáticamente con los resultados de calidad obtenidos de manera inmediata. En paralelo a ello también se desarrolló una aplicación para equipos celulares, tablets y dataloggers de manera de registrar la información a campo en estos dispositivos eliminando el uso de papel. A mediados de 2014 viendo la buena adopción del Programa de Control de Calidad por parte de los contratistas y el personal propio de Montes del Plata la empresa resolvió implementar un sistema de incentivo/penalización económica a los contratistas en función de su desempeño en calidad. A su vez implementó un sistema de capacitación “on line” buscando que los usuarios puedan capacitarse desde la web accediendo en cualquier momento y las veces que consideren necesario. Además de comenzar a implementar este Programa durante el año 2013, Montes del Plata decidió ejecutar un proyecto de silvicultura mecanizada en reforestación con un equipo propio. Dichos proyecto busca la mecanización máxima de las actividades para lograr así disminuir la dependencia de la mano de obra y tener una base de datos de costos y productividad propia para comparar con los datos que tenemos de nuestros contratistas actuales.

INTRODUCCIÓN

Montes del Plata es una empresa forestal fundada en Uruguay el 1º de octubre del año 2009 por dos de las compañías del sector forestal más destacadas del mundo, Arauco, de capitales chilenos y Stora Enso, de capitales sueco-finlandeses. Ambas empresas son socias por partes iguales en Montes del Plata. El objetivo de Montes del Plata es producir celulosa en forma sustentable y eficiente. En la actualidad cuenta-se con unas 141.250 hectáreas forestadas con Eucalipto para abastecer con madera a planta de celulosa (Figura 1).



Figura 1 – Mapa con la distribución de los bosques de Montes del Plata en Uruguay

Desde el mes de setiembre del presente año, la planta de celulosa comenzó su producción. La misma tiene una capacidad de 1.3 MADt/a.

Actualmente, la empresa cuenta con aproximadamente 16 contratistas de silvicultura distribuidos en 11 departamentos que realizan todo el paquete de operaciones. En Montes del Plata, el período de plantación va desde febrero a mayo y desde agosto a noviembre, siendo los períodos de plantación más intensos desde marzo a mayo y desde agosto a octubre. No se realizan plantaciones en invierno debido a la presencia de heladas y, en verano, por temperaturas extremas. Montes del Plata planta, básicamente, *E. dunnii* de semillas, clones e híbridos. Actualmente, Montes del Plata realiza aproximadamente un 50% de sus plantaciones de forma mecanizada y un 50% de nuestra silvicultura se realiza en esquema de reforestación.

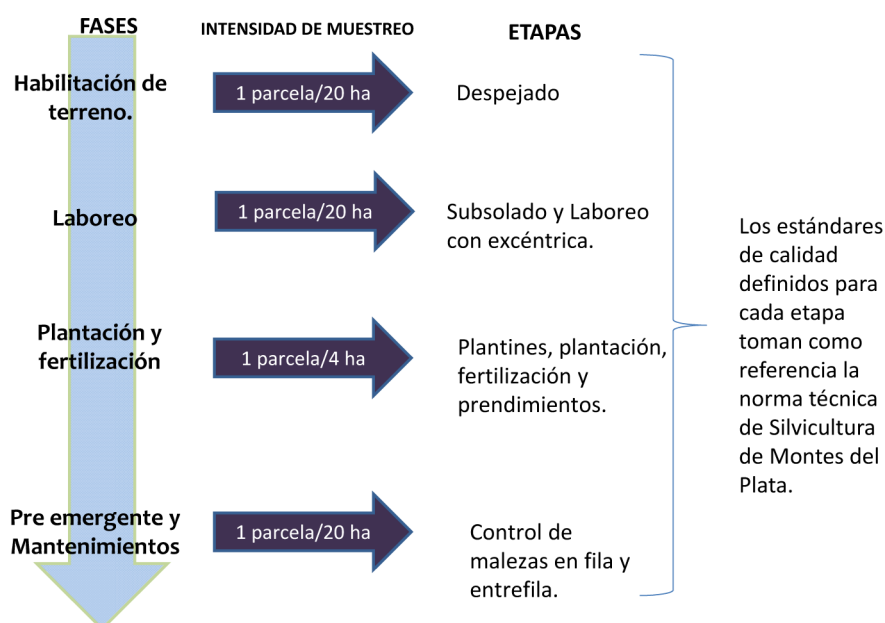
NUESTRO PLAN DE CALIDAD SILVICULTURAL

Durante el año 2012, el área de silvicultura se embarcó en un proceso de discusión que implicó un diagnóstico, una evaluación y un dimensionamiento óptimo de las empresas prestadoras de servicios silvícolas (Tabla 1). Por otro lado, se presentaron alternativas a adoptar para fundamentar un cambio tecnológico en busca de una mejora en la calidad de las operaciones. A raíz de esta propuesta se comenzó en diseñar un Programa de Control de Calidad (PCC) con el propósito de conocer de manera objetiva el estado de situación para a partir de allí iniciar un proceso de mejora (Figura 2).

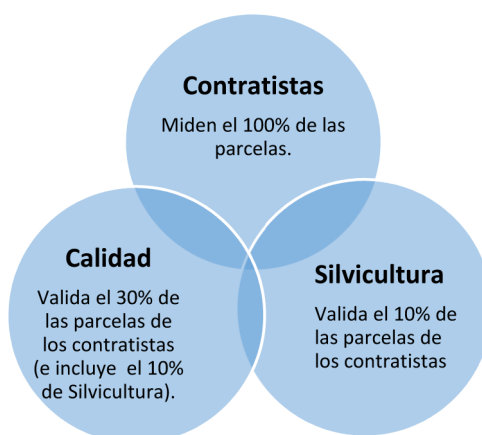
Tabla 1 – Plan de diseño, implementación y evaluación del programa de calidad.

Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Estatus
DISEÑO ESTRUCTURA PCC	11/12	03/13	
Armado de planillas e índices	11/12	11/12	Realizado
Definición de sistema de muestreo	12/12	12/12	Realizado
Armado de base de datos	12/12	01/13	Realizado
Interface aplicación/base de datos	12/12	03/13	Realizado
IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA	11/12	12/13	
Capacitación contratistas y supervisores MDP	11/12	03/13	Realizado
Armado e implementación	12/12	03/13	Realizado
Medición, procesamiento y validación	01/13	12/13	Realizado
EVALUACIÓN DEL PCC	05/13	01/14	
Análisis de indicadores 1º campaña	05/13	06/13	Realizado
Proyección de áreas y contratistas a controlar 2º campaña	06/13	07/13	Realizado
Análisis de indicadores 2º campaña	12/13	01/14	Realizado

Resumen PCC: Control de calidad por predio

**Figura 2** – Resumen del Programa de Control de Calidad en silvicultura.

La elaboración e implementación de los indicadores a medir por el Programa fueron analizadas y discutidas con todo el equipo de Silvicultura, Planeamiento, I+D y el equipo de Calidad. En el esquema anterior, se pueden observar las diferentes fases evaluadas en el programa al igual que las intensidades de muestreo y etapas evaluadas dentro de cada fase (Figura 3).

**Figura 3** – Partes involucradas en el Programa de Control de Calidad.

RESULTADOS DEL PROGRAMA

El resultado del programa más tangible y rápido para el área forestal fue conocer el estado de situación de calidad de nuestras operaciones silvícolas. Esto permitió, primeramente, definir fortalezas y debilidades, y posteriormente, comenzar a delinear una estrategia para iniciar un proceso de mejora continua. Para ello se implementaron varias herramientas de calidad, una de ellas fue la realización de gráficos de Pareto por fase evaluada (Figura 4).

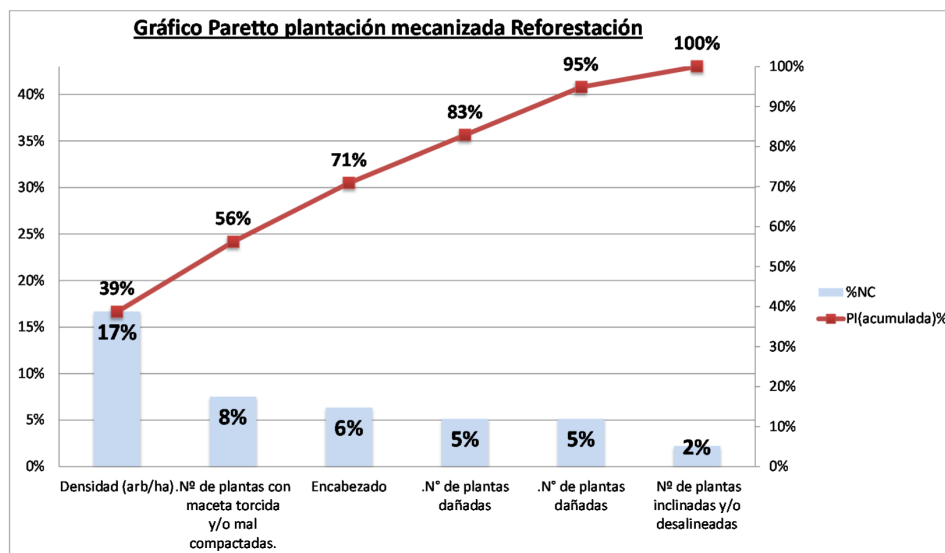


Figura 4 – Gráfico de Pareto de calidad de plantación mecanizada en reforestación

Para la actividad de plantación mecanizada en reforestación, antes de la implementación del programa, se creía que los mayores problemas eran “Maceta Torcida” y “Plantas Dañadas”. No obstante, después de una primera campaña de plantación, el programa mostró que los indicadores “Densidad” y “Maceta Torcida” eran los principales problemas que existían. Conocer el estado de situación también permitió poner luz sobre “pseudo” problemas que se suponía que existían. La presencia de indicadores obliga a discutir sobre cifras que tienen un respaldo de mediciones y permite abandonar las discusiones basadas en apreciaciones subjetivas y/o experiencias aisladas que antes se usaban para generalizar y/o simplificar determinados problemas.

Otro de los resultados obtenidos del programa fue que los contratistas incorporaron personal destinado a calidad, implicando que ellos mismos empezaran a implementar un sistema de gestión de la calidad operacional propio. Desde Montes del Plata se promueve la competencia entre empresas contratistas, semestralmente se realizan instancias de discusión de los resultados de calidad y comparaciones de desempeño entre los contratistas para cada fase (Figura 5).

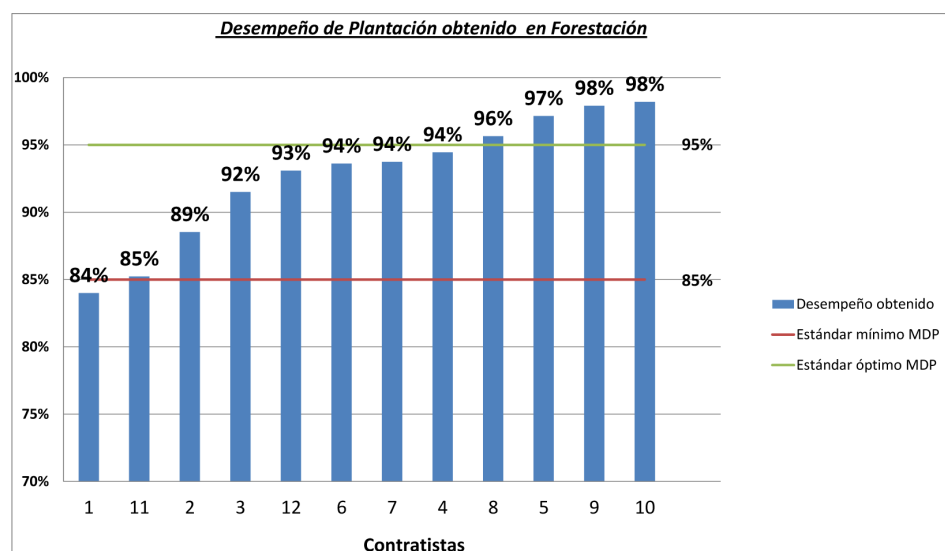


Figura 5 – Comparación de desempeño entre contratistas para la fase de plantación.

SISTEMA DE INCENTIVO/PENALIZACIÓN

A mediados del 2014, viendo la buena adopción del PCC por parte de los contratistas y el personal propio de Montes del Plata, La empresa resolvió implementar un sistema de incentivo/penalización económica a los contratistas en función de su desempeño en Calidad. Para que un contratista obtenga el incentivo además de superar los estándares óptimos de una fase, debe entregar la información en tiempo y forma, y contar con la validación del equipo de Calidad (Figura 6).



Figura 6 – Esquema de funcionamiento del sistema de incentivo/penalización por desempeño de calidad.

Es importante destacar que el sistema se aplica por fase y siempre a nivel predial por lo que un mismo contratista puede recibir una penalización en un predio y/o un incentivo en otro. Lo mismo ocurre a nivel de fase, por ejemplo puede recibir un incentivo por el laboreo, no recibir incentivo ni penalización en plantación y recibir una penalización en los mantenimientos.

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la gestión de información se trabajó con el equipo de IT en el desarrollo de un software que además de oficiar de base de datos, entregase los reportes con los resultados obtenidos de manera inmediata. En paralelo, a ello también se desarrolló una aplicación para equipos celulares, tablets y dataloggers de manera de registrar la información a campo en estos dispositivos y posteriormente enviar la información digitalizada a la base de datos que utiliza nuestro software (Figura 7).

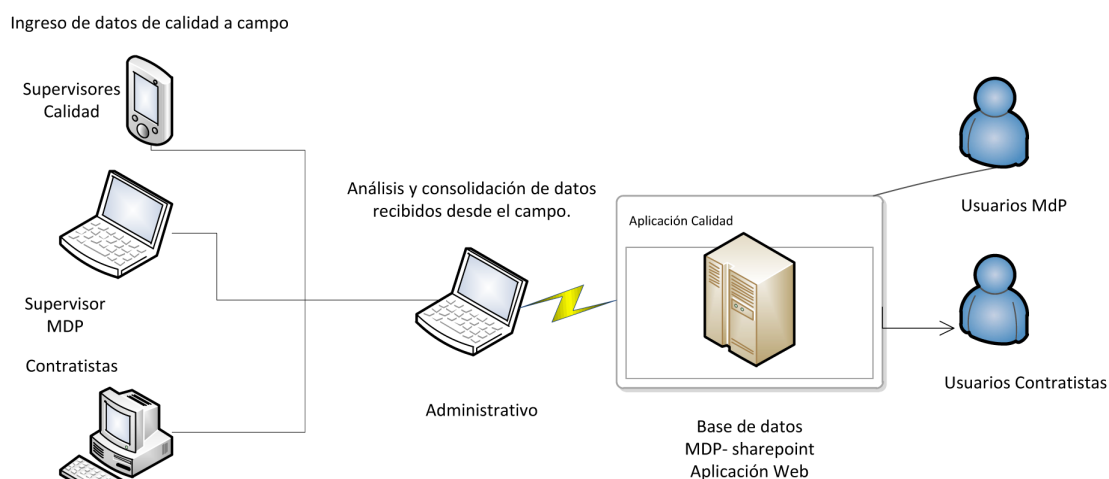


Figura 7 – Esquema de funcionamiento del sistema de gestión de información de calidad.

Como se ve en la figura 5, las distintas partes involucradas en las mediciones envían la información en fechas pre establecidas (incumplimientos con las fechas generan observaciones y/o multas), un administrativo revisa y consolida la información que posteriormente se carga en una base de datos. La aplicación toma la base de datos y genera los reportes que los usuarios soliciten en cualquier momento.

CAPACITACIÓN “ON- LINE”

Los planes de capacitación en este tipo de proyectos deben abarcar a los empleados propios y de contratistas ya que ellos son el recurso más valioso de toda la actividad del programa (Figura 8). Dicha formación contempla todos los aspectos sobre diseño, implementación, gestión de la información y mejora continua. Es muy importante incluir en las instancias de capacitación una explicación de cómo el resultado de los indicadores es fruto de las actividades que realiza el personal involucrado en las tareas silvícolas, de modo de incrementar la motivación hacia el logro de resultados.



Figura 8 – Capacitación a campo realizada en Villa del Carmen – Durazno - Uruguay.

En el caso de Montes del Plata, las primeras capacitaciones se realizaron a campo con todos los involucrados. Dada la importante dispersión geográfica con la que cuenta la empresa, las mismas se realizaban en varios puntos del país. Luego de implementado el programa de capacitación durante el primer semestre de 2013 se decidió reestructurar dicha modalidad de capacitación. El área de comunicaciones de la empresa implementó videos explicativos a campo de todos los controles de calidad que se realizan. Posteriormente, con el departamento de IT, se creó un sitio web específico para acceder desde cualquier lugar y a cualquier hora a dichos videos. El acceso está limitado a personal de Montes del Plata y de los contratistas que abarcan el plan.

Un aspecto relevante de esta herramienta es que la persona que quiere capacitarse puede acceder en cualquier momento y las veces que considere necesario a dichos videos. A su vez el sitio web genera un registro que nos indica quién accedió a los vídeos, qué video observó cada usuario y cuántas veces. Eso nos permitió hacer un seguimiento del uso que hacen de dicha herramienta los diferentes usuarios.

En síntesis, esto nos permitió ahorrar en costos de capacitación a campo (traslados, horas invertidas de técnicos de la empresa), mejorar la instrucción de los operarios (se detectan menos errores), mantener la capacitación continua (pese a la elevada rotación de personal los nuevos ingresos pueden capacitarse rápidamente) y, aportó dinámica ya que los videos pueden ser fácilmente actualizados si surgieran aspectos nuevos a considerar.

TECNOLOGÍA Y NUEVOS PROCESOS

Durante el año 2013, Montes del Plata decidió implementar un proyecto de silvicultura mecanizada en reforestación con personal y maquinaria propio, a diferencia de lo que se hace actualmente en Uruguay que es tercerizar las actividades de silvicultura. Desde el punto de vista estratégico, el

proyecto se basa en la mecanización máxima de las actividades logrando así disminuir la dependencia de la mano de obra y sistematizar y estandarizar los procesos productivos. Lo anterior debe ser reforzado por un seguimiento activo a campo, siempre teniendo la calidad final como un objetivo prioritario (Figura 9).



Figura 9- Triturador Ahwi 400 (a); 3 em 1, Despejador com disco y Subsulado + fertilización (b); Plantadora MdP, Plantación, Fertilización, Aplicación pre emergente y Aplicación gel (c); Tractor de alto despeje, aplicación de pre-emergente en la fila, y pós, en la entre fila (d);

Sin duda, la principal novedad del proyecto es la de ser 100% mecanizado gracias al uso del triturador autopropulsado. Otra particularidad importante, es la no utilización de glifosato en la fila, restringiendo su uso solamente a la entrefila. Por último y no por ello menos importante, este proyecto permitirá tener una base de datos de costos y productividad para comparar con los datos de los contratistas actuales. La herramienta elegida para el monitoreo de todas las operaciones del proyecto es la tecnología ARVUS.

CONSIDERACIONES FINALES

El Programa de Control de Calidad de silvicultura:

Ha permitido medir la calidad de las operaciones generando efectos positivos en el proceso tanto internamente como a nivel de las empresas prestadoras de servicios.

Sirvió como herramienta para la implementación de programas de mejora continua tanto a nivel del Programa de Calidad mismo como del proceso de silvicultura.

Permitió evaluar de manera objetiva el desempeño y performance de los contratistas de Silvicultura.

Direccionó a los contratistas para que incluyeran una herramienta más de gestión dentro de sus servicios prestados.

Permitirá premiar a aquellos que logren la calidad óptima exigida por la empresa y penalizar a aquellos que no alcancen el mínimo exigido.

Conlleva un desafío para la empresa en la incorporación de nuevas tecnologías para la mejora del mismo. Ejemplos de estas tecnologías pueden ser el uso de UAV (Drones), transmisión de datos desde el campo (datos en la nube, servidores, otros), etc.

A qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* impacta o aproveitamento final de mudas, a sobrevivência e o crescimento inicial

Gabriela Gonçalves Moreira¹; Cristiane Camargo Zani de Lemos¹; Rodrigo Eiji Hakamada²; Renato Meulman Leite da Silva¹; Gabriela Trindade Pires³

¹ International Paper do Brasil

²Doutorando em Recursos Florestais, ESALQ/USP

³ Engenheiro(a) Florestal

E-mail de contato: gabriela.moreira@ipaper.com

RESUMO

O plantio é a atividade central no estabelecimento de um novo povoamento florestal. É consenso geral que mudas adequadas apresentam melhor nível de sobrevivência e arranque inicial. No entanto, são poucos os trabalhos que abordam a temática em escala experimental e quantificam o efeito da qualidade de mudas na sobrevivência e crescimento inicial. Esse experimento teve como objetivos principais quantificar o impacto da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, i) nas atividades de silvicultura (perdas antes e durante o plantio, além da necessidade de replantio); ii) na sobrevivência e crescimento inicial. Utilizou-se nesse trabalho cinco padrões morfológicos de mudas, que são denominadas como mudas de diferentes níveis de classes de qualidade, que são: classe “A” (superior), classe “B” (intermediária), classe “C” (inferior), mudas velhas e mudas de cepas antigas do viveiro. As mudas do tipo “A” obtiveram uma perda de 4% desde a expedição no viveiro até o momento do plantio. Esse índice foi de 16% quando foram plantadas as mudas do tipo “C”. O índice de replantio foi de 4% nas mudas “A” e aumentou para 6% nas mudas “C” e velhas, chegando ao replantio de 8% nas mudas de cepa. A avaliação dendrométrica realizada aos 12 meses evidenciou a influência da qualidade das mudas no volume de madeira. As mudas do tipo “A” obtiveram um volume 11% superior às mudas “B” e “C” e 14% superior às mudas velhas e de cepa. Com os resultados obtidos, evidencia-se que a qualidade de muda influencia significativamente no aproveitamento final de mudas e taxa de replantio e, até um ano de idade, no crescimento das plantas. Evidenciou-se que o sistema radicular deve ser um parâmetro morfológico avaliado na seleção de mudas, adicionalmente à avaliação visual das folhas e caule das mudas.

INTRODUÇÃO

A área plantada com *Eucalyptus* aumentou 4,5% de 2011 para 2012, devido à demanda futura para produção de Papel e Celulose de projetos industriais (ABRAF, 2013). Com essa crescente demanda por madeira, aumenta a importância das florestas plantadas, resultando na necessidade de formação de florestas cada vez mais produtivas (LOPES, 2005).

Nesse contexto, boas práticas de cultivo, como a utilização de mudas saudáveis e com sistema radicular desenvolvido são imprescindíveis para o sucesso da produção (STAPE et al., 2001).

O controle de qualidade das mudas é realizado no viveiro, antes da expedição para o campo, para garantir que apenas as mudas aptas sejam expedidas, melhorando, dessa forma, a homogeneidade e produtividade das florestas (GOMES et al, 2002). Mudas de qualidade inferior, quando utilizadas, podem resultar em maior mortalidade e/ou maior necessidade de irrigação em campo, impactando diretamente nos custos de formação e na produtividade das florestas.

Devido às questões logísticas, administrativas e climáticas, mudas menos desenvolvidas e de qualidade inferior às demais ainda são expedidas a campo. Por isso, torna-se estratégico o estudo do impacto da qualidade das mudas sobre a perda de mudas no processo de expedição, o índice de replantio e a produtividade de povoamentos formados com mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi instalado em área da International Paper, no estado de São Paulo, em relevo suave ondulado e solo classificado como Latossolo Vermelho, com textura muito argilosa. O local possui classificação climática Aw, segundo Köppen (1953), com temperatura anual mínima de 16°C

e máxima de 30°C, sua pluviosidade média é de 1180 mm por ano. O clone escolhido foi um híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*.

Para realizar o experimento, foram determinadas cinco classes de qualidade de mudas, enviadas regularmente a campo. Essas mudas foram classificadas em “A”, “B”, “C”, “Velha” e “Cepa”, de acordo com padrões morfológicos (Tabela 1) (Figura 1). O nível “A” seria a muda ideal para expedição, e o “C”, uma muda mais jovem e ainda não rustificada. As mudas “Velha” e “Cepa” são aquelas que estão há muito tempo no viveiro, acima da idade ideal para expedição.

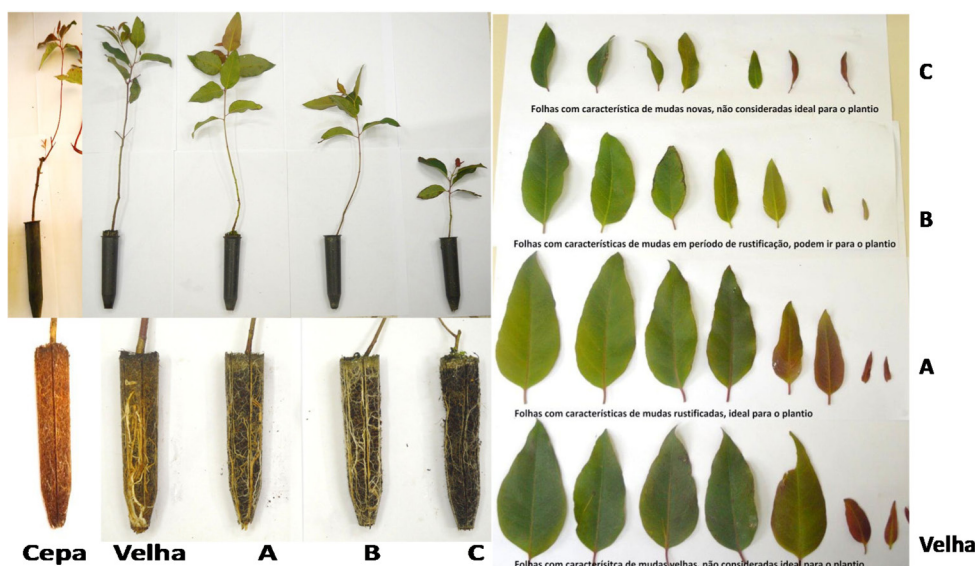


Figura 1 - Diferença visual entre as cinco classes de qualidades de mudas e, entre as folhas de quatro classes de qualidades de mudas

Para seleção e separação das cinco classes de qualidades de mudas foram utilizados como parâmetros morfológicos as folhas, caule e raiz. Em relação ao sistema foliar, foi avaliada a quantidade de pares de folhas e as características das folhas, já em relação ao caule foi avaliado o tamanho da muda, lignificação de caule, diâmetro de colo. No sistema radicular considerou-se a porcentagem de raízes ativas e a compactação do substrato (Tabela 1). O preparo de solo deu-se através da subsolagem e as mudas foram plantadas e irrigadas com cerca de 4 litros de água imediatamente. Durante todo o experimento, foi realizado o combate a formigas e plantas daninhas a fim de evitar os fatores de redução de crescimento no ensaio. O replantio foi realizado em duas etapas

Avaliou-se o aproveitamento de mudas desde a expedição no viveiro, retirada dos tubetes, até o momento do plantio. A avaliação de mortalidade ocorreu aos 3, 5, 7, 15 e 30 dias, com replantio aos 15 e 30 dias. A medição de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura e posterior estimativa de volume foi realizada aos 12 meses.

Tabela 1 - Padrões morfológicos considerados para separação das cinco padrões de mudas

Parâmetro	Classificação da muda				
	A	B	C	Velha	Cepa
Pares de folha	Acima de 3	Acima de 3	Acima de 4	Acima de 3	Acima de 3
Altura (cm)	25 a 45	17 a 30	13 a 25	35 a 55	25 a 60
Diâmetro do colo (mm)	2,5 a 4,5	2,0 a 3,0	1,5 a 2,5	> 3, 2	> 5,0
Lignificação do caule (altura - cm)	6 a 10	3 a 5	< 3	> 10	> 10
Característica foliar	Grande e espessa	Intermediária e menos espessa	Pequena e fina	Grande e espessa	Grande e espessa
Raízes Ativas (%)	> 80	> 80	> 80	> 50	> 40
Substrato	Não desmancha	Esfarela pouco	Esfarela facilmente	Muito compactado	Muito compactado
Idade média (dias)	100	100	100	180	720

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos, o espaçamento de plantio foi de 3,0 m x 2,5 m. As parcelas de cada tratamento foram compostas de 7 linhas x 7 plantas (Figura 2), com parcela útil de 5 linhas x 5 plantas. Utilizou-se da análise de variância seguido pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) apenas na avaliação de volume aos 12 meses. Para as outras informações foi realizada apenas uma estatística descritiva, com a média de perda de mudas antes do plantio (aproveitamento de mudas), replantio, diâmetro de colo e altura para todos os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perdas antes do plantio e necessidade de replantio

As mudas da classe “C”, de maiores perdas, com 16%, foram também as que apresentaram menor desenvolvimento do sistema radicular, o que pode estar relacionado à sobrevivência destas em campo. As mudas “A” apresentaram perdas dentro dos limites aceitáveis pela empresa, assim como as mudas identificadas como “Velha” (menos de 4%), possivelmente relacionando-se com o maior desenvolvimento radicular destas, bem aderido ao substrato.

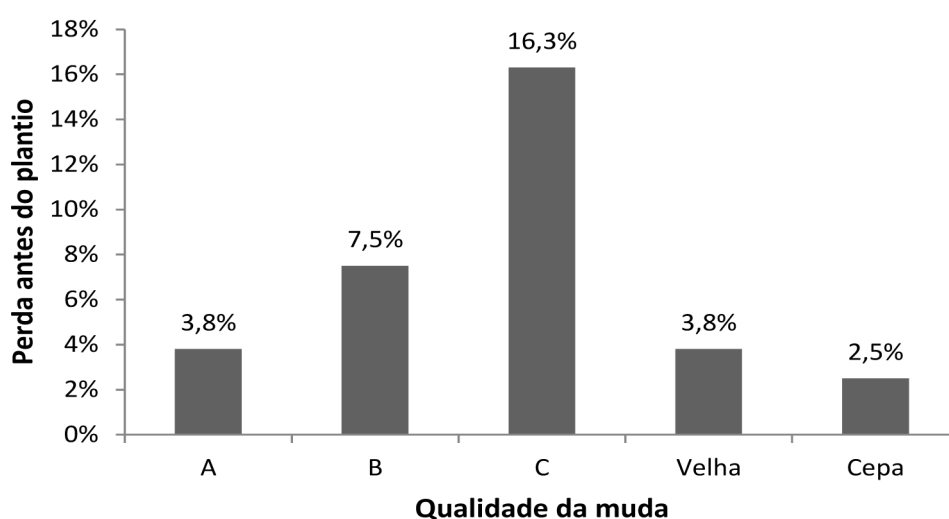


Figura 2 - Perda de mudas danificadas durante o transporte, retirada do tubete e durante o plantio

As mudas classificadas como “A” e “B” apresentaram os menores níveis de replantio. Para a empresa, níveis de falha de até 3% são considerados aceitáveis, não sendo necessário replantio. As mudas “C”, “Velha” e “Cepa” apresentaram maior porcentagem de falhas (acima de 6%), demandando replantio (Figura 3).

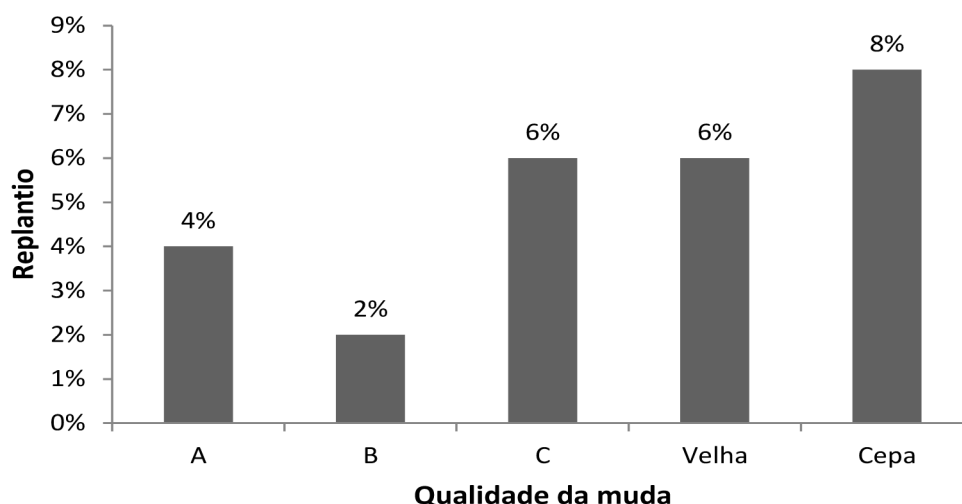


Figura 3 - Porcentagem de falhas e demanda de replantio até os 30 dias

Impacto da qualidade de mudas no crescimento da floresta de *Eucalyptus*

Aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio, foram feitas medições de altura e diâmetro do colo das mudas. As mudas “Velhas” e “Cepas”, por estarem há mais tempo no viveiro, apresentaram inicialmente um diâmetro de colo e altura superior às demais, seguidos das mudas “A”, “B” e a “C”. Com esses dados, foi possível notar que o único tratamento com arranque superior aos demais foi o “A”, alcançando aos 120 dias um nível de desenvolvimento igual ou superior àquelas plantadas com maior altura e diâmetro (Figura 4).

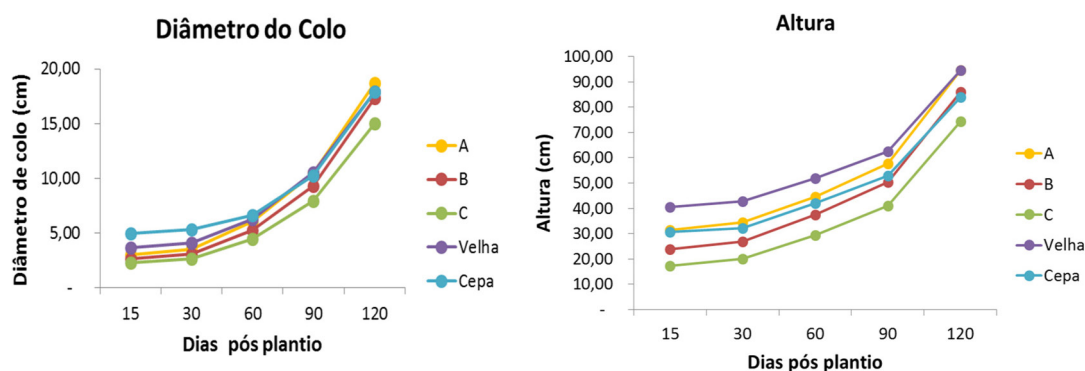


Figura 4 - Incremento em Diâmetro de Colo (a) e; Altura das mudas, aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias (b)

O maior arranque das mudas “A” foi observado até o inventário de um ano do plantio, com um volume de madeira cerca de 11% maior que as mudas “B” e “C” (Figura 5) e 14% superior quando comparada às mudas “velhas” e mudas de Cepa.

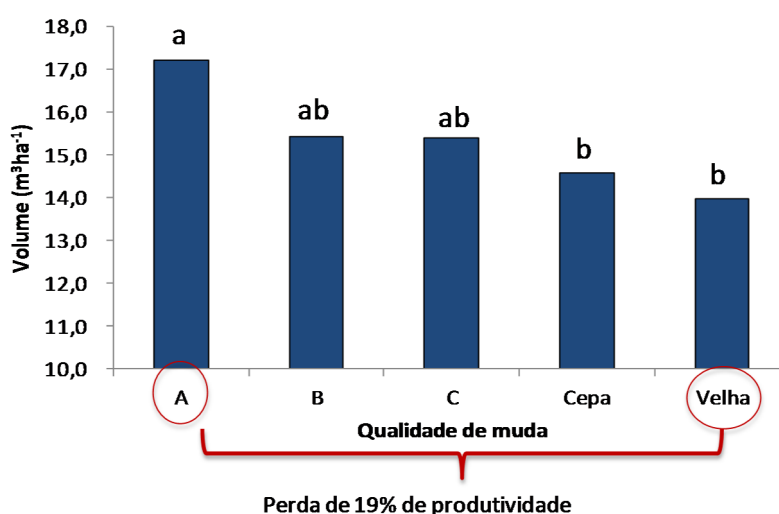


Figura 5 – Volume, em m³ ha⁻¹, para as cinco classes de mudas, um ano após o plantio. As letras representam o agrupamento dos tratamentos pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

CONCLUSÃO

A qualidade de muda influencia significativamente nas atividades de silvicultura, principalmente nas perdas de mudas antes do plantio (sendo necessário aumentar a quantidade de mudas expedidas para campo para implantar uma mesma área). Além disso, exerce influência na necessidade de replantio e porcentagem de falhas dentro do talhão.

O crescimento inicial também foi impactado pela qualidade de mudas e os parâmetros morfológicos utilizados no experimento demonstraram ser eficientes para seleção de mudas.

Os resultados experimentais mostraram que é altamente recomendável o uso de mudas chamadas de alta qualidade e também a realização de um controle eficiente a fim de garantir uma maior produtividade madeireira, além de reduzir o descarte de mudas e a necessidade de replantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADA. **Anuário estatístico ABRAF, ano base 2012**. São Paulo: ABRAF, 2013. 142 p.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G., GARCIA, R. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, *Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *E. urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho em campo**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil. **New Forests**, v. 22, n. 1, p. 19-41, 2001

Controle de Qualidade Florestal na Eldorado Brasil S.A.

Luiz Henrique Terezan¹, Márcio Bernardi², Andressa Ignez Garcia da Silva¹

¹ Controle de Qualidade Florestal – Eldorado Brasil

² Planejamento e Mensuração Florestal – Eldorado Brasil

E-mail de contato: luiz.terezan@eldoradobrasil.com.br

RESUMO

O presente trabalho destaca a abordagem da empresa Eldorado Brasil Celulose quanto ao controle de qualidade de suas operações florestais, realizados atualmente nas áreas de Silvicultura e Colheita. Os principais trabalhos desenvolvidos pela área de Qualidade tem enfoque na elaboração e implementação dos procedimentos operacionais de cada processo, envolvendo monitoramento em campo, acompanhamento dos índices de sobrevivência dos plantios florestais e a coleta de imagens com o uso de VANT's (Veículo Aéreo Não Tripulado).

INTRODUÇÃO

A atividade de controle de qualidade é uma medida tomada por organizações de diferentes formas em todo mundo para definir modelos em procedimentos, políticas e ações de maneira uniforme, levando em consideração o grau de satisfação do consumidor, funcionários, fornecedores e sociedade. Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente (CAMPOS, 1992). O controle de qualidade existe há muito tempo, desde a Idade Média, quando agregações se coligavam por interesses semelhantes, aplicando medidas aos produtos que fossem confeccionados, em destaque a qualidade. A questão de controlar a qualidade dos produtos se intensificou com a Revolução Industrial, as necessidades da população cresceram e, assim, a produção em escala industrial, para atender à demanda por agasalho, alimento, energia, dentre tantas outras, forçou a criação de indústrias, surgindo, no entanto, os primeiros produtos manufaturados. Com isso, os problemas de qualidade dos produtos passaram a ser uma preocupação das pessoas que os adquiriam (TRINDADE et al., 2012).

A ação de controlar as características de vários produtos apresentou modificações significativas na qualidade dos mesmos, desta forma este processo passou a ser inserido de maneira expressiva também no Japão, eles foram introduzidos pela JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers) como parte do Sistema de Controle da Qualidade implantado nacionalmente nas empresas japonesas (FERRO; GRANDE, 1997), já que seus produtos se caracterizavam por apresentar baixa qualidade, impulsionando-os a buscar métodos eficazes para uma melhor qualidade na sua produção e consequentemente atender o contentamento do mercado consumidor.

No Brasil, o controle de qualidade surgiu na década de 1960 por grandes indústrias como a Johnson & Johnson e a Embraer, não tendo o êxito que merecia. No entanto, atualmente, o processo de dominar a qualidade de produtos, passou a envolver novos ramos para alcançar a melhoria da qualidade, como é o caso do setor florestal.

A primeira aplicabilidade deste processo na área florestal ocorreu em São Paulo, este balanço na qualidade era realizado por meio de visitas recorrentes, formadas por um conjunto de pessoas específicas para executar tal atividade, comandadas por um responsável. Vale destacar também que somente em 1980, a importância de qualidade passou a ter maior aceitação. O primeiro sistema de Controle de Qualidade implantado no setor florestal foi a Vistoria de Qualidade, que surgiu no estado de São Paulo em 1980. As vistorias periódicas eram realizadas por equipe específica de qualidade e pesquisa ou por chefias de área. As situações que estivessem fora das normas técnicas eram notificadas. Esse sistema de avaliação era encarado como policiamento, gerando atrito entre a equipe avaliadora e os executores da operação (TRINDADE et al., 1986). A partir de 1987, a fim de evitar atritos entre a área executora e a área de auditoria, surgiu o conceito de autocontrole ou autogestão, em que, quem deveria controlar a qualidade do trabalho seriam os próprios executores, transferindo assim a responsabilidade da qualidade para quem de direito deveria se preocupar (TRINDADE et al., 2012).

ELDORADO BRASIL

A Eldorado Brasil destaca-se por ter uma das maiores e mais modernas fábrica de celulose do mundo, competitiva por seu novo modelo de negócios: da base florestal altamente produtiva à logística inovadora.

É uma empresa brasileira, com atuação global, que leva a celulose nacional de alta qualidade para todo o mundo. Seu complexo industrial e áreas de plantio estão localizados no Mato Grosso do Sul e têm capacidade para produzir até 1,5 milhão de toneladas de celulose por ano.

Uma das mais modernas e competitivas empresas de celulose do mundo, a Eldorado Brasil conta com diferenciais como: florestas próprias certificadas pelo Forest Stewardship Council® (Conselho de Manejo Florestal – FSC®), geração de energia própria a partir de biomassa, reaproveitamento de recursos e um modelo logístico inovador, competitivo e com baixa emissão de carbono.

Com investimento de R\$ 6,2 bilhões, foi construída em tempo recorde e começou a operar no final de 2012. Seu complexo industrial e base florestal estão localizados no Mato Grosso do Sul. Possui em torno de 193.000 ha de efetivo plantio no estado e também possui um viveiro em São Paulo, com capacidade de produção de 35 milhões de mudas ao ano. Distribui sua celulose para o Brasil e para o mundo.

CONTROLE DE QUALIDADE OPERACIONAL NA SILVICULTURA

Atualmente os processos silviculturais na Eldorado Brasil são em sua maioria mecanizados e próprios, o que torna o acompanhamento da qualidade destes processos mais fácil, porém com uma demanda de plantio de aproximadamente 50.000 ha/ano torna este acompanhamento crucial para que tenhamos florestas produtivas e com qualidade.

A partir de 2012, foram elaborados os procedimentos operacionais da empresa e, junto com estes, foram iniciados mais detalhadamente os controles dos processos silviculturais, como os controles estatísticos de processo, 5W+1H, entre outras ferramentas de qualidade. Todos os processos mensuráveis dentro da silvicultura são avaliados pelos próprios agentes que fazem a operação, tomando como base o conceito de que quem faz a atividade também realiza o seu controle de qualidade, visando assim agilidade e assertividade nas tomadas de decisões caso sejam necessárias intervenções em determinada atividade que se encontra fora de controle, bem como intervenções preventivas. Estes dados são tabulados e analisados pelas próprias áreas operacionais, com o auxílio de ferramentas da qualidade e planilhas que os informam se as atividades estão dentro dos padrões estipulados pela empresa (Figura 1).

Para corroborar as informações vindas do campo e ter uma visão global das atividades no campo, é realizado um monitoramento de qualidade em todas as unidades de gestão operacional da empresa. Semanalmente, são feitas visitas a campo a fim de realizar amostragens em campo de operações ditas como cruciais no processo de formação das florestas e também outras áreas de apoio que são fundamentais para que a operação tenha possibilidade de realizar um trabalho com excelência.

Dentre as operações monitoradas por amostragem está o plantio, preparo de solo, adubação, qualidade de mudas, o índice de replantio, os controles operacionais, mato competição e ataque de formigas. Nestas, são feitas amostragens sistemáticas de acordo com o processo e observado o índice de não conformidade da operação, com estes dados é gerado um gráfico de notas que avalia a atividade de 0 a 10. As demais atividades são monitoradas observando a quantidade de pontos não conformes de acordo com o observado, pois são atividades nas quais a avaliação tende a ser um pouco subjetiva ou não demandam uma análise criteriosa, como o ambiente de trabalho, transporte dos colaboradores, equipamentos e implementos utilizados nas operações, o armazenamento e controle de insumos utilizados. Dentro de alguns itens são observados subitens que fazem parte da atividade e irão compor a nota final do item. No ambiente de trabalho são observados a deposição de resíduos sólidos, a deposição dos defensivos e embalagens, a organização das áreas de vivência, os painéis de gestão à vista e a origem da água potável utilizada pelos colaboradores. No item replantio, são observados o tempo do plantio até o replantio e se foram feitas adubações de reforço nos replantios acima de 30 dias pós plantio. No item adubação, são analisados a uniformidade dos plantios com mais de 30 dias, a variação da dosagem de adubo aplicada, o tempo de adubação conforme recomendação técnica. Consolidando todas estas informações, é elaborado um gráfico de notas ponderadas (Figura 2), que indica o atendimento aos padrões operacionais e de apoio exigidos pela Eldorado Brasil. Neste é possível acompanhar o desempenho mensal de cada unidade

de gestão operacional e focar nas atividades que necessitam de melhoria, este gráfico compõe o relatório de qualidade de silvicultura, que atualmente é uma das principais ferramentas de gestão operacional da Eldorado Brasil.

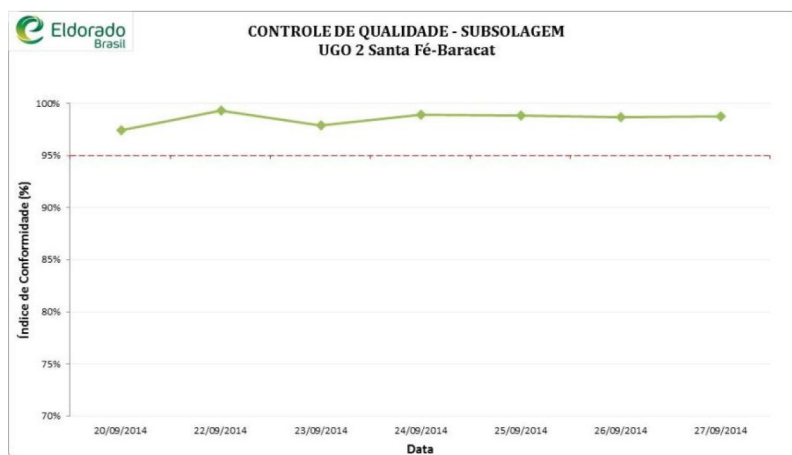


Figura 1 – Gráfico acompanhamento operacional de subsolagem, fazenda Santa Fé – Baracat, Unidade de Gestão Operacional 02, Selvíria – MS.

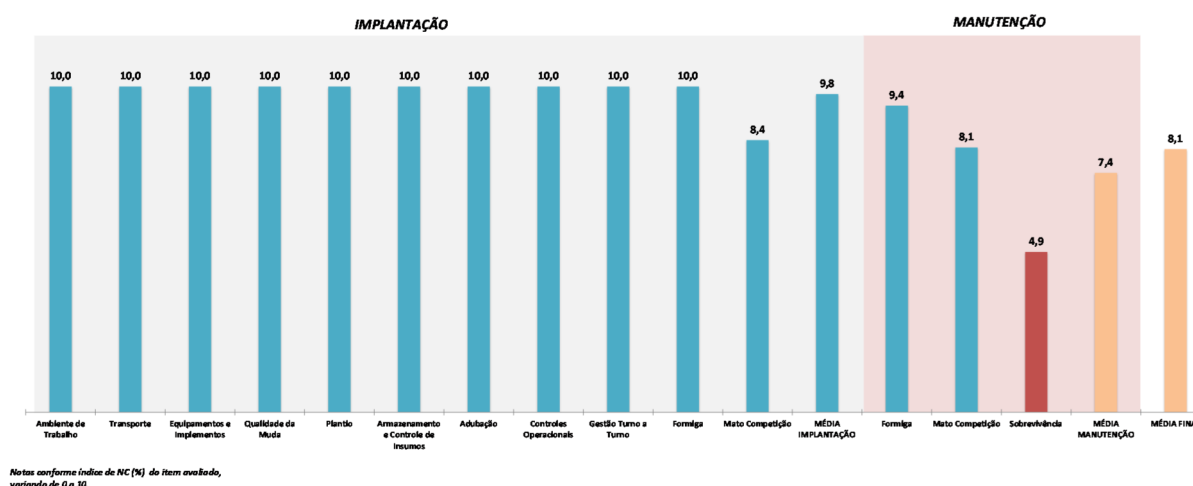


Figura 2 – Gráfico de Pontuação gerado no Relatório de Monitoramento de Qualidade de Silvicultura, Unidade de Gestão Operacional 02, Selvíria – MS.

CONTROLE DE QUALIDADE OPERACIONAL NA COLHEITA

Com um sistema de colheita de toras curtas por Harvester + Forwarder e um volume mensal de corte e baldeio de aproximadamente 440.000 m³ (2014), atualmente a Eldorado Brasil conta com 5 módulos espalhados no estado do Mato Grosso do Sul e São Paulo, entre áreas próprias e terceiras. As atividades de colheita foram iniciadas em maio de 2012, simultaneamente com as avaliações de qualidade operacional, realizadas nas etapas de corte, processamento e extração da madeira, com adoção do princípio de autocontrole. No processo de corte são avaliados a existência e altura de danos às cepas, a qualidade do desgalhamento, destopamento, descascamento e traçamento. Os resultados das avaliações são processados e transmitidos nos próprios módulos de colheita, onde as avaliações foram realizadas (Figura 3). São geradas informações detalhadas sobre o desempenho de cada um dos operadores e acompanhamentos diários das atividades. Este processo, de rápida geração e transmissão das informações, acelera tomadas de decisão e permite aos operadores das máquinas de colheita realizar ações corretivas e preventivas mais rápidas, minimizando perdas. A qualidade operacional das atividades é uma das exigências da Eldorado Brasil e ajuda a compor o prêmio de produção oferecido aos trabalhadores da área.

Implantado os controles de campo, posteriormente iniciaram-se os monitoramentos de qualidade, seguindo o mesmo propósito do monitoramento da Silvicultura, são observados os mesmos itens avaliados pela operação em campo e alguns itens operacionais e ambientais que são intrínsecos a atividade de corte e baldeio.

Na colheita, assim como na silvicultura, também são realizados monitoramentos. Nestes são feitas avaliações por amostragem aleatória das atividades para representar o módulo de colheita. O monitoramento é feito semanalmente em cada módulo de colheita, sendo avaliados todos os módulos ao final de um mês. No relatório, os itens avaliados são apresentados de maneira gráfica, com informações quantitativas dos itens avaliados (altura das cepas, diâmetro mínimo, traçamento comercial e toras de aproveitamento e madeira remanescente nos talhões). São apresentados também os resultados de não conformidade para desganhamento, descascamento (casca aderente e casca solta) e pilhas de madeira. As informações são apresentadas em escala de 0 a 10, de acordo com o grau de conformidade, relativo ao procedimento operacional da atividade (Figura 4). O monitoramento é amplamente usado na empresa como referência ao atendimento das normas estipuladas e para tomadas de decisões operacionais.

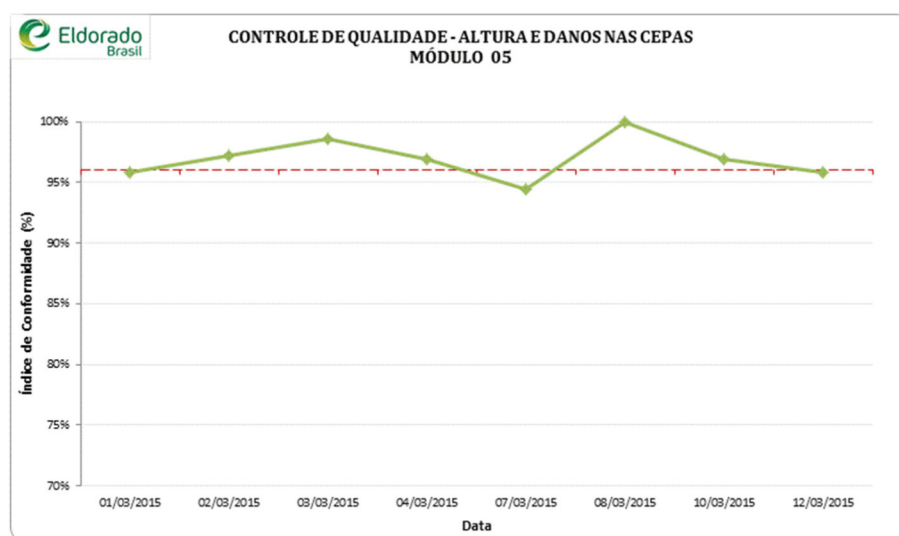


Figura 3 – Gráfico acompanhamento operacional item “Altura e danos nas Cepas”, fazenda Rio Pardo, Módulo de Colheita 05, Lençóis Paulista-SP.

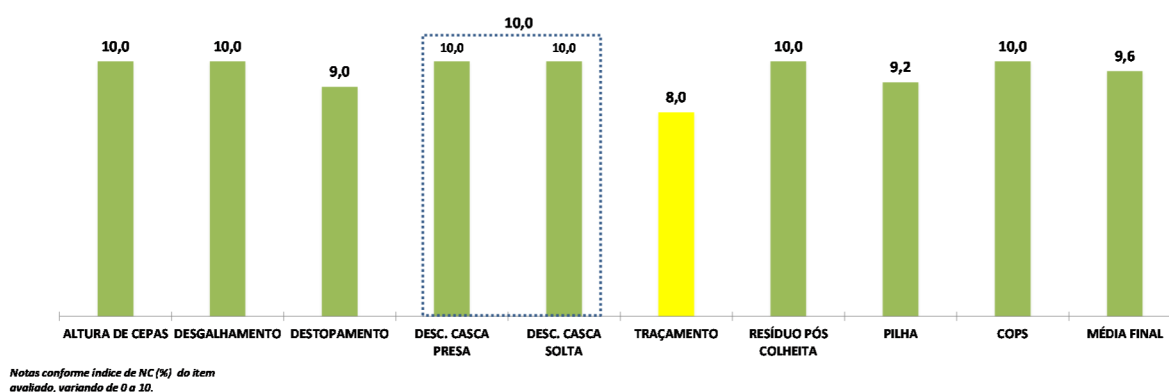


Figura 4 – Gráfico de Pontuação gerado no Relatório de Monitoramento de Qualidade de Colheita, Módulo de Colheita 05, Lençóis Paulista – SP.

VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

A utilização dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), cada vez mais frequente e comum no Brasil, tem ganhado várias aplicações civis, como monitoramento ambiental, fiscalização de linhas de transmissão e coleta de imagens geológicas. Existem vários modelos, os quais são capazes de atender a diversas condições e aplicações. Para a utilização em áreas florestais, onde é necessário sobrevoar extensas áreas e apresentar boa mobilidade, o modelo mais adaptado e escolhido pela Eldorado Brasil é o eBee, fabricado pela Sensefly (2015) (Figura 5). O modelo tem 96 cm de envergadura, pesa menos de 1,0 kg e possui autonomia próxima a 35 minutos de voo, o que lhe permite cobrir uma área entre 1,5 a 10 km². A área de cobertura depende da resolução da imagem desejada, que pode variar entre 3,0 e 30 cm/pixel, de acordo com a altura de voo. O modelo utiliza câmera digital Canon 16.0 MP, com a opção de utilizar outros tipos de câmera inclusive infravermelho, de acordo com o objetivo do trabalho.

O equipamento é controlado por uma equipe composta por duas pessoas (piloto e copiloto) para a realização do sobrevoo. O eBee realiza o sobrevoo de forma autônoma por meio do software eMotion 2 (Sensefly), o qual realiza o planejamento do voo, sendo necessário apenas o acompanhamento pelo cockpit virtual na tela do computador (Figura 6). Caso necessário, no cockpit, o piloto possui diversos comandos sobre o VANT.



Figura 5 - Veículo Aéreo Não Tripulado eBee, Sensefly.

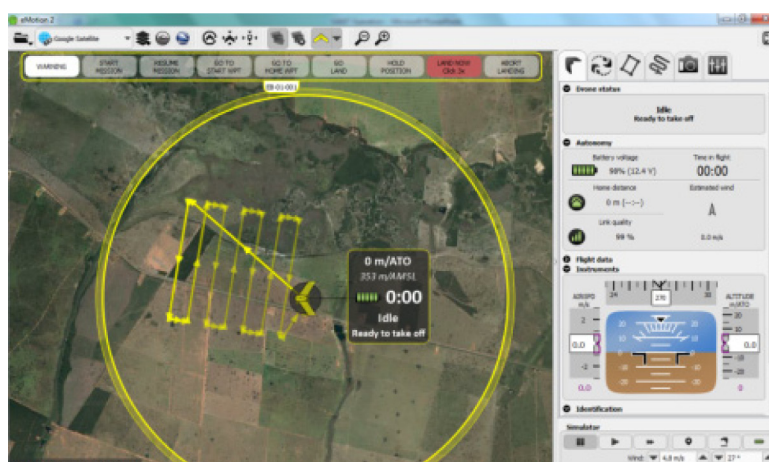


Figura 6 - Cockpit virtual do software eMotion 2, Sensefly.

Após a aquisição das imagens, estas são levadas para o escritório e processadas o auxílio do software Postflight Terra 3D (Pix4D) e analisadas no ArcGis (Esri). Em seguida, nas imagens (Figura 7) são acrescentadas informações da área, como por exemplo, divisões entre talhões (entre uma área e outra).

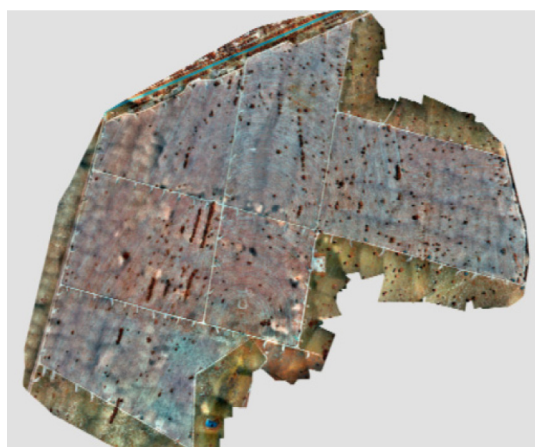


Figura 7 - Imagem processada pelo software Postflight Terra 3D.

Uma das finalidades das imagens adquiridas pelo VANT é a avaliação de sobrevivência (120 dias após o plantio), onde são lançadas parcelas circulares (9,8 m de raio) em cada talhão de forma sistemática, cada parcela (Figura 8) é identificada por uma sequência de números (cor vermelha) de ordem crescente. Atualmente é realizada a contagem manual do número de covas e mudas propriamente

ditas em cada parcela, fazendo-se o registro de cada área, talhão e parcela avaliada, com estas informações tem-se o índice de sobrevivência de cada talhão, estas informações são apresentadas a área operacional a fim de registrar as informações finais de sobrevivência de cada talhão.

As imagens georreferenciadas também são utilizadas para as atualizações pós-plantio, que consistem em confirmar as áreas onde realmente foi realizado o plantio, editando assim a área de efetivo plantio de cada talhão. Nestas imagens também são observadas e monitoradas áreas com processos erosivos ou com algum agravante ambiental onde é necessário acompanhar a recuperação do local junto aos órgãos ambientais competentes.

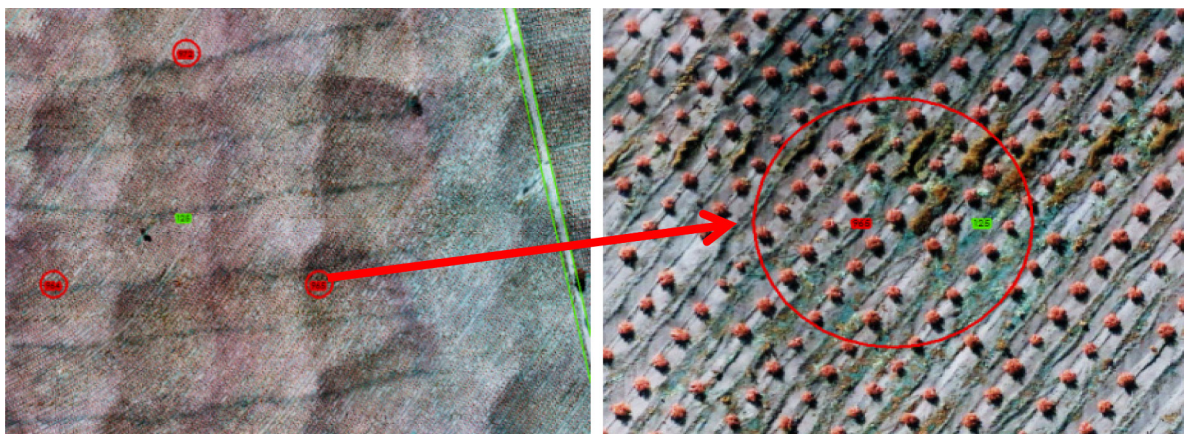


Figura 8 - Parcelas lançadas na área para avaliação de sobrevivência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Controle de Qualidade é fundamental para melhoria contínua dos processos na busca por excelência em qualquer empresa. Tendo em vista a versatilidade e adaptabilidade, as ferramentas de controle de qualidade podem ser implantadas na área florestal sem maiores impactos.

Dados os desafios de uma empresa do porte da Eldorado Brasil, o controle de qualidade, as demais ferramentas de monitoramento e a silvicultura de precisão são utilizados para manter e garantir a excelência operacional da empresa. Atualmente, seu maior desafio é tornar o controle de qualidade parte de sua rotina diária operacional. Por isso, deve prezar pela transparência e confiabilidade nas informações geradas, indicando e comprovando os ganhos potenciais com a adoção das ferramentas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

FERRO, J. R.; GRANDE, M. M. **Círculos de controle da qualidade (CCQs) no Brasil: sobrevivendo ao "modismo"**. Revista de Administração de Empresas, v. 37, n. 4, p. 78-88, 1997.

SENSEFLY. **Manual do usuário eBee e eBee Ag**. 15 ed. São Paulo: Sensfly, 2015.

TRINDADE, C.; JACOVINE, L. A. G.; REZENDE, J. L. P.; SARTORIO, M. L. **Gestão e Controle da Qualidade na Atividade Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2012.

TRINDADE, C.; OLIVEIRA, A. C.; RIBEIRO, G. T. Controle de qualidade na empresa florestal. **Informe agropecuário**, v.12, n. 141, p. 47-49, 1986.

Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão

Luiz Felipe de Castro Galizia¹, Glodoaldo Arantes Ramiro², Cirineu Jose de Carvalho Rosa³

¹ Especialista de Desenvolvimento Operacional – Fibria
[E-mail de contato: luiz.galizia@fibria.com.br](mailto:luiz.galizia@fibria.com.br)

² Coordenador Desenvolvimento Operacional – Fibria

³ Analista Desenvolvimento Operacional - Fibria

RESUMO

A preocupação com o controle da qualidade, recentemente inserida no contexto florestal, tem se tornado ferramenta imprescindível para a garantia da produtividade florestal e consequente competitividade das empresas. Na Fibria o controle da qualidade é um processo que envolve um grupo multidisciplinar, está presente nas principais operações florestais (plantio aos 30 e 90 dias, brotação, fertilização de base, de cobertura e aérea, preparo do solo, combate à formiga, pulverização e consumo de insumos) e foi dividido em três níveis. A implementação do controle na unidade florestal de Três Lagoas/MS ocorreu em 2010. Considerando os últimos cinco anos e as operações de preparo do solo, de fertilização e de combate à formiga, o percentual médio de amostras conformes (dentro do limite de especificação definido) subiu de 70,9% em 2010 para 89,2% em 2014. Os sistemas de precisão garantem maior homogeneidade na aplicação de insumos, reduzindo desvios e melhorando a qualidade da operação. Na operação de fertilização, comparando o sistema de aplicação convencional (sem controlador) e o de precisão (com controlador), houve redução de 43% no número de amostras fora do intervalo aceitável. O sistema de aplicação de isca mecanizado gera mapas de aplicação, de velocidade, de doses, e proporciona menor variabilidade na aplicação das doses, otimizando a operação de combate à formiga. As imagens aéreas geradas pelos veículos aéreos não tripulados permitem maior cobertura amostral, maior assertividade das informações e a sistematização da metodologia de avaliação. O uso no setor florestal é muito amplo e diversos produtos estão em desenvolvimento, espera-se a regulamentação na Agência Nacional de Aviação Civil, para liberação do uso em escala comercial. A qualidade silvicultural é medida com Índice de Uniformidade (IU), pois apresenta correlação com a produtividade do povoamento. Comparando os resultados de 2012 e de 2014, observa-se aumento de 33% do IU nos plantios mensurados com 12 meses, além de menor variação do indicador em relação à média, demonstrando evolução da qualidade silvicultural. Tão importante quanto o desenvolvimento e a implementação das ferramentas de controle e de mensuração, são as ações para correção de desvios, identificação de tendências e oportunidades no processo de silvicultura. Observa-se maior uniformidade dos plantios, reflexo da melhor qualidade silvicultural e do uso de ferramentas de precisão, no entanto, apesar dos resultados indicarem uma tendência positiva, ainda são necessários mais estudos para que seja possível quantificar os impactos na produtividade do povoamento florestal.

INTRODUÇÃO

A Fibria é a empresa líder mundial na produção de celulose branqueada de eucalipto. Esta localizada em 7 estados e 242 municípios brasileiros. A unidade Fibria localizada no município de Três Lagoas/MS possui aproximadamente 179 mil hectares de efetivo plantio que estão inseridos no sudeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Durante a realização da 50ª Reunião Técnica do PTSM a Fibria apresentou o conceito do controle de qualidade implementado nas operações florestais e algumas tecnologias relacionadas a silvicultura de precisão praticadas pela empresa. O objetivo deste artigo é sintetizar os pontos discutidos na reunião e apresentar alguns resultados pós implementação do controle de qualidade das operações de Silvicultura na unidade Três Lagoas.

CONTROLE DE QUALIDADE NAS OPERAÇÕES FLORESTAIS

No setor florestal, a preocupação com a qualidade é relativamente recente se comparado aos outros setores produtivos. Os primeiros trabalhos foram realizados na década de 1980 (TRINDADE et al., 2012). A pesquisa pioneira foi desenvolvida por Freitas et al. (1980), no qual os autores definiram critérios para a avaliação da qualidade no manejo de florestas do gênero *Eucalyptus* visando a produção de celulose.

Desde a década de 1980 o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas para acompanhar e controlar a qualidade das operações florestais tem sido cada vez mais comum nas empresas de base florestal brasileiras, se tornando hoje uma ferramenta imprescindível para a garantia da produtividade florestal e consequente competitividade das empresas.

São diversos os trabalhos que comprovam os ganhos com a implementação do controle de qualidade. Trindade (1993) avaliando os efeitos da implantação do controle de qualidade nas operações de produção de mudas de eucalipto em uma empresa florestal observou que após um ano, ocorreu um incremento de 24,3% no índice de qualidade das mudas.

Outros estudos também mostram os impactos positivos do controle de qualidade em indicadores do processo produtivo, como demonstrado no trabalho de Kyanak (2003) e Milan e Fernandes (2002).

Trindade (1993) concluiu que para garantir o correto funcionamento do sistema de controle de qualidade, o processo deve ser participativo, o que elimina atritos entre os empregados e equipes, gerando melhorias de qualidade em todo o processo produtivo.

O conceito de controle de qualidade adotado pela Fibria foi construído em conjunto com a área operacional, sendo um processo que envolve a participação de um grupo multidisciplinar. O processo de controle é dividido em três níveis (Figura 1).

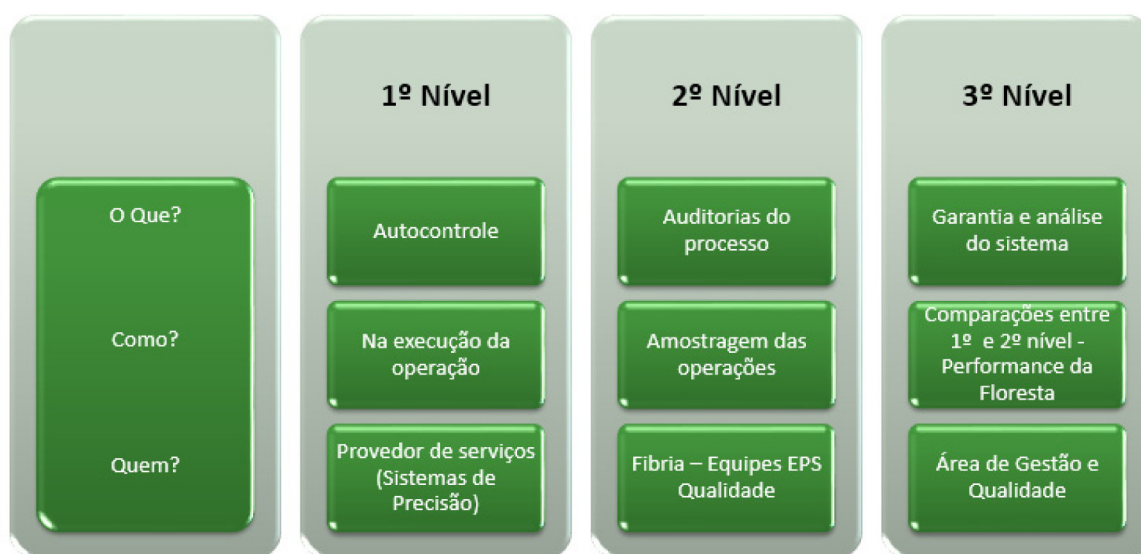


Figura 1 - Conceito do Controle de Qualidade utilizado na Fibria

O primeiro nível é denominado autocontrole, sendo realizado na execução das atividades florestais pela própria operação. O segundo nível consiste em auditorias realizadas nas atividades florestais por uma equipe específica do controle de qualidade, onde são verificados os índices de conformidade dos itens. O terceiro nível engloba as análises e comparativos entre o primeiro e segundo nível e as informações da performance da floresta.

O controle de qualidade é constituído por uma diversidade bem grande de avaliações e esta presente nas principais operações florestais da Fibria (Figura 2).



Figura 2 - Operações monitoradas pelo Controle de Qualidade no 2º Nível

A silvicultura é o principal cliente do controle de qualidade, pois o processo de formação de florestas envolve um maior número de atividades ao longo do ciclo produtivo. No total são realizadas mais de 10 tipos de avaliações no processo de silvicultura.

CONTROLE DE QUALIDADE DAS ATIVIDADES SILVICULTURAIS

O objetivo desse tópico é demonstrar os principais resultados da implementação do controle de qualidade das operações de silvicultura. Para a realização desse trabalho foram utilizadas as informações geradas pelo controle de qualidade da unidade florestal Fibria localizada em Três Lagoas/MS. A base de dados utilizada foi gerada entre os anos de 2010, ano da implementação do controle na unidade florestal, ao ano de 2014.

Foram realizadas análises da assertividade das operações silviculturais em relação aos padrões estabelecidos pela área de controle de qualidade. Para todas as operações silviculturais existem padrões de qualidade pré-definidos. Os padrões são compostos de limites de especificação mensuráveis e variam de acordo com a operação. A assertividade das operações é calculada pelo percentual das amostras coletadas pelo controle de qualidade que estão conformes, ou seja, dentro do limite de especificação definido.

É possível observar evolução nos indicadores de qualidade operacional da silvicultura por meio do percentual de amostras conformes (dentro dos limites de especificação) das operações silviculturais, desde a implementação do controle de qualidade na unidade Três Lagoas (Figura 3).

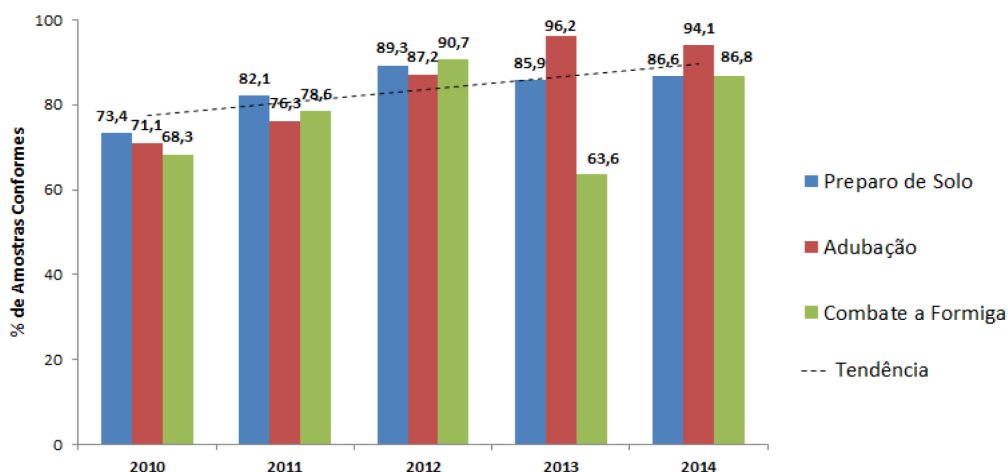


Figura 3 - Desempenho histórico das operações de Silvicultura na unidade Fibria de Três Lagoas

O gráfico ilustra uma tendência de aumento no percentual de amostras conformes ao longo dos anos, demonstrando que a área operacional está utilizando as informações geradas pelo controle de qualidade para realizar a gestão da qualidade e está em busca da melhoria contínua.

SILVICULTURA DE PRECISÃO

A Silvicultura de Precisão pode ser definida como um método de gerenciamento das atividades silviculturais. Utilizando-se de coletas e análise de dados georreferenciados é possível viabilizar intervenções localizadas na floresta, com a exatidão e a precisão adequadas a cada situação (VE-TORRAZI; FERRAZ, 2000).

Os sistemas de precisão constituídos de controladores de vazão, computadores de bordo e GPS garantem uma maior homogeneidade na aplicação de insumos no campo, reduzindo os desvios de aplicação e melhorando a qualidade da operação, uma vez que corrigem a taxa de aplicação do insumo em função da velocidade no momento da aplicação. Com esse objetivo a Fibria implantou alguns destes sistemas nas operações florestais. O primeiro deles foi implementado nas operações de fertilização, pois é um dos grupos de operações silviculturais de maior impacto na produtividade das florestas.

Os histogramas representam a distribuição da frequência das doses amostradas e os limites de especificação aceitáveis, do sistema de aplicação de fertilizantes convencional (sem controlador) e do sistema de precisão (com controlador) (Figura 4). As áreas hachuradas nos histogramas representam as amostras que estão fora dos limites de especificação. É possível observar uma redução de 43% no número de amostras fora do intervalo aceitável, além da maior assertividade, o sistema proporcionou também um refinamento das recomendações de adubação de acordo com as características de cada talhão.

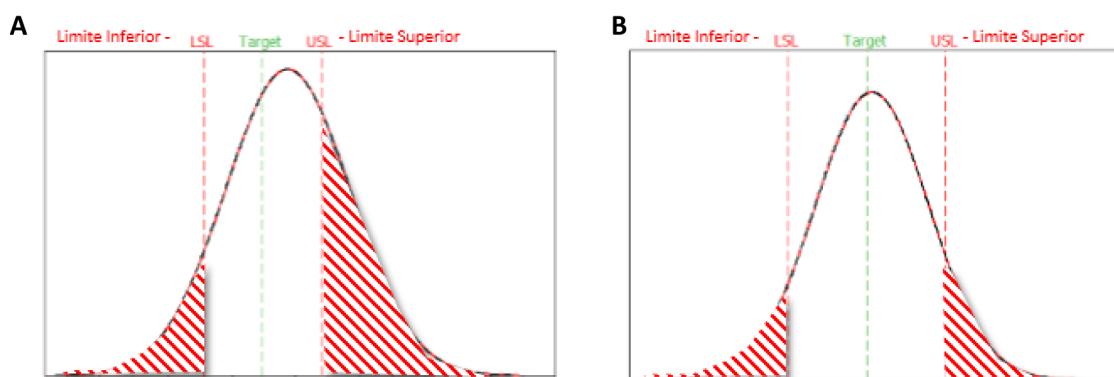


Figura 4 - Distribuição das amostras do sistema convencional de fertilização (A) e de precisão (B)

Outro sistema em implantação foi instalado na operação de combate a formiga mecanizado. Esse sistema permite o monitoramento da operação de combate a formiga mecanizado, por meio da geração de mapas de aplicação, velocidade de operação, dose aplicada, além de proporcionar uma menor variabilidade na aplicação da dose de isca formicida (Figura 5). Em conjunto com o monitoramento de formigas cortadeiras, esse sistema de aplicação possibilita uma otimização das operações de combate a formiga mecanizado.

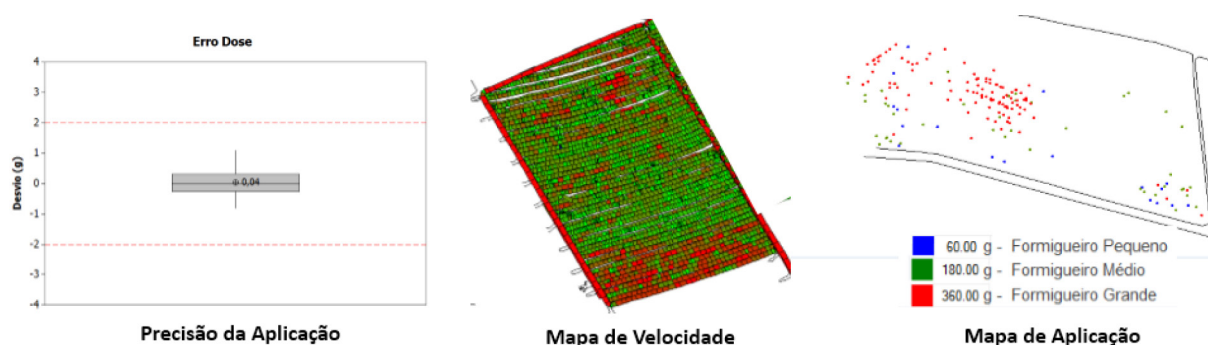


Figura 5 - Gráficos das informações geradas pelo sistema de precisão na operação de combate à formiga

VANT

Os Veículos Aéreos Não Tripulados, mais conhecidos pela sigla VANT, são uma ferramenta para otimizar as avaliações de qualidade dos plantios e áreas de brotação, pois permitem uma maior cobertura amostral, maior eficiência assertividade das informações geradas e uma sistematização da metodologia de avaliação.

As imagens aéreas geradas pelos VANTs podem ser utilizadas principalmente no controle de qualidade da silvicultura (sobrevivência, densidade de plantio, mato competição, alinhamento e pós-plantio), porém seu uso no setor florestal é muito amplo e diversos produtos estão em desenvolvimento.

Os resultados obtidos com a utilização de imagens coletas por meio dos VANTs demonstram que é possível substituir os métodos tradicionais das avaliações de sobrevivência do plantio, sem prejuízo, no que diz respeito à assertividade das informações geradas.

Vários produtos podem ser gerados com base nas imagens capturadas pelos VANTs (Figura 6). A mensuração de indivíduos vivos pode ser realizada por meio de parcelas amostrais instaladas nas imagens ou por algoritmos que realizam o censo do talhão, dessa forma reduzindo o erro amostral.

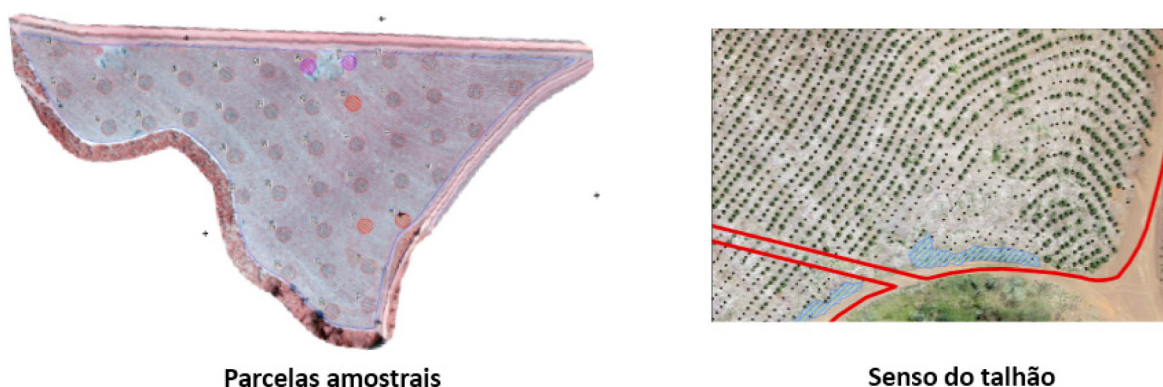


Figura 6 - Produtos gerados pelos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's)

Atualmente o principal fator que impossibilita a utilização do VANT em escala operacional é a regulamentação na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), uma vez que os procedimentos e critérios para liberação do uso ainda não foram estabelecidos pelo órgão regulamentador.

PERFORMANCE DA FLORESTA

Segundo Avery e Burkhart (1983), o inventário florestal tem como objetivo determinar as características qualitativas e quantitativas de árvores individuais e dos povoamentos florestais, ou seja, é uma ferramenta essencial para se avaliar a performance das florestas.

O Inventário Florestal Qualitativo (IFQ) foi implementado em 2012 nas áreas da Fibria e tem como objetivo avaliar o desempenho das florestas jovens. As medições são realizadas aos seis e doze meses após a data de plantio, sendo mensurados parâmetros como altura, diâmetro, sobrevivência e uniformidade.

Hakamada *et al.* (2015) cita que a garantia de plantios florestais com crescimento e uniformidade adequado depende da chamada qualidade silvicultural (TRINDADE *et al.*, 2000), a qual pressupõe que ocorra concomitantemente duas condições: i) a assertividade das recomendações silviculturais (STAPE, 1997); e ii) a qualidade da execução das recomendações através das operações silviculturais (TRINDADE *et al.*, 2000).

O suprimento adequado e uniforme dos recursos de crescimento fornecidos pelo manejo silvicultural adequado proporcionam aumento na sobrevivência, rápido crescimento inicial e aumento na uniformidade em povoamentos de *Eucalyptus* em diferentes ambientes de produção (STAPE *et al.*, 2010).

Hakamada *et al.* (2015) demonstrou que índices de uniformidade dos povoamentos podem ser utilizados como ferramenta para monitoramento da qualidade silvicultural e apresentam correlação com a produtividade do povoamento. Seguindo essa linha a Fibria adotou o Índice de Uniformidade (IU) como indicador e vem realizando a gestão dessa informação com o objetivo de mensurar os impactos operacionais na produtividade das florestas.

Comparando os resultados de 2012 e 2014 da medição do IU (PV50), observa-se um aumento de 33% do IU nos plantios mensurados com 12 meses (Figura 7). O boxplot evidencia também menor variação do indicador em relação à média, isso demonstra uma tendência de evolução da qualidade silvicultural.

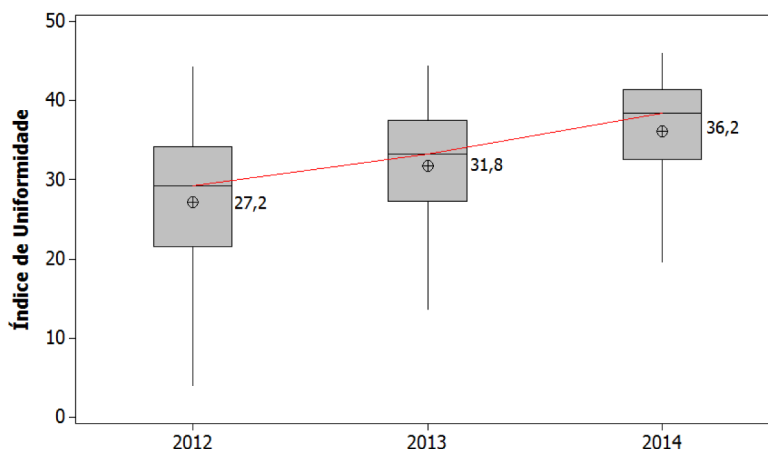


Figura 7 - Índice de uniformidade dos plantios com 12 meses

Os resultados indicam uma tendência positiva, porém ainda são necessários mais estudos para que seja possível quantificar os impactos da qualidade silvicultural na produtividade final do povoamento florestal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de Gestão da Qualidade tem se mostrado como uma ferramenta eficaz para a garantia do padrão de qualidade das atividades de silvicultura e na manutenção das melhorias operacionais implementadas e não está sendo visto exclusivamente como um custo, desassociado das atividades;

Após a implementação do controle de qualidade, as operações de silvicultura têm apresentado uma evolução nos indicadores de qualidade, demonstrando que a unidade Fibria Três Lagoas está em busca da excelência operacional;

Tão importante quanto o desenvolvimento e a implementação das ferramentas de controle e de mensuração, são as ações para correção de desvios, identificação de tendências e oportunidades no processo de Silvicultura;

Ao longo dos anos observa-se também maior uniformidade dos plantios refletindo a prática de uma melhor qualidade silvicultural;

Apesar dos resultados indicarem uma tendência positiva na uniformidade dos povoamentos, ainda são necessários mais estudos para que seja possível quantificar os impactos na produtividade do povoamento florestal;

A silvicultura de precisão apresenta potencial de redução da variabilidade nas operações florestais permitindo o estabelecimento de povoamentos mais homogêneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, T. E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 1983. 331 p.
- HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z. ALMEIDA, A. A.; SILVA, L. F. Uso do inventário florestal e da uniformidade entre árvores como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em plantios clonais de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n.105, p. 27-36, 2015.
- STAPE, J. L.; GOMES, A. N; ASSIS, T. F. Estimativa da produtividade de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus gradis x urophylla* no Nordeste do Estado da Bahia-Brasil em função das variabilidades pluviométricas e edáfica. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS. 1997., Salvador. **Proceedings...** Salvador: EMBRAPA/CNPq, 1997. P. 192 -198.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M.; LIMA, A. M.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; SILVA, G.; ANDRADE, H.; ALVES, J. M. The Brazil Eucalyptus potential productivity Project: influence of water, nutrientes and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1686 – 1694, 2010.

TRINDADE, C. **Desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade para a atividade florestal**. 1993. 164 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1993.

TRINDADE, C. RESENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade: aplicação na atividade florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 124 p.

TRINDADE, C.; JACOVINE, L. A. G.; REZENDE, J. L. P.; SARTORIO, M. L. **Gestão e controle da qualidade na atividade florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2012.

KAYNAK, H. The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. **Journal of Operations Management**, Indiana, v. 21, n. 4, p. 405-435, July 2003.

VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Silvicultura de precisão: uma nova perspectiva para o gerenciamento de atividades florestais. In: BOREM, A.; GIUDICE, M. P.; QUEIRÓZ, D. M. (Eds). **Agricultura de Precisão**. Viçosa: os autores, 2000. p.65-75.

Mecanização e Silvicultura de Precisão na Eldorado

César Gomes Vieira¹; Gilton Vitor Dornelas¹; João de Deus Junior¹; João Flavio da Silva¹,
Michel Pinto Borges¹, Valdemir Brunheroto¹; Vinicius Evangelista Silva¹

¹Eldorado Brasil

E-mail de contato: vinicius.silva@eldoradobrasil.com.br

RESUMO

A Eldorado Brasil Celulose S/A é uma empresa brasileira com atuação global. Produz e entrega celulose de alta qualidade para todo o mundo. Na área florestal, possui foco em mecanização das atividades silviculturais, devido ao relevo favorável, déficit de mão-de-obra e necessidade de precisão nas recomendações silviculturais. Em visita técnica realizada pelo Programa Temático em Silvicultura e Manejo (PTSM), durante sua 50ª Reunião Técnico Científica, nas Áreas da Eldorado, foram apresentadas as atividades de: Controle mecanizado de formiga, controle da matocompetição com pulverizador autopropelido; coleta de solo mecanizado, aplicação de calcário com caminhão dotado de sistema eletrônico de dosagem; Preparo de solo e adubação com sistema RTK; Plantio mecanizado; Irrigação mecanizada. O controle mecanizado de formigas é realizado em pré e pós-plantio, de forma sistemática. O pulverizador autopropelido é utilizado nas aplicações de herbicidas em área total. Sua vantagem em comparação ao trator agrícola, com tanque de arrasto ou de terceiro ponto, é seu alto rendimento operacional e excelente qualidade de aplicação. A coleta de solo é mecanizada utilizando sistema de brocas com duas profundidades de coleta (0 a 20 e 20 a 40 cm). A aplicação de calcário é feita com caminhão de calcário, de alto rendimento operacional. A subsolagem é realizada com implemento de arrasto e trator agrícola, com alinhamento orientado por sistema RTK. Conjugada à subsolagem, é feita a aplicação de dois fertilizantes (Super Fosfato Simples, e NPK com micronutrientes). O plantio mecanizado é realizado em áreas de implantação e reforma. Sua qualidade está relacionada à do preparo de solo, das mudas e do treinamento dos operadores. A irrigação mecanizada possui um sistema eletro-hidráulico e um sistema pendular que possibilita uma operação dinâmica, com capacidade de irrigação entre 2 e 5 litros. A mecanização e a silvicultura de precisão são dependentes e complementares, sua utilização no contexto atual da silvicultura nacional é indispensável para garantir a competitividade do setor florestal em termos de custos e qualidade das operações florestais.

INTRODUÇÃO

A Eldorado Brasil Celulose S/A é uma empresa brasileira com atuação global. Produz e entrega celulose de alta qualidade para todo o mundo. Seu complexo industrial e áreas de plantio estão localizados no Mato Grosso do Sul, com capacidade para produzir até 1,5 milhão de toneladas de celulose por ano.

Situada exclusivamente no estado do Mato Grosso do Sul, a região apresenta clima AW segundo classificação de Köppen, ou seja, tropical quente e úmido. A precipitação pluviométrica no seu site varia de 1100 a 1500 mm anuais, com média anual de 1.300 mm. O déficit hídrico nas regiões de plantio varia entre 150 e 500 mm anuais (Figura 1).

Existem basicamente quatro classes de solos nas áreas de plantio, Latossolos Vermelho Distrófico, Argissolos Vermelhos Distróficos, Neossolos Quartzarênicos e Planossolos Háplicos nas áreas de preservação permanente (Figura 2).

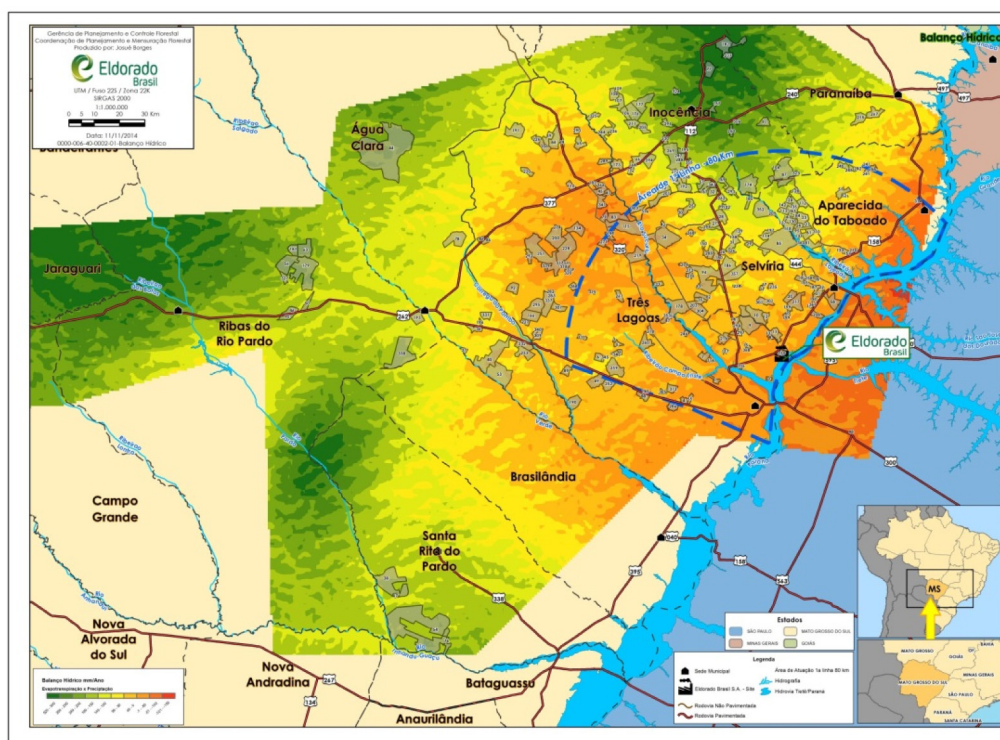


Figura 1 – Distribuição do balanço hídrico anual nas áreas de atuação da Eldorado Brasil.

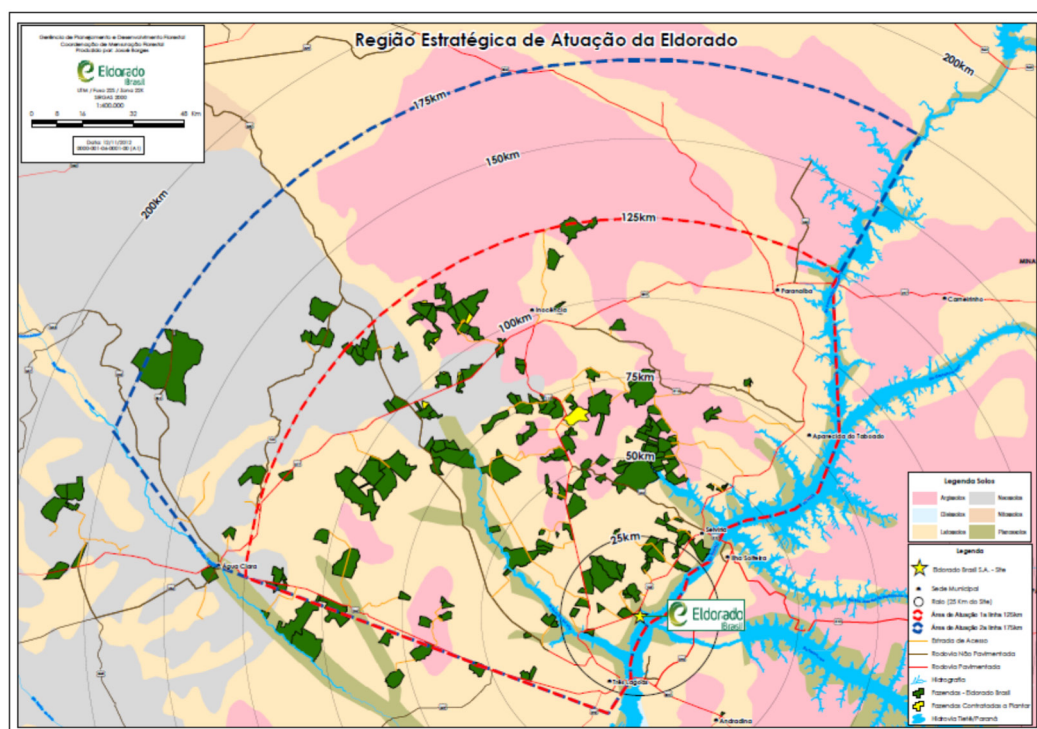


Figura 2 – Distribuição espacial dos solos na área de atuação da Eldorado Brasil.

DESENVOLVIMENTO

A Eldorado Brasil investe na mecanização das atividades silviculturais, devido ao relevo favorável, ao déficit de mão-de-obra e a necessidade de precisão nas recomendações silviculturais. A mecanização tem sido apontada como fator de competitividade no setor florestal brasileiro devido ao:

- Menor custo das atividades mecanizadas;
- Aumento na uniformidade das aplicações;
- Melhoria na ergonomia das atividades de silvicultura;
- Valorização dos trabalhadores florestais por meio de cursos de qualificação técnica.

Para discutir os temas de qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão, o Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo (PTSM) realizou sua 50ª Reunião Técnico Científica, na Eldorado Brasil Celulose S/A. Durante a visita de campo realizada, foram apresentadas as seguintes atividades silviculturais:

- Controle mecanizado de formiga;
- Controle da matocompetição com pulverizador autopropelido;
- Coleta de solo mecanizada;
- Aplicação de calcário com caminhão dotado de sistema eletrônico de dosagem;
- Preparo de solo e adubação com alinhamento via Sistema RTK;
- Plantio mecanizado;
- Irrigação mecanizada.

Controle Mecanizado de Formigas

O controle mecanizado de formigas é realizado em pré e pós-plantio, de forma sistemática (Tabela 1). Devido ao método de aplicação, o controle não é eficiente quando o índice de infestação é elevado. Por isso, especificamente em pré-plantio, o controle mecanizado é realizado apenas em condições de baixa infestação de formigas. Em casos de alta infestação, deve-se proceder com o controle manual.

Tabela 1 – Método de controle, época de aplicação e dose utilizada no controle mecanizado de formigas da Eldorado Brasil.

Método de controle	Época	Dose
Mecanizado	Pré-plantio	Sistemático: 4 a 8 kg ha ⁻¹ de isca granulada Localizado: filete contínuo ao redor do formigueiro
	Manutenção	Sistemático: 3 a 5 kg ha ⁻¹ de isca granulada

Características do equipamento e operação

Acoplado ao terceiro ponto do trator e acionado por um motorredutor elétrico com sistema temporizado de controle, o equipamento possibilita uma distribuição de maneira sistemática e uniforme de isca (Figura 3). É utilizado em situações de infestação de nível baixo a médio. Suas principais características são:

- Capacidade de 80 kg por reservatório totalizando 160 kg;
- Sistema de distribuição opera de forma intermitente, contínua e ou conjugada;
- O monitoramento é realizado identificando o nível de infestação e o nível de controle após a aplicação;
- A aferição da dose de isca aplicada é realizada duas vezes ao dia.



Figura 3 – Equipamento utilizado na aplicação de isca formicida.

Pulverizador Autopropelido

O pulverizador autopropelido é utilizado nas aplicações de herbicidas em área total (Figura 4 e 5). Sua principal vantagem em relação ao trator agrícola com tanque de arrasto ou de terceiro ponto, é o alto rendimento operacional e a excelente qualidade de aplicação, devido ao sistema de controle de vazão independente por seção de aplicação.



Figura 4 – Utilização de pulverizador autopropelido para aplicação de herbicida pós-emergente: antes da aplicação (a); após a aplicação (b)

Características do equipamento

- Capacidade de tanque 2.270 litros;
- Barra de 24 metros com acionamento hidráulico;
- Sistema SprayStar™ que controla o fluxo e pressão da pulverização;
- Transmissão hidrostática com motor hidráulico por roda.



Figura 5 – Equipamento autopropelido de aplicação de herbicida.

Processo de Recomendação de Adubação

A coleta de solo é mecanizada utilizando sistema de brocas com duas profundidades, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Figura 6). O sistema de coleta apresenta maior versatilidade e rendimento que a operação manual, com diminuição dos tempos de deslocamento entre parcelas.



Figura 6 – sistema de brocas de coleta de solo.

Previamente à coleta de solo, é feito o mapa de pré-amostragem, utilizando-se o talhão como unidade mínima de coleta. Cada talhão é fragmentado em GRIDS de coleta de amostras simples, para formar a amostra composta representativa (Figura 7).

Após a análise de solo, a recomendação de adubação é feita baseada no sistema NUTREECALC® da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Este sistema faz, em síntese, um balanço entre as reservas do solo e a demanda de nutrientes em função da produtividade esperada do site/talhão.

Após a recomendação de adubação, é produzido o mapa de aplicação de fertilizantes. Este mapa é salvo nos computadores de bordo dos tratores e implementos utilizados para as atividades de fertilização: aplicação de superfosfato simples e NPK na adubação de plantio, e aplicação de calcário.

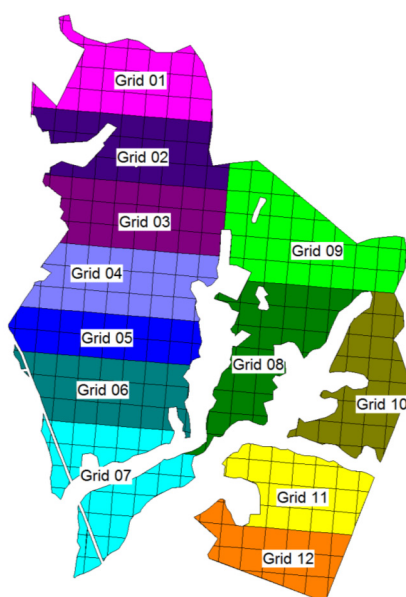


Figura 7 – Mapa de pré-amostragem de solo nos diferentes talhões.

Aplicação de Calcário com Caminhão

Este equipamento (Figura 8) é utilizado em substituição aos tratores agrícolas com implementos de arraste tradicionais. O caminhão possui a vantagem de alto rendimento operacional, bem como a qualidade da aplicação em taxa variável.

Características do equipamento

Capacidade de 12 m³;

Vazão de 8 a 6000 kg ha⁻¹;

Possui sistema de esteira de borracha auto centralizadora que proporciona maior precisão na distribuição;

Chapa em aço inox;

Controlador com taxa variável;

Pneus de alta flutuação.



Figura 8 – Caminhão de aplicação de calcário.

Preparo de Solo e Adubação Mecanizada com Sistema RTK

A atividade de preparo de solo é realizada com o uso de trator agrícola e subsolador de arrasto. Conjugada com a subsolagem é realizada a fertilização com superfosfato simples e a combinação NPK + micronutrientes.

Características do equipamento

Trator agrícola Valtra BT 190 equipado com piloto automático e sistema RTK (Real Time Kinematic ou Cinemático em Tempo Real);

Subsolador com haste parabólica de 600 mm, grade de destorroamento de oito discos e capacidade de 1200 kg de fertilizantes;

Controlador de vazão de NPK – DICKEY-John.

Descrição da operação

Preparo de solo a 50 cm de profundidade e estrondamento lateral de 70 cm (Figura 9);

Uso de dois fertilizantes em doses distintas;

Preparo de solo em semi-nível.

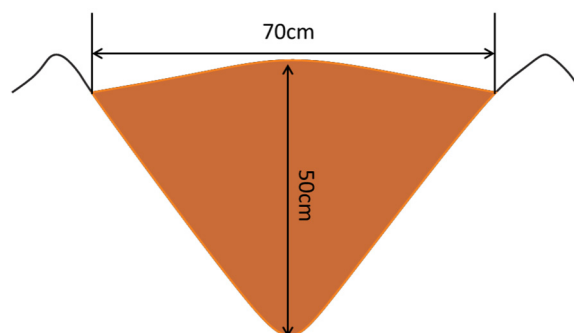


Figura 9 – Profundidade e estrondamento lateral no preparo de solo

Plantio Mecanizado

Características do equipamento

Plantadora de arrasto com kit contador de mudas plantadas (Figura 10) permite incluir sistema de adubação, de aplicação de gel e de herbicida;

Possibilita várias regulagens de espaçamento, sendo utilizado 3,4 x 2,3 m ($1.176 \text{ mudas ha}^{-1}$).



Figura 10 – Plantadora mecanizada

Descrição da atividade

O plantio mecanizado realizado em áreas de implantação e de reforma tem por objetivo a redução de mão de obra, a melhoria na ergonomia de trabalho e a qualidade no processo.

A qualidade do plantio mecanizado está relacionada diretamente à qualidade do preparo de solo, das mudas e do treinamento dos operadores. O controle de qualidade é realizado diariamente, sendo avaliada a qualidade da bacia para irrigação, o posicionamento da muda, as falhas no plantio e o alinhamento da muda.

Irrigação Mecanizada

Características do equipamento

Acoplado frontalmente ao trator, possui um sistema eletro-hidráulico e um sistema pendular que possibilita uma operação dinâmica (Figura 11). O equipamento possui capacidade de irrigação de 2 a 5 litros por planta;

Capacidade do tanque: 5.500 litros;

Velocidade operacional: $3,5 \text{ km h}^{-1}$.



Figura 11 – Irrigador mecanizado

Descrição da atividade

Na 1ª irrigação de plantio, utiliza-se solução de água com gel de irrigação. A partir da segunda irrigação, utiliza-se o condicionador de solo, para aumentar a viscosidade da água de irrigação. A operação é feita de acordo com observação de campo, e a evapotranspiração de referência calculada e divulgada no boletim meteorológico da Eldorado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mecanização e a silvicultura de precisão são dependentes e complementares, e sua utilização no contexto atual da silvicultura nacional é indispensável para garantir a competitividade do setor florestal em termos de custos e de qualidade das operações florestais.

Considerações finais

Controle de qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão: ferramentas para gestão eficiente e aumento da produtividade madeireira

Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo¹ Rodrigo Eiji Hakamada², José Carlos Arthur Junior³, José Henrique Bazani⁴, José Henrique Tertulino Rocha², José Leonardo de Moraes Gonçalves⁵

¹Pesquisador em Nutrição Florestal – Asia Pulp and Paper. E-mail: eascmelo@yahoo.com.br

²Doutorando em Recursos Florestais do Programa de Pós-graduação da ESALQ/USP

³Professor Adjunto do Departamento de Silvicultura. Instituto de Florestas, UFRJ -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

⁴Engenheiro Florestal. 4tree Agroflorestal

⁵Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais. ESALQ - Escola Superior de Agricultura - “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo

A adoção do controle de qualidade pelo setor florestal foi realizada há décadas, havendo alguns registros dos benefícios dessa prática na produtividade florestal (FREITAS et al., 1980). No entanto, dadas as novas ferramentas e as possibilidades de avaliações, sua importância aumenta gradativamente. Atualmente, o controle de qualidade é utilizado para as operações de silvicultura e de colheita (TRINDADE; MELO, 2016; TEREZAN et al., 2016; GALIZIA et al., 2016). Dentre as principais atividades avaliadas estão o preparo de solo, a adubação manual ou mecanizada, a aplicação de herbicidas e, em viveiros, a qualidade das mudas (MOREIRA et al., 2016; BAZANI et al., 2016; TRINDADE et al., 2016).

Devido à sua capacidade de identificar pontos de melhorias e atuar diretamente na gestão das atividades, o controle de qualidade é adotado na maioria das empresas florestais. No entanto, apenas em algumas é realizado concomitantemente à atividade avaliada, ou seja, no momento em que a operação está ocorrendo. Esta defasagem impede a correção dos problemas e não elimina as perdas inerentes ao processo (TRINDADE; MELO, 2016).

Além de se identificar os principais fatores envolvidos na perda de eficiência das operações, o controle de qualidade das atividades silviculturais, quando bem implementado, permite que estes desvios sejam quantificados. Assim as ações necessárias para promoção de melhorias no processo produtivo são melhor empregadas, refletindo em maiores retornos econômicos. Algumas empresas florestais, principalmente aquelas que terceirizam as operações de silvicultura, utilizam a ferramenta como critério para a remuneração das empresas prestadoras de serviço (FERRANDO et al., 2016). Um exemplo de como a adoção do controle de qualidade traz benefícios ao sistema de produção é no processo de seleção de mudas. Moreira et al. (2016) evidenciaram que o uso de mudas com padrões morfológicos adequados ao plantio aumentaram o aproveitamento de mudas e resultaram em maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial.

A utilização de novas tecnologias oriundas de um conceito de silvicultura de precisão tem por objetivo aumentar o controle e diminuir falhas operacionais que possam resultar em perdas de produtividade e de insumos. Controladores de vazão para aplicação de fertilizantes são amplamente utilizados por empresas florestais, assim como para a distribuição de iscas formicidas, apesar de este último ainda ser menos difundido (GALIZIA et al., 2016; SILVA et al., 2016; TEREZAN et al., 2016). Quando utilizados em conjunto com a aplicação de fertilizantes, estes melhoram o desempenho da aplicação, garantindo maior fidelidade da aplicação das doses previamente recomendadas pela área técnica. Melhorias no processo de fabricação dos insumos também contribuem para melhor uniformidade de distribuição dos nutrientes no talhão por mitigarem os efeitos de segregação (BAZANI et al., 2016). Adicionalmente, o maior controle de operação possibilita a redução no uso de insumos e também dá ferramentas aos gestores para efetuarem uma gestão mais eficiente das operações (VRECHI et al., 2007).

O monitoramento de falhas de plantio e da ocorrência de formigueiros são duas potenciais aplicações para o uso de VANT's, os quais começam a ser testados. Para estes fins, ainda há necessidades de maiores testes e validações (GALIZIA et al., 2016; MELO, 2016; TEREZAN et al., 2016). Além dos VANT's e dos controles de vazão, existem ainda sensores para determinação da profundidade

de preparo de solo, controladores de seção e mapas de aplicação para otimização de caldas de herbicida, associados à utilização de Global Navigation Satellite System (GNSS). Estas ferramentas indicam a tendência crescente de introdução da silvicultura de precisão à realidade florestal. Todas estas são ferramentas para aumentar o controle dos processos e podem ser utilizadas para o controle de qualidade na silvicultura.

Para que o controle de qualidade avance dentro das instituições e possa ser incorporada por pequenos e médios produtores como ferramenta eficiente na sua gestão, é necessário que se fortaleçam as evidências dos seus benefícios. Ou seja, deve-se aprimorar a quantificação do impacto do controle de qualidade na redução de custos, otimização de uso de insumos, de máquinas e de mão de obra na produção madeireira.

Para a quantificação do efeito da qualidade das operações na produtividade madeireira propõe-se o uso de ferramentas que abranjam as escalas espacial e temporal. O indicador PV50 (volume individual acumulado de 50% menores árvores da amostra) (HAKAMADA et al., 2015) se mostra como uma nova ferramenta silvicultural para auxiliar nesse processo e pode ser aplicado de duas maneiras: 1) para fazer um diagnóstico momentâneo das áreas e identificar aquelas com possíveis problemas (e corrigi-los, caso seja o caso); 2) para servir de feedback para os próximos plantios. Para isso, é preciso que se tenha em mãos os registros de como foi a qualidade de cada uma das atividades. Por exemplo, como foi a qualidade do preparo de solo, se houve o plantio de mudas velhas ou mudas muito novas, se ocorreu atraso na irrigação, entre outros. Com essas informações em mãos, faz-se a adequada gestão dos processos, com o enfoque na correção dos desvios visando o atingimento do potencial produtivo da propriedade.

O trabalho realizado por Galizia et al. (2016) exemplificam como, na prática, o indicador PV50 conjuntamente à rede de inventário florestal podem ser utilizadas para capturar a qualidade das operações. Nesse registro, é possível estabelecer uma correlação entre o aumento do nível de qualidade das operações silviculturais como o aumento da uniformidade da floresta. Em estudo realizado em três regiões do Brasil, Hakamada et al. (2015) evidenciaram que, em média, 1% de ganho de uniformidade pode trazer um aumento de cerca de 6 m³ ao final de uma rotação. Esses trabalhos, conjuntamente, evidenciam o potencial de ganhos que o controle de qualidade nas operações pode trazer tanto para a produção madeireira como para o processo de gestão em si.

Com os exemplos apresentados no 50ª Reunião Técnico-Científica do Programa de Silvicultura e Manejo do IPEF e agrupados nessa edição da Série Técnica, evidenciaram-se os benefícios trazidos pelo controle de qualidade associados às práticas de silvicultura de precisão. Com isso, tornar-se-á crescente a abordagem desses assuntos ao longo dos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZANI, J. H.; BATISTUZZO, G. Z. B.; ZUCON, A. R. S.; PRIETO, M. R.; GONÇALVES, J. L. M.; ROCHA, J. H. T.; MELO, E. A. S. C. Qualidade Silvicultural: a fertilização de base e sua influência no desenvolvimento inicial de plantações de eucalipto. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.
- FERRANDO, S. Calidad operacional y Silvicultura de precisión en Montes del Plata. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.
- GALIZIA, L. F. C.; RAMIRO, G. A.; ROSA, C. J. C. Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.
- HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z. ALMEIDA, A. A.; SILVA, L. F. Uniformidade entre árvores durante uma rotação e sua relação com a produtividade em *Eucalyptus* clonais. *Revista Cerne*, Lavras, v.21, n.3, p. 465-472, 2015.
- HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z. ALMEIDA, A. A.; SILVA, L. F. Uso do inventário florestal e da uniformidade entre árvores como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultural em plantios clonais de eucalipto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 27-36, 2015.
- MELO, E. A. S. C. Desafios e oportunidades para a Silvicultura de Precisão: uma síntese do congresso brasileiro de agricultura de precisão de 2014. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.
- MOREIRA, G. G.; LEMOS, C. C. Z.; HAKAMADA, R. E.; SILVA, R. M. L.; PIRES, G. T. A qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* impacta o aproveitamento final de mudas, a sobrevivência e

o crescimento inicial. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.

TEREZAN, L. H.; BERNARDI, M.; SILVA, A. I. G. Controle de Qualidade Florestal na Eldorado Brasil S.A. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.

TRINDADE, C.; MELO, E. A. S. C. Controle de Qualidade das práticas silviculturais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.

VIEIRA, C.G.; DORNELAS, G.V.; DEUS JUNIOR, J.; SILVA, J.F.; BORGES, M.P.; BRUNHEROTO, V.; SILVA, V.E. Mecanização e Silvicultura de Precisão na Eldorado. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.

VRECHI, A.; STAPE, J. L.; SILVA, S. R.; BAZANI, J. H. **Silvicultura de precisão: oportunidades de ganhos em operações silviculturais**. Piracicaba: ESALQ / Departamento de Ciências Florestais, 2007. 87p.

Lista de participantes

Adilson Paulo Hayashi – CESP
Alessandro Costa Rodrigues – Eldorado Brasil
Alex Passos dos Santos – Eucatex
Alexandre de Vicente Ferraz - PTSM/IPEF
Alexandre Peres Vieira - J.A. Abdalla Construções e Serviços
Amanda Fernandes Franci - PTSM/IPEF
Ana Rosaria Scilfo Zucon - PTSM/IPEF
Anderson Cleiton Pauli Bogo – Vallourec
Anderson Jones Bobko – Eldorado Brasil
André Ricardo Brasilino Rocha – CESP
Andrea Virginea Athayde Wenzel - PTSM/IPEF
Bruno Afonso Magro – Klabin
Bruno Antonio Damazo – Eldorado Brasil
Caio Murilo Ferrarini – Eldorado Brasil
Carolina Aparecida de Souza Queiroz – Duratex
Carolina Braga Brandani - PTSM/IPEF
Cassiano Boschetti – Eldorado Brasil
Cauê Crepaldi Cassano – Fibria
Celso Machado – CESP
Celso Trindade – Geraes Qualidade e Meio Ambiente
César Gomes Vieira – Eldorado Brasil
Claudemir Couto – Fibria
Claudinei Pereira Quinto – Fibria
Cláudio Amaral Guedes – ArcelorMittal BioFlorestas
Cláudio Roberto da Silva
Clewerson Frederico Scheraiber – Klabin
Cristian Perin – CMPC
Cristiane Camargo Zani de Lemos – International Paper
Daniel Poiati - PTSM/IPEF
Daniel Teixeira Barbosa Pinto – Amata Brasil
Darian Girelli – CMPC
Diana Carolina Vásquez Castro - PTSM/IPEF
Dienison Pereira – Eldorado Brasil
Edilson Fialho – Eldorado Brasil
Eduardo Aparecido Sereguin Cabral de Melo – PCMAF/IPEF
Eduardo Bernardo de Almeida Filho – Eucatex
Elcio Torques Taborda – Eldorado Brasil
Emerson Eduardo de Carvalho – Fibria
Eric Victor de Oliveira Ferreira - PTSM/IPEF
Erico Picinatto Junior – International Paper
Estela Couvre Foltran - PTSM/IPEF
Eugenio Roza de Freitas – Eldorado Brasil
Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo - PTSM/IPEF
Felipe Bianchi Saldanha - PTSM/IPEF
Fernanda Maria Abílio – Eucatex
Fernando José Acle Mautone – Montes del Plata
Fernando Valvassori de Almeida – JFI
Flávio Gomes Andrade – Bahia Specialty Cellulose
Flávio Luiz Dorigon – Amata Brasil
Franz Pavlu – Verion
Gabriela Gonçalves Moreira – International Paper
Gabriela Trindade Pires – International Paper
Geraldo Colli Junior – Grupo Lacan
Germano Vieira – Eldorado Brasil
Gilmar Santos Matos – Eldorado Brasil
Gleison Laranjeira Freitas – Timac Agro
Glodoaldo Arantes Ramiro – Fibria
Guilherme Ferreira Cortez – Klabin
Guilherme Zaghi Borges Batistuzzo – International Paper
Gustavo Theodoro Paulini Barbosa - PTSM/IPEF
Idegrades Nunes Fernandes – Eldorado Brasil
Ihanny Matos Cordeiro Lima – Veracel
Ilvânio Luiz Guedes – Cenibra
Iram Sena Gusmão – Eldorado Brasil
Irislei Francisca Neves – Gerdau
Isis de Almeida Paiva – Lwarcel
Jackson dos Santos Acunha – Eldorado Brasil
Jaime Silva – International Paper
James Stahl – Klabin
João Carlos Teixeira Mendes – ESALQ/USP
João de Deus Júnior – Eldorado Brasil
João Flavio da Silva – Eldorado Brasil
João Pedro Sangaletti Serrano - PTSM/IPEF
Jonas Ortiz – Eldorado Brasil
Jorge Watanabe – CESP
José Augusto Mesquita Aragão – Eldorado Brasil
José Carlos Arthur Junior – PTSM/IPEF
José Carlos de Almeida – JFI
José Henrique Bazani – ESALQ/USP
José Henrique Tertulino Rocha - PTSM/IPEF
José Leonardo de Moraes Gonçalves – LCF/ESALQ/USP
Karina Goulart Tumura – Eldorado Brasil
Lafayette Campelo Martins – ArcelorMittal BioFlorestas
Leandro Degrandi - PTSM/IPEF
Leandro Evangelista do E. Santo – Eldorado Brasil
Leonardo Novaes Rosse – Eldorado Brasil
Lindenberg Rodrigues Perpetuo – Suzano
Luciana Duque Silva – LCF/ESALQ/USP
Luiz Felipe de Castro Galizia – Fibria
Luiz Henrique Terezan – Eldorado Brasil
Luiz Otavio de Oliveira Ramos – Fibria
Marcela Capoani – Lwarcel
Marcos Sandro Felipe – Eucatex
Maria Eugênia do Amaral Richter - PTSM/IPEF
Mariana Vandromel Rodrigues - PTSM/IPEF
Mateus Peressin – International Paper
Mauro Brino Garcia – Verion
Michel Pinto Borges – Eldorado Brasil
Nadívio Souza dos Santos – Eldorado Brasil
NiKolas de Souza Mateus - PTSM/IPEF
Nilton Cesar Martins – Martins Empreendimentos Florestais
Paulo Otaviano Claro da Silva – Eldorado Brasil
Paulo Renato Teixeira – Fibria
Pedro Carlos Amaral Mexias – Eldorado Brasil
Rafael Quadrelli – Montes del Plata
Reginei Donizete da Silva – Eldorado Brasil
Rejiane de Oliveira da Rosa – Eldorado Brasil
Renato Gomes da Motta – CESP
Richard Mendes Dalaqua – Suzano
Richarles Arrais Caldas – Eldorado Brasil
Roberto Brinck Junior – Eldorado Brasil
Rogério Rezende Malheiros – Ramires
Rudolf Woch – Apoiotec
Santiago Ferrando – Montes del Plata
Tauan Bonin Góiz – Lwarcel
Thiago Gomes Pilotto - PTSM/IPEF
Thierry Brustolini Oliveira Rena – Fibria
Valdemir Brunheroto – Eldorado Brasil
Vinícius Alves de Lima – Timac Agro
Vinícius Evangelista Silva – Eldorado Brasil
Vinícius Pereira da Rocha – Duratex
Vitor Leandro Fontes – Duratex
Washington Luiz de Azevedo Geres – CESP
Yesid Alejandro Mariño Macaña - PTSM/IPEF

