

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ADENISE APARECIDA ULCHAK

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CONTROLE DE QUALIDADE DE OPERAÇÕES SILVICULTURAIS EM
PLANTIOS DE EUCALIPTO**

CURITIBA

2016

ADENISE APARECIDA ULCHAK

**CONTROLE DE QUALIDADE DE OPERAÇÕES SILVICULTURAIS EM
PLANTIOS DE EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF006 e requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo A. Malinovski

CURITIBA

2016

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
MATERIAL E MÉTODOS	6
Coleta de dados	6
Avaliação das operações	6
RESULTADOS	8
DISCUSSÃO	11
Mudas.....	11
Plantio	11
Herbicida	12
Preparo do solo	13
Adubação de cobertura	13
CONCLUSÕES	13
AGRADECIMENTOS	13
REFERÊNCIAS.....	14

CONTROLE DE QUALIDADE DE OPERAÇÕES SILVICULTURAIS EM PLANTIOS DE EUCALIPTO

Adenise Aparecida Ulchak¹, Ricardo Anselmo Malinovski²

¹Autor para correspondência; Graduanda em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – adenise.ulchak@gmail.com

²Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Agronomia – Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – ricardomalinovski@ufpr.br

Resumo

As exigências do mercado consumidor no setor florestal levam as empresas a aprimorar seus processos com implantação da gestão da qualidade, almejando a melhoria contínua. Dentre os fatores que incentivam esta prática estão a competitividade, alta produtividade e consequentemente maior lucratividade, onde a gestão da qualidade se insere como ferramenta de auxílio nas tomadas de decisão de caráter estratégico e tático. Avaliações de controle de qualidade permitem redução de variabilidade nos processos, que somados a padronização de metodologias alcançam homogeneidade, principal característica desejada pela indústria. As cartas de controle são excelentes ferramentas para a verificação de uma atividade. Tendo em vista a importância do controle de qualidade do setor florestal este trabalho tem por objetivo analisar uma série histórica no período de 2012 a 2016 e verificar se o controle da qualidade das operações silviculturais em uma empresa de base florestal com plantios de eucalipto no estado de São Paulo apresentou acréscimo no índice de conformidade. As avaliações mostraram que de maneira geral a qualidade das operações tende a aumentar com o decorrer do tempo, no entanto podem haver outros fatores que interferem na qualidade, tais como falta de mão de obra qualificada e metodologia de avaliação.

Palavras-chave: melhoria contínua, gestão da qualidade, plantações florestais.

Abstract

Quality control of silvicultural operations in eucalyptus plantation. The demands of the consumer market in the forest sector lead companies to improve their processes with implementation of quality management, aiming at continuous improvement. Among the factors that encourage this practice are competitiveness, high productivity and consequently increase profitability, thus quality management is inserted as a tool to support strategic and tactical decision-making. Quality control assessments allow reduction of variability in the processes, which added to the standardization of methodologies achieve homogeneity, the main characteristic desired by the industry. Control charts are great tools for checking an activity. Considering the importance of the quality control of the forest sector, this paper aims to analyze a series history in the period from 2012 to 2016 and verify if the quality control of silvicultural operations in a forest-based company with eucalyptus plantations in the state of São Paulo showed an increase in the compliance index. The evaluations have shown that in general the quality of operations tend to increase over time, however, other factors may interfere in the quality, such as lack of skilled workforce and evaluation methodology.

Keywords: continuous improvement, quality management, forest plantations.

INTRODUÇÃO

A constante evolução do mercado consumidor e suas exigências por produtos com qualidade cada vez mais elevada vêm desencadeando uma busca por melhorias contínuas e aprimoramentos em processos das cadeias produtivas de todos os setores, e o mercado florestal não é exceção, o setor possui papel fundamental na economia brasileira, e vem incorporando práticas de controle de qualidade em suas atividades desde operações do primeiro setor até o final da cadeia.

Benefícios como o aumento de competitividade, maximização da produtividade florestal, uniformidade e conformidade na qualidade das operações, e consequentemente maior lucratividade, assim como a certificação são fatores que impulsionam a gestão da qualidade, auxiliando nos processos de tomadas de decisões de ordem estratégica e principalmente tática (VETTORAZZI & FERRAZ, 2000).

Segundo Milan & Fernandes (2002) “qualidade é a redução da variabilidade que quanto menor, melhor será a confiabilidade e a aceitação do produto ou serviço”. As informações geradas através das avaliações de qualidade permitem identificar falhas e tomar ações corretivas mais rápidas, reduzindo perdas de produtividade.

A história da gestão de qualidade é assunto que gera divergências entre os estudiosos, a maioria concorda que seu início data de períodos medievais, no entanto, a gestão de qualidade moderna inicia-se na

década de 1930 com a introdução das cartas de controle. (ANTÓNIO *et al.* 2016). A gestão da qualidade vai além do controle de produção, qualidade intrínseca de bens e serviços, aplicação isolada de ferramentas e métodos, ou assistência técnica, os conceitos expressam um modelo de gerenciamento, o qual busca eficiência e eficácia dentro da organização (MARSHALL JUNIOR *et al.* 2012).

Segundo Trindade *et al.* (2007) o investimento em qualidade deve ser bem fundamentado e com visão de longo prazo, são assumidos grandes desafios e o mais importante é ter uma mudança de postura gerencial. Conquistar a qualidade desejada significa envolver pessoas no processo produtivo, motivando-as a contribuir na melhoria desse processo, portanto, as ferramentas da qualidade são elementos facilitadores da implantação do sistema de qualidade participativo, o qual visa a melhoria contínua dos processos.

O uso de ferramentas de qualidade adequadas possui papel fundamental numa avaliação de controle da qualidade. Uma das formas é através de folha de verificação, a qual consiste em formulário próprio para verificar dados de um processo ou atividade, e serve como subsídio para cálculos necessários à tomada de decisão. Por se tratar de uma ferramenta utilizada por várias pessoas no momento da avaliação, deve ser objetiva e clara, e constar todos os detalhes que interferem na operação, minimizando dessa forma a fonte de erro por interpretação. (TRINDADE *et al.*, 2012).

Segundo Giron *et al.* (2013), os gráficos de controle compõem uma das metodologias da qualidade mais disseminadas atualmente, sendo utilizada no controle de processos e produtos baseada em análises estatísticas. O processo é monitorado em função do tempo, através da centralização (verificada através da média) e da dispersão (estimada através do desvio padrão ou amplitude). As cartas de controle dividem-se em duas categorias: por variáveis e por atributos. Cartas de controle por variáveis baseiam-se em distribuições contínuas, apontando dados que possam ser medidos ou que sofram variações contínuas. Já as cartas de controle por atributos são fundamentadas em distribuições discretas, de caráter dicotômico, onde os dados podem apenas serem contados ou classificados. (CHRISTINO *et al.*, 2010).

Um dos primeiros passos para o sucesso de uma organização é a padronização de métodos e práticas, só assim é possível estabelecer a melhoria do processo, no entanto, a percepção do avaliador para esse padrão não deve ser colocada de forma única para uma tomada de decisão (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2008). Neste sentido, a empresa concedente tem buscado a padronização de todas as suas operações, visando obter todas as vantagens proporcionadas por um controle de qualidade efetivo.

Por todos esses motivos, tem sido cada vez mais comum as práticas de controle de qualidade nas empresas de base florestal, abrangendo desde etapas silviculturais até colheita e transporte. Atualmente todos as atividades silviculturais da empresa analisada são terceirizadas, fator esse que muitas vezes dificulta a homogeneidade das operações, e razão pela qual o controle de qualidade se torna ainda mais importante, visto que uma falha no início do processo acarretará em um custo maior no final da cadeia.

Seguindo o princípio de melhoria contínua, acredita-se que a qualidade das operações florestais tende a aumentar com o passar do tempo, portanto, sob esta hipótese o objetivo do trabalho foi analisar uma série histórica no período de 2012 a 2016 e verificar se o controle da qualidade das operações silviculturais em uma empresa de base florestal com plantios de eucalipto no estado de São Paulo apresentou acréscimo no índice de conformidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa que realiza plantios de eucalipto para consumo próprio e está localizada no interior de São Paulo, na macrorregião de Sorocaba, sob influência do clima Cfa segundo classificação de Köppen, com temperatura média de 20,2 °C, e pluviosidade média anual de 1.236 mm. Possui em suas áreas solos predominantemente de textura média arenosa, e com relevo de suave ondulado a plano.

Coleta de dados

Para esse estudo foram analisadas as seguintes etapas silviculturais: i) expedição de mudas; ii) preparo do solo; iii) aplicação de herbicida; iv) plantio; e v) adubação de cobertura mecanizada. Foram amostrados dados provenientes do banco de dados do setor de controle de qualidade do período de 2012 a 2016.

Avaliação das operações

As avaliações foram realizadas seguindo os procedimentos técnicos da empresa, gerando uma nota geral pela operação, variando de 0 a 100%, a meta estipulada pela empresa é de 90% de conformidade. Com os dados coletados foram gerados gráficos para análise e controle, os quais são a principal ferramenta de gestão das operações.

A avaliação de qualidade ocorre em três níveis, na primeira fase a empresa prestadora de serviço (EPS) realiza avaliação diária conforme procedimento técnico, todas as falhas identificadas são corrigidas no momento. Na segunda fase a EPS sofre auditoria pela equipe própria da contratante, a avaliação segue a mesma

metodologia da primeira fase, e ocorre de forma aleatória, não possuindo intervalo de tempo definido. Por fim na terceira fase a equipe gestora realiza análise sobre as informações coletadas nas 2 etapas, e sugere ações para melhoria.

A avaliação de qualidade de mudas se deu no momento de expedição, após o encaixotamento das mudas no viveiro. Os parâmetros avaliados foram: altura das mudas, diâmetro do colo, mudas não rustificadas, mudas quebradas e/ou bifurcadas, fitossanidade, raízes ativas e falta de consistência no substrato.

Na etapa de plantio a empresa adotou duas formas: coveado e não coveado, onde a avaliação difere apenas em um dos itens em cada situação, portanto, para fins de análise neste trabalho a avaliação será combinada. A qualidade do plantio se dá através da análise do tamanho e profundidade da cova de irrigação e da análise das mudas plantadas (número de mudas tortas, afogadas e com falta de firmeza). Os parâmetros avaliados no plantio coveado foram: i) tamanho e profundidade da cova de irrigação, ii) firmeza, iii) afogamento, iv) tortuosidade, e v) muda quebrada. Já no plantio não coveado, ao invés de avaliar o tamanho e profundidade da cova de irrigação foi avaliado a distância entre plantas, e a análise das mudas plantadas seguiram os mesmos parâmetros do plantio coveado.

Já na aplicação de herbicida de forma mecanizada se deu de duas formas: com barra protegida (aplicação na entrelinha) e com barra longa sem proteção (aplicação em área total). A avaliação considerou a quantidade (dose/ha) de produto utilizado para a pulverização, e se tal dose está dentro da recomendação para a área. Foram coletados diversos fatores para o cálculo de vazão e uniformidade: i) tempo do trator para percorrer 50 metros, ii) tamanho do implemento (Barra longa sem proteção ou Barra protegida), iii) distância entre bicos, iv) altura dos bicos, v) vazão das pontas, e vi) uniformidade de aplicação.

A avaliação do preparo de solo consistiu na soma de duas avaliações, subsolagem e adubação. Teve por objetivo verificar a qualidade da subsolagem (tamanho e ângulo do sulco), a quantidade de adubo despejado pelo trator por hectare e as profundidades dos fertilizantes no solo. Os parâmetros avaliados foram: i) tempo do trator para percorrer 50 metros, ii) dosagem do adubo, iii) profundidade do sulco, iv) profundidade dos adubos, e v) angulação do sulco.

Por fim, a avaliação de adubação de cobertura mecanizada considerou apenas a quantidade de adubo que estava sendo aplicado por hectare.

Cada item avaliado por operação possui um peso atribuído empiricamente pela empresa, os valores padronizados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Peso de cada parâmetro avaliado nas operações.

Table 1. Weight of each parameter evaluated in the operations.

Item avaliado	Operação	Peso/item (%)
Altura	Mudas	10
Diâmetro do colo	Mudas	15
Rusticidade	Mudas	20
Bifurcação	Mudas	5
Sanidade – folhas	Mudas	10
Raiz ativa	Mudas	20
Consistência	Mudas	20
Tamanho e profundidade da cova de irrigação ou distância entre plantas	Plantio	20
Firmeza no plantio	Plantio	20
Profundidade da muda (afogamento)	Plantio	20
Alinhamento do substrato (tortuosidade)	Plantio	20
Qualidade da muda (quebrada)	Plantio	20
Uniformidade	Herbicida	50
Vazão	Herbicida	50
Dosagem adubo -1	Preparo do solo	20
Dosagem adubo - 2	Preparo do solo	20
Profundidade subsolagem	Preparo do solo	20
Profundidade adubo - 1	Preparo do solo	20
Profundidade adubo - 2	Preparo do solo	20
Dosagem de adubo	Adubação	100

Para as análises foram utilizados gráficos e cartas de controle por variáveis, metodologia proposta por Shewhart através do conceito de controle estatístico de processo (CEP). As convenções empregadas nas cartas foram descritas como limite inferior de controle (LIC), limite superior de controle (LSC), e limite médio (LM). Os limites resultam de análise estatística e são determinados de acordo com a variabilidade do processo, ou seja, o LM é definido através da média do processo, e os limites superior e inferior de controle são calculados com base no desvio-padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio). Se o limite inferior for negativo admite-se zero como valor mínimo. (TRINDADE *et al.*, 2007).

A análise estatística das amostras é apresentada na Tabela 1. As amostras compreendem as notas separadas por operação de 2012 a 2016.

Tabela 2. Resultado das amostragens nas operações avaliadas.
Table 2. Results from the sampling in the evaluated operations.

Parâmetro	Operações avaliadas					
	Mudas	Plantio	Herbicida (barra protegida)	Herbicida (barra sem proteção)	Preparo do solo	Adubação cobertura
Média da amostra	94%	93%	66%	87%	86%	87%
Desvio padrão	4%	4%	22%	13%	16%	26%
Coefficiente de variação %	4	4	33,68	14,99	18	30
Erro padrão da média	1%	1%	14%	8%	3%	4%
Intervalo de confiança	93 a 96%	92 a 94%	52 a 80%	79 a 95%	83 a 89%	83 a 91%

RESULTADOS

Considerando as operações silviculturais avaliadas como um todo conforme figura 1, percebe-se ascendência no índice de conformidade geral até 2015, e estabilização entre 2015 e 2016, atualmente o índice encontra-se dentro da faixa aceitável pela empresa.

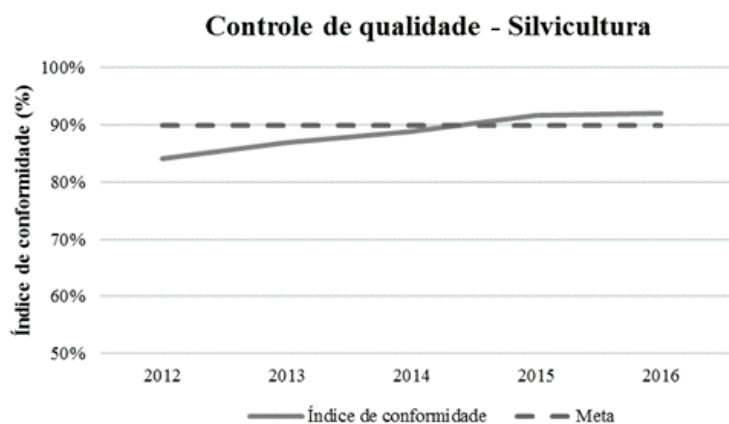


Figura 1. Evolução do controle de qualidade das operações silviculturais (2012-2016)
Figure 1. Quality control evolution of silvicultural operations (2012-2016)

No entanto, olhando separadamente cada operação (Figura 2) observa-se maiores variações no índice de conformidade das atividades. Segundo o padrão estabelecido de 90% de conformidade, a operação de expedição de mudas (2a) e de plantio (2b) embora apresentem variações sem comportamento ascendente desde o início, encontram-se acima do limite mínimo durante todo o período avaliado. As operações de preparo do solo (2e) e adubação de cobertura (2f) apresentam desempenho crescente no período analisado, embora estivessem abaixo do esperado no início do período analisado (2012), as duas estão conformes a partir de 2015, e nota-se melhoria contínua no processo. Já no caso da operação de aplicação de herbicida com barra protegida (2c) verifica-se que não houve alterações do padrão, a atividade está abaixo do desejável durante todo o período, não havendo melhorias no processo. Com relação a aplicação de herbicida com barra longa sem proteção (2d) observa-se ascendência até 2015 e declínio em 2016.

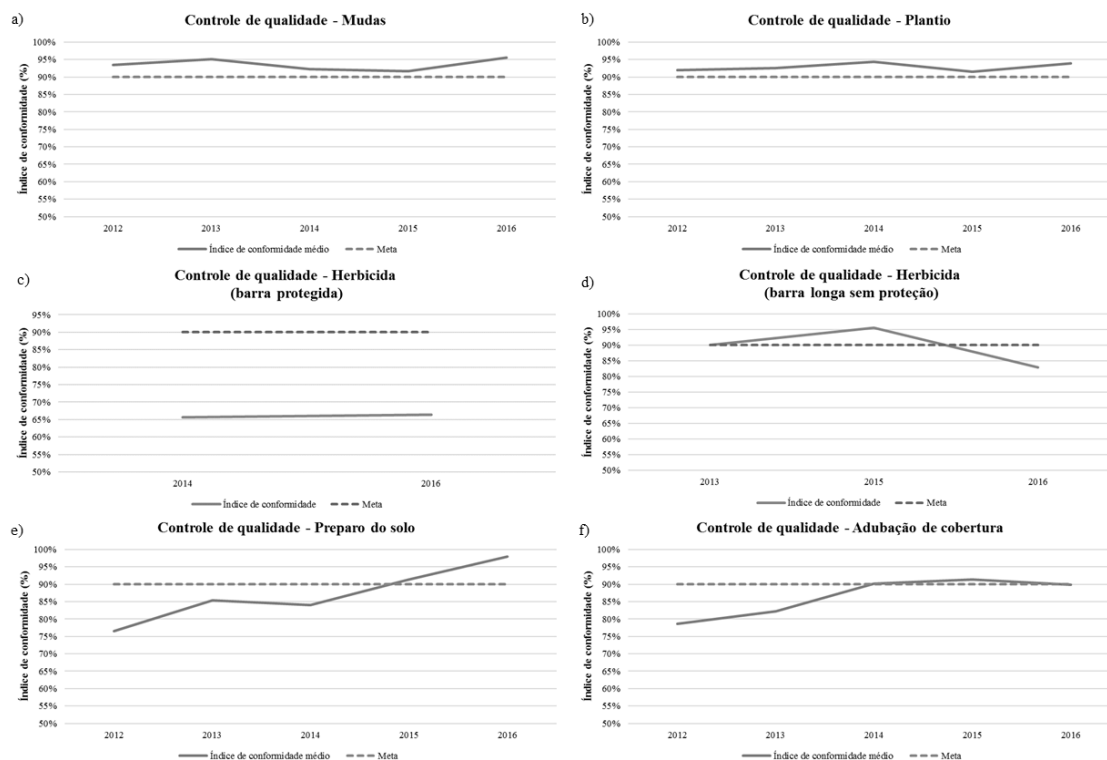


Figura 2. Evolução do controle de qualidade: 2a Expedição de mudas; 2b Plantio; 2c Herbicida (barra protegida); 2d Herbicida (barrão); 2e Preparo do solo; 2f Adubação de cobertura.

Figure 2. Quality control evolution of silvicultural operations: 2a Seedlings expedition; 2b Planting; 2c Herbicide (covered spray boom); 2d Herbicide (self-propelled sprayers); 2e Soil preparation; 2f Fertilization.

Em alguns casos os valores médios não representam a real situação, por este motivo, foi calculado a porcentagem de conformidade de todas as avaliações realizadas em cada ano. Os valores podem ser observados na figura 3. Neste caso nota-se o comportamento dos dados, o que nos ajuda a interpretar o índice de conformidade médio anual, com os gráficos apresentados na figura 2, observa-se a mesma tendência, sendo as operações de aplicação de herbicida as mais problemáticas, apresentando alto índice de não conformidade no último ano, indo em direção contrária a hipótese estabelecida.

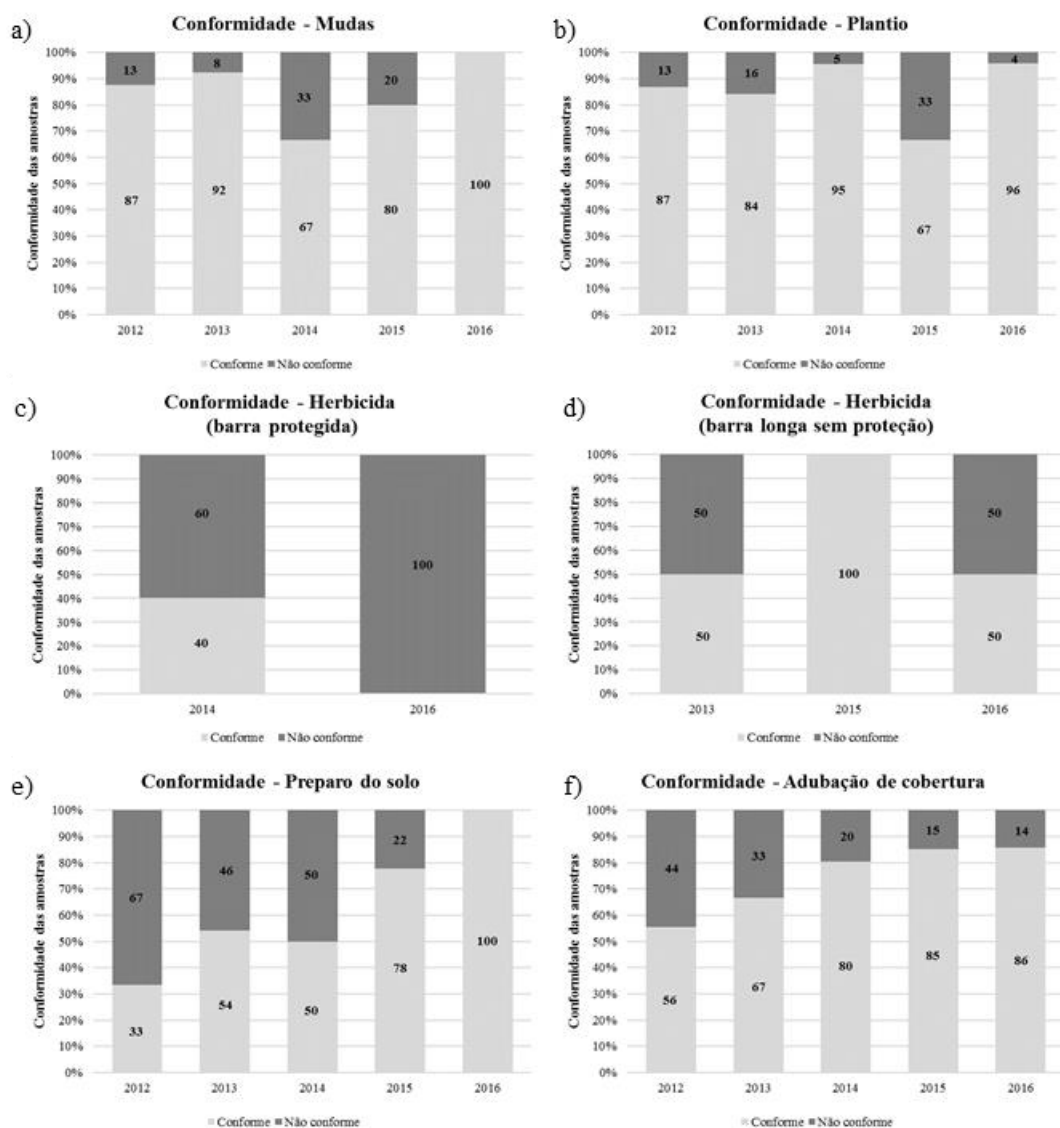


Figura 3. Porcentagem de conformidade e não-conformidade: 3a Expedição de mudas; 3b Plantio; 3c Herbicida (barra protegida); 3d Herbicida (barrão); 3e Preparo do solo; 3f Adubação de cobertura.

Figure 3. Percentage of compliance and non-compliance: 3a Seedlings expedition; 3b Planting; 3c Herbicide (covered spray boom); 3d Herbicide (self-propelled sprayers); 3e Soil preparation; 3f Fertilization.

Os indicadores que determinam a nota de qualidade das operações de herbicida são vazão e uniformidade, ou seja, se o equipamento está calibrado para a dosagem recomendada e se está sendo uniformemente distribuída. Como a vazão é calculada de acordo com cada situação não existe um valor fixo padrão para a vazão, por este motivo avaliou-se a variação da vazão aplicada x vazão indicada em cada amostra, através de cartas de controle, conforme figura 4a e 5a. Nota-se que houve bastante variação entre as amostragens, neste caso valores próximos a zero representam melhores resultados, valores negativos significam que a dosagem foi menor que a recomendada, conseqüentemente valores acima de zero representam maior dosagem que a indicada. Já no caso da uniformidade, através do coeficiente de variação (CV) foi determinado o quão desuniforme foi a operação (figura 4b e 5b), menores valores indicam maior uniformidade.

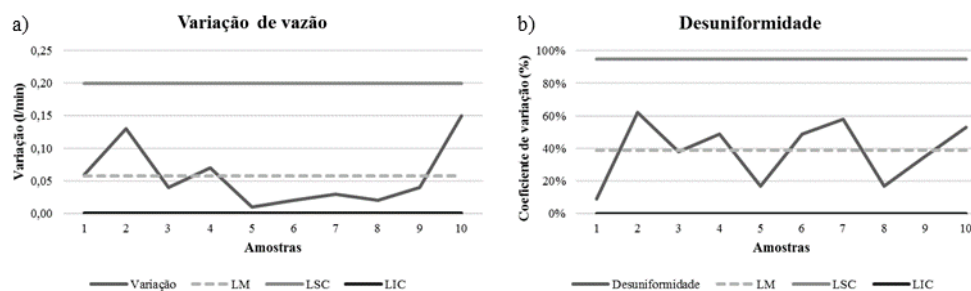


Figura 4. Indicadores de qualidade - Herbicida (barra protegida): 4a Variação de vazão; 4b Desuniformidade.
Figure 4. Quality indicators - Herbicide (covered spray boom): 4a Flow variation; 4b Disuniformity.

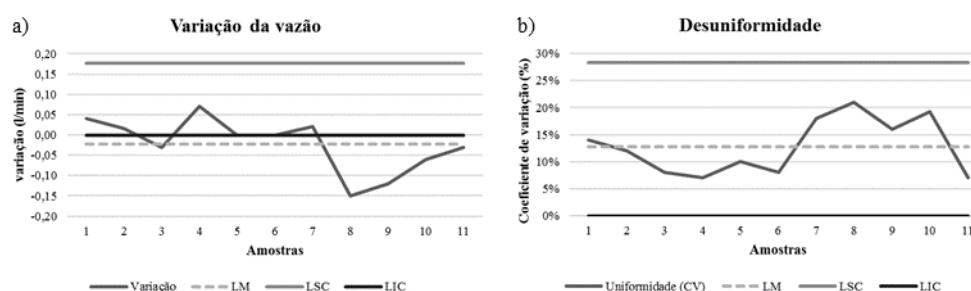


Figura 5. Indicadores de qualidade Herbicida (barra longa sem proteção): 5a Variação de vazão; 5b Desuniformidade.
Figure 5. Quality indicators - Herbicide (self-propelled sprayers): 5a Flow variation; 5b Disuniformity.

DISCUSSÃO

De maneira geral alguns autores como Milan & Fernandes (2002), afirmam que o controle das operações permite diminuição na variabilidade do processo obtendo-se resultados mais próximos as especificações. Conforme os dados analisados, recusa-se a hipótese, pois a qualidade das operações não melhorou ao decorrer do tempo em todos os casos. Isso mostra que pode haver outros fatores interferindo na qualidade das operações como a falta de mão de obra qualificada e a metodologia de avaliação.

Mudas

Com relação a avaliação de qualidade de mudas segundo Gomes *et al.* (2002), os parâmetros morfológicos são os mais empregados na determinação do padrão de qualidade, ainda que necessite de uma definição mais apropriada para contrapor às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, causadas pelas adversidades no campo após o plantio. O autor ainda sugere que seja adotado apenas a altura da muda para estimar a qualidade, por ter tido excelente contribuição relativa com as outras variáveis medidas (diâmetro do coleto, peso de matéria seca total, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes, e o índice de qualidade de Dickson- IQD), além disso possui fácil medição, e é um método não-destrutivo. Já Silva *et al.* (2012), estudando as correlações para se produzir mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* com ótima qualidade de sistema radicular, indica o uso de substratos com grande porosidade total, esta característica resulta em mudas com maior diâmetro, massa seca aérea e radicular e IQD. Portanto, sugere-se que a aderência das raízes às partículas do substrato também seja avaliada, uma vez que o desenvolvimento morfológico das mudas revelou forte correlação com a qualidade do seu sistema radicular. O padrão de avaliação adotado pela empresa apresenta-se satisfatório e contempla os itens sugeridos por outros autores. A queda da qualidade em 2014 é justificada pela alteração do padrão de diâmetro mínimo.

Plantio

A qualidade do plantio sofre influência da qualidade das mudas e do preparo da área: subsolagem, adubação de base e controle de plantas daninhas. Segundo Wilcken *et al.* (2008) deve-se ter muito cuidado no momento do plantio, pois o colo da muda deve ficar sempre no nível do solo, se ficar abaixo gera “afogamento de coleto” – assoreando o solo ao redor da muda, e se ficar acima ocasiona dessecação do sistema radicular.

O plantio foi realizado de forma manual, portanto, sofreu bastante variação por existir mais de uma pessoa realizando a operação, por esse motivo é de extrema importância que a mão de obra seja treinada

conforme as especificações técnicas, para que haja homogeneidade. Observa-se na figura 2b que a atividade apresentou conformidade em todo o período analisado.

Fessel (2003), analisou em sua avaliação de controle de qualidade de plantio os seguintes parâmetros: i) substrato exposto, acima da superfície do solo; ii) colo encoberto pelo solo; iii) muda plantada inclinada; iv) muda com folhas danificadas ou ausentes; v) muda com ponteiro quebrado ou ausente; vi) falta de firmeza; vii) muda plantada fora do sulco de preparo do solo; viii) muda enterrada nas camadas subsuperficiais do solo; ix) muda jogada sobre a superfície do solo; e x) muda não plantada. Cada um dos atributos foi considerado como um defeito do plantio.

A avaliação de plantio realizada pela empresa está adequada, e semelhante a metodologia citada por Fessel (2003), apenas sugere-se alteração do indicador no quesito tamanho e profundidade da cova de irrigação, este é um dos parâmetros que mais reduzem a nota de qualidade da atividade, e a mesma não possui equipamento específico para a construção, sendo realizada com o próprio pé do operador. Além do mais todos os itens possuem o mesmo peso, sendo assim o ideal seria avaliar cada um desses indicadores e sua correlação com o bom desenvolvimento da floresta e sua produtividade para então poder atribuir fatores com maior precisão.

Herbicida

Para que se tenha sucesso na aplicação de produtos fitossanitários, primeiramente é necessário atingir o alvo, e para se alcançar cobertura adequada da área pelo produto é preciso conhecer as características de deposição reguladas pelo equipamento, produto e forma de aplicação. (FERREIRA *et al.*, 2009). O autor ainda cita que a cada distância entre faixas de aplicação ou entre bicos na barra de um pulverizador, aufere-se padrões de sobreposição variada de uniformidade, sendo este um componente para a análise da variabilidade de cobertura. A ferramenta mais indicada neste caso é o coeficiente de variação (CV). Segundo Fernandes *et al.* (2007) valores acima de 15% de CV indicam pontas desgastadas, diferentes pontas na barra, espaçamentos variados entre os bicos e até mesmo má qualidade das pontas de pulverização.

Levando-se em consideração os pontos abordados percebe-se que a avaliação de herbicida ainda não é apropriada, são coletadas diversas informações, e as mesmas não estão sendo exploradas adequadamente. As notas foram muito variáveis de acordo com a forma de aplicação, sendo a aplicação com barra protegida a mais difícil de adequar ao padrão desejável, devido as curtas dimensões e configuração dos bicos. Observa-se na figura 4b que a uniformidade possui alta variação, conforme a carta de controle admite-se 40% de coeficiente de variação como limite médio, ou seja, 2,7 vezes maior que o máximo recomendável pela literatura. Atualmente o limite máximo estabelecido pela empresa é de 10%, portanto, 90% das amostras do processo está fora de controle operacional. Já no caso da barra longa sem proteção (figura 5b) 45% das amostras encontram-se fora do padrão desejável quanto a uniformidade. Quanto a vazão nota-se que nos dois casos está desregulada, para aplicação com barra protegida (figura 4a) apresenta vazão acima do recomendável em 100% das amostras, já com a barra longa sem proteção (figura 5a) a vazão está abaixo do recomendável em 45% das amostras. Mostrando que a calibração do equipamento não tem se mantido constante, comprometendo a qualidade da atividade e os custos da operação.

Através das cartas verifica-se que os processos não estão sob controle, pois possuem pontos mal distribuídos em torno do limite médio, pontos fora dos limites de controle, além de períodos ascendentes e descendentes gerando alta variabilidade no processo, e por isso admitindo maiores limites de controle, provando que o processo não segue um padrão, com as cartas é possível identificar que há falhas na operação, no entanto não é possível identificar as causas.

Além disso, a atual avaliação analisa apenas a calibração do maquinário, a qual não possui conexão com a eficiência do controle, e também não é avaliado a época de aplicação, sendo esses os fatores mais importantes para a eficácia da operação. Bastiani *et al.* (2000) comprovou em um experimento, comparando-se a aplicação de um herbicida em plantas daninhas em estágio precoce e em estágio avançado de desenvolvimento, que a eficiência de controle nas plantas em estágio avançado não foi alcançada. Logo, além do equipamento estar funcionando corretamente, o planejamento das atividades deve estar em dia, para não comprometer a qualidade da operação.

A eficiência do herbicida também é influenciada pela temperatura e umidade relativa do ar, devido ao fato de afetarem a assimilação e a translocação desses elementos na planta, onde as gotas pulverizadas podem secar mais rapidamente, prejudicando dessa forma na absorção do produto. (SUGUISAWA *et al.*, 2007).

Sugere-se que sejam incorporados outros itens de influência na avaliação de aplicação de herbicida tais como: qualidade da água (pH) e eficiência do controle de plantas daninhas. Outros autores como Suguisawa *et al.* (2007) sugerem indicadores como a densidade de gotas e percentagem de cobertura de gotas através de cartões hidrossensíveis, no entanto, a atual forma de avaliação através da Maleta de calibração Herbicat® e mesa de distribuição possuem maior precisão.

Preparo do solo

A avaliação de preparo do solo tem se mostrado eficiente e com tendência de melhoria contínua. Outros estudos apresentam metodologia diferenciada, por exemplo Gava (2003), avaliou a qualidade de preparo do solo com um penetrógrafo, determinando a resistência do solo à penetração em pontos distribuídos no sulco de preparo, sendo estes pontos alocados um ao centro, e depois 10, 20 e 30 cm do centro tanto para a direita quanto para a esquerda. O próprio equipamento gera gráficos como resultado da alteração da resistência do solo. Estes gráficos podem ser utilizados para contrastar com o procedimento técnico indicado para a operação. O autor ainda avaliou a uniformidade da seção preparada através da relação volume preparado no lado direito/volume preparado no lado esquerdo do sulco, onde o desejável seria uniformidade igual a 1, grandes desvios indicam má regulagem do subsolador. Concluindo por fim que o tipo de solo e a sua condição pós-colheita interferem na qualidade da operação.

Já Gonçalves *et al.* (2016), avaliou a qualidade da subsolagem considerando a profundidade e formato dos sulcos e distâncias entre linhas de sulcos. Os parâmetros técnicos foram definidos a partir de experimentos, e variaram de acordo com a textura do solo, espécie e finalidade do plantio. A profundidade e formato do sulco foram avaliados com uso de uma haste de ferro graduada e um gabarito.

Atualmente a avaliação pelo setor de controle de qualidade é feita com uma haste graduada para verificar profundidade, e com a enxada, removendo-se cuidadosamente o volume de solo preparado, para medir o formato do sulco. Esta metodologia pode gerar erros, portanto, sugere-se adequação a metodologia com a adoção do penetrógrafo para maior precisão das profundidades amostradas.

Adubação de cobertura

Nota-se que a conformidade das avaliações tem melhorado no decorrer dos anos (figura 2f e 3f), se adequando cada vez mais aos parâmetros estabelecidos. A adubação é essencial para que as plantações florestais atinjam padrões adequados de crescimento e produtividade (PEREIRA *et al.*, 2012). Portanto, o controle de qualidade na operação de adubação se faz necessário visto a importância de uma adubação de qualidade no período correto para o desenvolvimento da floresta de forma mais homogênea e a qualidade da madeira não seja prejudicada pela taxa de crescimento irregular.

Segundo Wilcken *et al.* (2008) a adubação de cobertura visa fornecer os nutrientes de elevada mobilidade no solo, tais como: nitrogênio, potássio e boro, e os mesmos devem ser localizados em filete contínuo, no caso de aplicação mecanizada, a 30 cm do colo da muda, com isso percebe-se que a distância de localização do adubo é importante para o processo, e o mesmo não esteve presente na metodologia de avaliação, a qual considerou apenas a dosagem/ha.

Bazani *et al.* (2014), comparou dados de dosagem com controlador de GPS e sem, a fim de obter melhor compreensão da variabilidade na distribuição do adubo em cada caso, onde constatou-se que com controlador GPS, 82% dos dados estavam entre 10% de variação; já sem o controlador, apenas 12,5% dos dados estavam dentro de 10% de variação. Com isso evidenciou-se o benefício da implementação de um sistema de adubação com controlador de GPS, onde é possível controlar a quantidade e vazão do adubo pela velocidade do trator, aumentando a precisão da operação e disponibilizando a quantidade recomendada às plantas. Complementando essa tecnologia as ferramentas de SIG ajudam na visualização espacial da aplicação do adubo além da trafegabilidade das máquinas, o que permite correções pontuais da atividade e melhor gerenciamento da operação. Outra vantagem é que o controle de qualidade passa a ser feito de forma integral e não mais por amostragens, eliminando erros amostrais e equipe de coleta.

O acréscimo de indicadores a serem avaliados permitem maior controle e conseqüentemente maior qualidade da atividade e da plantação florestal, deste modo, percebe-se que a avaliação realizada pela empresa pode ser complementada, além da dosagem, poderia ser incorporado a distância entre o filete de adubo e a planta, a adoção de sistemas de precisão bem como a qualidade do adubo utilizada.

CONCLUSÕES

- Não houve acréscimo no índice de conformidade ao longo dos anos em todas as operações silviculturais.

AGRADECIMENTOS

À empresa florestal e ao setor de controle de qualidade, por ceder os dados para a realização do estudo e pelo apoio, ao prof. Dr. Ricardo Malinovski pelas orientações valiosas, e a todos os envolvidos de maneira indireta que contribuíram para a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

- ANTÓNIO, N.S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, Á. **Gestão da Qualidade – de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM**. Lisboa: Sílabo, 2 ed. 2016, 227 p.
- BASTIANI, M.L.R.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; CARDOSO, A.A. Influência de chuva simulada após aplicação de herbicidas em pós-emergência, sobre o controle de plantas daninhas, em solo com dois níveis de umidade. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 57-70, 2000.
- 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**, Piracicaba, n.148, p. 1-11, 2014.
- CHRISTINO, E.M.; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. Aplicação de cartas de controle no processo de fabricação de pisos sólidos de Tauari (*Couratari oblongifolia*). **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 299-304, jul./set. 2010.
- FERNANDES, A.P.; PARREIRA, R.S.; FERREIRA, M.C.; ROMANI, G.N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.728-733, set./dez.2007.
- FERREIRA, M.C.; DI OLIVEIRA, J.R.G.; DAL PIETRO, I.R.P.S. Distribuição da calda herbicida por pontas de pulverização agrícola utilizadas em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.267-276, abr./jun. 2009.
- FESSEL, V.A.G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de *Eucalyptus grandis*, implantados com cultivo mínimo do solo**. 2003. 88p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- GAVA, J.L. Avaliação da qualidade do preparo do solo em áreas de eucalipto plantado no sistema de cultivo mínimo do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n.47, p.55-68, jul./dez. 2003.
- GIRON, E.; URIBE OPAZO, M.A.; FREIRE ROCHA JUNIOR, W.; TOESCA GIMENES, R.M. Aplicação do controle estatístico de processo em uma empresa do setor avícola. RAI – **Revista de Administração e Inovação**, v. 10, n. 4, p. 38-62, out./dez. 2013.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- GONÇALVES, S.B.; LOPES, E.S.; FIEDLER, N.C.; CAVALIERI, K.M.V.; STAHL, J.; DRINKO, C.H.F. Efeito da profundidade de trabalho na qualidade da operação de subsolagem para implantação florestal. **Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.1, p.29-37, 2016.
- MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A.A.; ROCHA, A.V.; MOTA, E.B.; LEUSIN, S. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: FGV, 9 ed. 2008. 204 p.
- MARSHALL JUNIOR, I.; ROCHA, A.V.; MOTA, E.B.; QUINTELLA, O.M. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: FGV, 1 ed. 2012. 163 p.
- MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.261-266, abr/jun. 2002.
- PEREIRA, F.C.M.; YAMAUTI, M.S.; ALVES, P.L.C.A. Interação entre manejo de plantas daninhas e adubação de Cobertura no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.941-949, 2012.
- SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Agriambi**, Campina Grande, v.16, n.3, p.297-302, 2012.

SUGUISAWA, J.M.; FRANCO, F.N.; SILVA, S.S.S.; PECHE FILHO, A. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.41-47, jan. 2007.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G; SARTÓRIO, M.L. **Ferramentas da qualidade – Aplicação na atividade florestal**. Viçosa: UFV, 2 ed. 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.

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

WILCKEN, C.F.; LIMA, A.C.V.; DIAS, T.K.R.; MASSON, M.V.; FERREIRA FILHO, P.J.; DAL POGETTO, M.H.F.A. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008, 25 p.