

Boletim

TÉCNICO SIF

Número 01 - Volume 02
Maio 2022

*Controle de qualidade na
colheita florestal: como o
estabelecimento de parâmetros
pode trazer ganhos à
operação?*

Arthur Araújo Silva et al.

CONTROLE DE QUALIDADE NA COLHEITA FLORESTAL: COMO O ESTABELECIMENTO DE PARÂMETROS PODE TRAZER GANHOS À OPERAÇÃO?

Arthur Araújo Silva^{2*}, Bruno Leão Said Schettini³, Laércio Antônio Gonçalves Jacovine³
e Luciano José Minette³

² Universidade Federal de Viçosa, Doutor em Ciência Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <arthur.araujo@ufv.br>.

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <bruno.schettini@ufv.br>, <jacovine@ufv.br> e <minette@ufv.br>.

*Corresponding author.

RESUMO – O setor florestal brasileiro está em crescimento, e, com a maior demanda de produtos de base florestal, torna-se necessária uma maior eficiência e qualidade nos processos que envolvem a cadeia produtiva de madeira. Um desses processos é a colheita florestal, definida como o conjunto de operações com objetivo de preparar e extrair a madeira até o local de transporte. Dessa forma, o objetivo do presente boletim técnico é mostrar os resultados da avaliação de controle de qualidade em um sistema de colheita florestal cut-to-length, e como esses dados podem ser utilizados para monitoramento e melhoria do processo produtivo em tempo real. Os dados foram coletados durante operações de colheita florestal em plantios comerciais de Eucalipto nos estados da Bahia e Espírito Santo, Brasil. Foram analisadas no estudo cinco diferentes frotas de operação, com 5 máquinas por frota, sendo harvesters da marca Komatsu, modelo PC200, em conjunto com cabeçote Komatsu, modelo 370E. A qualidade da operação de corte florestal, considerando-se a altura de corte, comprimento das toras, diâmetro mínimo e descascamento foi avaliada em cem cepas e cem toras, por avaliação no campo. Para todas as avaliações apresentadas foram calculadas as porcentagens de amostras em conformidade com os padrões pré-estabelecidos. A qualidade da operação mostrou desvios acima do recomendado para as variáveis: altura de toco (5,3% para a frota 04); diâmetro mínimo (11,4% das “ponteiros” com diâmetro superior ao padrão para a 04); comprimento das toras (5,5% com comprimento maior ao padrão para a 02); descascamento (22,4% com porcentagem de casca acima do padrão para a 03); e conformidade do toco (11,6% das amostras não conformes para a 03). O acompanhamento destes desvios em tempo real e a nível de operadores através do Power BI deve ser realizado para reduzir desperdícios de madeira, além de gerar uma mentalidade focada na qualidade operacional. Isto trará impactos significativos na redução dos custos da operação de corte florestal com harvester.

Palavras-Chave: Colheita florestal; Harvester; Qualidade; Power BI.

1. INTRODUÇÃO

O Setor Florestal brasileiro tem posição de destaque na economia do país, com aproximadamente 9 milhões de hectares em florestas comerciais em atividades que envolvem alta produtividade, tecnologia inovadora, além da preocupação ambiental com uso de boas práticas de manejo florestal (IBÁ, 2021). O setor está em crescimento e a maior demanda de produtos de base florestal torna necessária uma maior eficiência produtiva nos processos que envolvem a cadeia produtiva de madeira, sem comprometer a qualidade dos produtos gerados. Um desses processos é a colheita florestal, que pode ser definida como o conjunto de operações com objetivo de preparar e extrair a madeira até o local de transporte (Cassiano et al., 2021).

No Brasil, o sistema de toras curtas (cut-to-length) é o mais utilizado na colheita do Eucalipto para

a indústria de celulose, onde a árvore é processada no local de plantio pelo harvester e baldeada com o forwarder até a estrada para posterior transporte (Holzleitner & Kanzian, 2021). A colheita florestal é uma atividade onerosa, complexa e sujeita à diversas variáveis que podem afetar a qualidade da operação.

O controle de qualidade é muito utilizado nas grandes companhias do setor florestal brasileiro, com padrões estabelecidos pelos gestores das áreas, e avaliações com amostragem pré-estabelecidas para análise das possíveis não conformidades nas operações. Algumas organizações não estão acompanhando o ritmo do desenvolvimento e uso de ferramentas para gestão da qualidade. A justificativa para tal fato são as poucas pesquisas divulgadas que comprovem a viabilidade e eficácia destes procedimentos, que evidenciam a necessidade de estudos que auxiliem na gestão da qualidade das atividades que envolvem a colheita florestal (Oliveira et al., 2019).

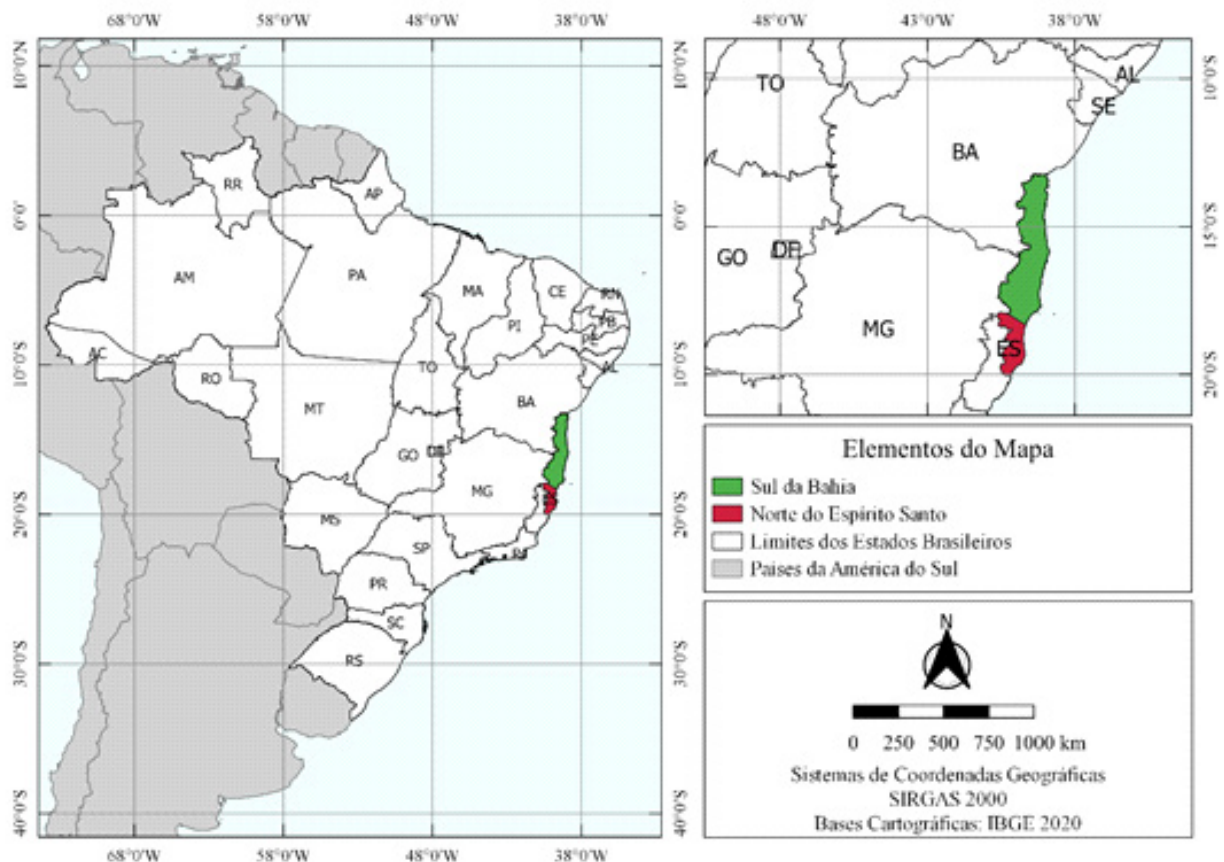


Figura 1 – Localização das áreas de coleta de dados para o estudo, no norte do Espírito Santo e sul da Bahia.

Dessa forma, o objetivo do presente boletim técnico é verificar os resultados da avaliação de controle de qualidade em um sistema de colheita florestal cut-to-length, como esses dados podem ser utilizados para monitoramento e melhoria do processo produtivo, e a importância da evolução desta avaliação nos últimos anos.

2. METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS

2.1. Caracterização do local de estudo

Os dados foram coletados durante operações de colheita florestal em plantios comerciais de Eucalipto nos estados da Bahia e Espírito Santo, Brasil (Figura 1). O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo, e o relevo é plano a suave-ondulado. O clima característico da região é o tropical quente super-úmido (tipo Aw, segundo Köppen), tendo temperatura média anual de 24,4°C. A precipitação média anual na região é de 1.054,9 mm.

2.2. Caracterização das frotas e máquinas avaliadas

Foram analisadas no estudo cinco diferentes frotas de operação, sendo duas delas no estado do Espírito Santo e as outras três no estado da Bahia. Considerou-se neste estudo a quantidade de 5 máquinas por frota, sendo harvesters da marca Komatsu, modelo PC200, com motor de 155 HP de potência, em conjunto com cabeçote Komatsu, modelo 370E. As máquinas analisadas foram aquelas que apresentaram maior quantidade de horas operadas ao final da pesquisa, até o limite máximo de dois anos de tempo de utilização.

2.3. Avaliação do controle de qualidade da colheita florestal

A qualidade da operação de corte florestal, considerando-se a altura de corte, comprimento das toras, diâmetro mínimo e descascamento foi avaliada com cem cepas e cem toras, por avaliação no campo. Para todas as avaliações apresentadas foram calculadas as porcentagens de amostras em conformidade com as normas e padrões pré-estabelecidos (Tabela 1).

Os softwares Microsoft Excel e Power BI foram utilizados para análise diagnóstica dos dados, cálculos e demonstração dos resultados através de dashboards (painéis dinâmicos). A qualidade da operação foi calculada com a seguinte equação:

Tabela 1 – Itens avaliados e o padrão recomendado.

Item	Padrão Recomendado
Altura de toco (Reforma ou Implantação)	10 cm
Altura de toco (Rebrota)	18 cm
Diâmetro mínimo na ponta da árvore	3 cm
Comprimento das toras	3,50 a 6,50 m
Descascamento	95 % descascado

$$TQ (\%) = (Nc/Nt) * 100 \quad \text{Eq:1}$$

Em que: TQ= qualidade da operação (%); Nc= número de amostras em conformidade com o padrão; Nt= número total de amostras avaliadas.

3. RESULTADOS

Não houve correlação entre as variáveis levadas em consideração neste estudo acerca dos parâmetros de qualidade da operação, ou seja, diferentes frotas se destacaram em distintas variáveis analisadas (Tabela 2).

A especificação da altura de toco deixado em campo não foi atendida, dada a presença de tocos com alturas nas classes superiores ao padrão estabelecido. A frota que apresentou maior porcentagem de dados que não atendem ao padrão foi a Frota 04, sendo que 5,3% das amostras analisadas extrapolaram a meta estabelecida pela empresa (Tabela 2). Recomenda-se que seja realizado um treinamento junto aos operadores desta frota e posterior acompanhamento dos resultados, já que esta variável tem grande importância nos custos de um projeto (Shadbahr et al., 2021).

Já no estudo do diâmetro mínimo, observaram-se desvios em todas frotas analisadas, sendo que a Frota 04 merece atenção especial no que diz respeito ao aproveitamento máximo da madeira. Em relação ao comprimento das toras, observou-se neste estudo desvios consideráveis somente na Frota 02, tendo encontrado 5,5% das amostras analisadas com comprimento maior ao padrão estabelecido (Tabela 2). Recomenda-se uma avaliação dos sensores de medição de comprimento posicionados no cabeçote e um treinamento dos operadores desta frota visando a adequação e cumprimento da especificação. Também foram observados desvios relacionados à qualidade do descascamento executado em todas frotas estudadas, merecendo atenção a Frota 03, sendo que 22,4% das

Tabela 2 – Percentual de atendimento ao padrão para cada um dos itens avaliados no controle de qualidade da operação

Frota	AT (%)	DM (%)	CTO (%)	D (%)	CT (%)	TQ (%)	Meta TQ (%)
01	97,30	95,90	99,60	84,10	89,20	93,2	95,00
02	98,70	98,90	94,50	83,60	92,60	93,6	95,00
03	99,80	98,20	99,60	77,60	88,40	92,7	95,00
04	94,70	88,50	98,90	89,00	97,00	93,6	95,00
05	98,90	98,50	99,75	95,40	90,70	96,6	95,00
Média	97,88	96,00	98,47	85,94	91,56	93,9	95,00

AT = Altura de toco; DM = Diâmetro mínimo; CTO = Comprimento de toras; D = Descascamento; CT = Conformidade do toco; TQ = Qualidade da operação.

amostras avaliadas se encontraram com porcentagem de casca acima da meta pré-estabelecida.

Através da análise e compilação de todos os parâmetros avaliados em relação à qualidade da operação de corte florestal criou-se o indicador TQ (%), relacionado ao estudo da taxa de qualidade nas diferentes frotas estudadas. Observou-se que somente a frota 05 apresentou taxa de qualidade superior à meta estabelecida (Tabela 2). Desvios na qualidade da operação se devem aos operadores ou às especificações da máquina (Jacovine et al. 2005; Lopes e Pagnussat, 2017).

Esses desvios reduzem a produtividade do corte florestal e das atividades subsequentes, como a

extração e transporte florestal, além de gerar perdas econômicas e, por isto, devem ser solucionados (Shadbahr et al., 2021). Os operadores devem ser treinados para observar as condições ambientais, características da floresta e especificações da máquina como velocidade dos rolos do cabeçote, distância mínima entre as facas móveis, sensor de medição de comprimento, distância do suporte do cabeçote à serra, etc. (Häggström et al. 2015), e, quando houver desvios, é importante que o diagnóstico seja realizado em tempo real, para que a correção seja feita momentaneamente e não haja maiores prejuízos.

Dito isso, é importante comentar que a colheita florestal tem passado por um processo de evolução

**Figura 2** – Dashboard – Controle dos indicadores de qualidade da operação de corte florestal com harvester (Imagem do operador meramente ilustrativa).

do nível de tecnologia das máquinas, com sensores e dispositivos para coleta automática de dados em grande volume e heterogeneidade. Sendo assim, para que as decisões sejam tomadas com rapidez e qualidade, é importante que as organizações disponham de um sistema de comunicação eficiente, que permita a rápida circulação destes dados, e posteriormente, da informação e do conhecimento (Rezende, 2016).

Através de diversas formas de visualização, avaliou-se os parâmetros relacionados ao controle de qualidade da operação, como altura de toco, comprimento de toras, diâmetro mínimo e descascamento a nível de operadores através do software Power BI. O acompanhamento destes parâmetros em tempo real é importante para reduzir desperdícios de madeira, além de gerar uma mentalidade focada na busca da qualidade total (Trindade, 2017). Isto trará impactos significativos tanto a curto quanto a médio prazo na redução dos custos da operação de corte florestal com harvester.

Todas formas de visualização descritas são integradas, proporcionando uma interatividade com efeitos visuais interessantes e fornecendo informações pontuais para uma tomada de decisão rápida e assertiva. Esta é uma das vantagens oferecidas pela utilização do Power BI no controle de qualidade da operação de corte florestal com harvester (Figura 2).

O acompanhamento dos parâmetros de qualidade em tempo real por parte dos operadores através do computador de bordo da máquina e analistas através do sistema de gestão da empresa é uma grande vantagem por propiciar tomadas de decisão mais rápidas e assertivas. Com a automatização da transmissão e análise destes dados, a gestão da operação é facilitada e permite que os responsáveis pelos processos tenham mais tempo para tratar a qualidade dos produtos finais (Filho, 2016). Por sua vez, estas informações são convertidas em conhecimento útil, refletindo em decisões devidamente fundamentadas e otimizando o desempenho das organizações em suas diversas áreas, inclusive no controle de qualidade das operações (Borges, Cardozo e Filho, 2018).

4. REFERÊNCIAS

- Borges, M., Cardozo, C., Filho, O. Dos dados ao conhecimento: Business Intelligence como ferramenta para apoio à tomada de decisão, 2018.
- Cassiano CC, Salemi LF, Garcia LG, Ferraz SFB. Harvesting strategies to reduce suspended sediments in streams in fast-growing forest plantations. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(1): 96-105, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.06.008>
- Filho, L.S.C.C. Fibria investe em tecnologia digital no setor de colheita. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?tit=fibria_investe_em_tecnologia_digital_no_setor_de_colheita&id=12589. 2016.
- Hägström, C., Englund, M., Lindroos, O. Examining the gaze behaviors of harvester operators: an eye-tracking study, *International Journal of Forest Engineering*, 26(2): 96-113, 2015.
- Holzleitner, F.; Kanzian, C. Integrated in-stand debarking with a harvester in cut-to-length operations – processing and extraction performance assessment. *International Journal of Forest Engineering*, 33(1): 66-79, 2021. Doi: 10.1080/14942119.2021.2013049
- IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual IBÁ, 2021. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>.
- Jacovine, L.A.G., Machado, C.C., Souza, A.P., Leite, H.G., Minetti, L.J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. *Revista Árvore*, 29(3): 391-400, 2005.
- Lopes, E.S., Pagnussat, M.B. Effect of the behavioral profile on operator performance in timber harvesting, *International Journal of Forest Engineering*, 28(3): 134-139, 2017.
- Oliveira GS, Garcia BM, Soares PRC, Silva MTS, Sampietro JÁ, Diniz CCC. Gestão da qualidade com ênfase no setor florestal. *Scientia Agraria Paranaensis*, 18(2): 97-105, 2019.
- Rezende, D.A. Planejamento de sistemas de informação e informática: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- Shadbahr, J.; Bensebaa, F.; Ebadian, M. Impact of forest harvest intensity and transportation distance on biomass delivered costs within sustainable forest management - A case study in southeastern

Canada. Journal of Environmental Management, 284(1): 112073, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112073>

Trindade, C., Jacovine, L.A.G., Rezende, J.L.P., Sartorio, M. L. Gestão e Controle da Qualidade na Atividade Florestal. Viçosa: Editora UFV, 2 ed., 273p., 2017.