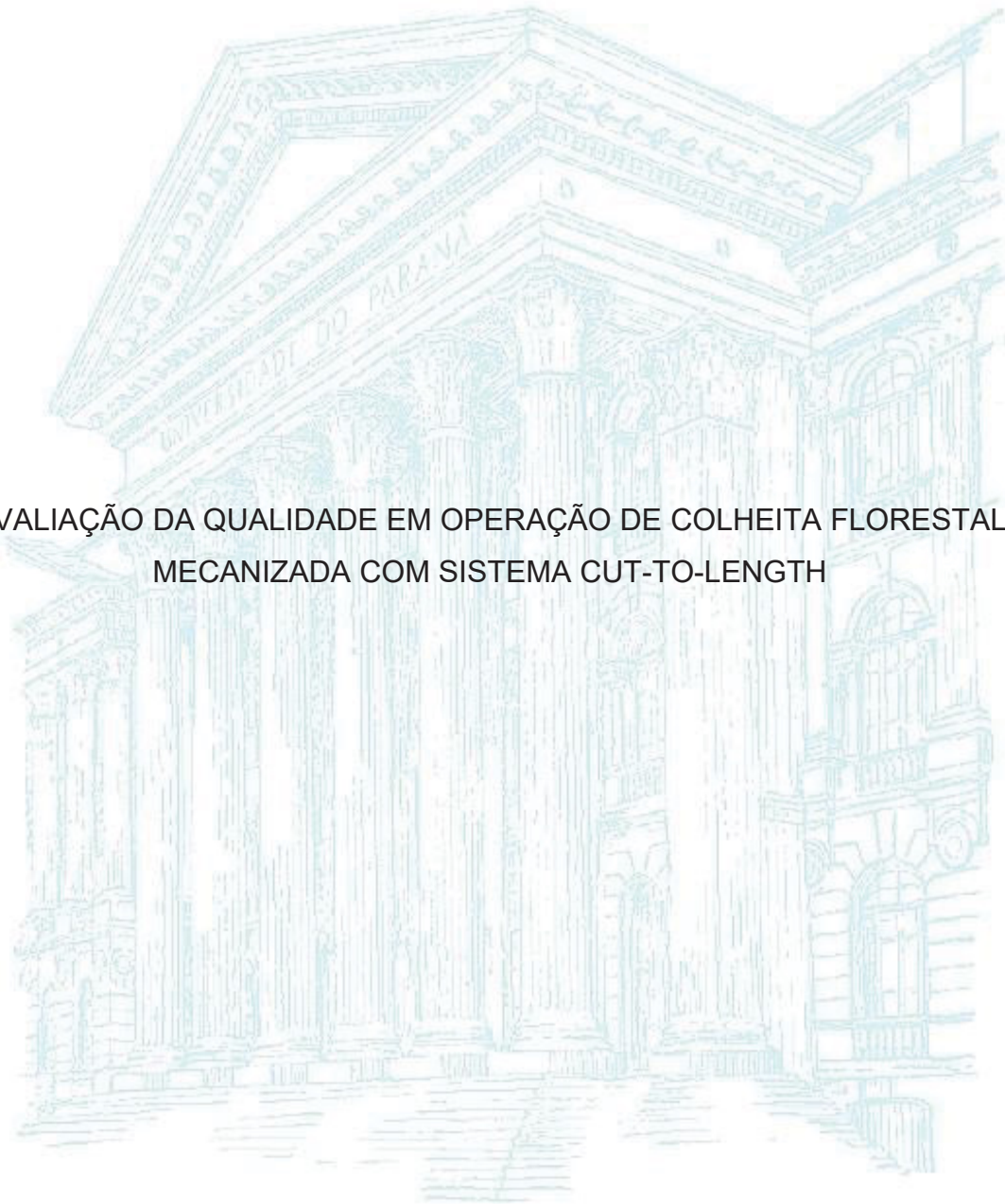


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WELLINGTON DE OLIVEIRA FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM OPERAÇÃO DE COLHEITA FLORESTAL
MECANIZADA COM SISTEMA CUT-TO-LENGTH**



CURITIBA

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WELLINGTON DE OLIVEIRA FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM OPERAÇÃO DE COLHEITA FLORESTAL
MECANIZADA COM SISTEMA CUT-TO-LENGTH**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialização em Gestão Florestal no curso de Pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria e discernimento para realizar este trabalho.

À minha família que sempre esteve do meu lado apoiando as minhas decisões e acreditando nos meus objetivos.

À UFPR pelo excelente curso que proporcionou ampliar os conhecimentos e contribuir para o meu desenvolvimento.

À todos os colegas de curso que foram fundamentais para conclusão desta etapa.

À toda equipe PECCA pela atenção durante o curso e ao meu orientador Prof. Dr. Renato Cesar Gonçalves Robert por todo apoio, orientação e ensinamentos para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a operação de colheita florestal mecanizada através do monitoramento de qualidade para identificar se a operação está sendo realizada conforme o procedimento operacional. O estudo foi realizado em áreas de floresta plantada de *Eucalyptus* spp., localizadas na região norte do estado de Minas onde a empresa realiza a operação de colheita florestal através do sistema de toras curtas, denominado de *cut-to-length* e composto por seis *harvesters* e dois *forwarders*. O monitoramento de qualidade considera um desvio aceitável de até 10% de não conformidade onde são verificados a altura e danos das cepas, o comprimento dos toretes, traçamento, desganhamento, descascamento, a disposição dos feixes e dos resíduos. Após as medições em campo para obtenção dos dados, as informações foram consolidadas em Excel para gerar as cartas de controle, onde foi identificado através dos resultados obtidos que a operação de colheita florestal está sob controle estatístico do processo com os critérios sendo atendidos conforme o procedimento operacional de qualidade.

Palavras-Chaves: conformidade, controle, processo, procedimento

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	6
2.OBJETIVO	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3.REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 HISTÓRICO DA QUALIDADE NA ATIVIDADE FLORESTAL	8
3.2 CONTROLE DE QUALIDADE NA COLHEITA FLORESTAL.....	10
4.MATERIAIS E MÉTODOS	11
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
4.2 SISTEMA DE COLHEITA	12
4.3 METODOLOGIA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO	12
4.3.1 COMPRIMENTO DOS TORETES.....	13
4.3.2 APROVEITAMENTO.....	13
4.3.3 ALTURA DOS TOCOS	13
4.3.4 CEPAS DANIFICADAS	14
4.3.5 DESCASCAMENTO	14
4.3.6 DESGALHAMENTO	14
4.3.7 DISPOSIÇÃO DOS FEIXES E DOS RESÍDUOS.....	15
5.CONSTRUÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE.....	15
5.1 CARTA DE MÉDIAS E AMPLITUDE	15
5.2 CARTAS DE CONTROLE POR ATRIBUTOS	16
6.RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
6.1 COMPRIMENTO DOS TORETES	17
6.2 APROVEITAMENTO.....	18
6.3 ALTURA DOS TOCOS	18
6.4 CEPAS DANIFICADAS	19
6.5 DESCASCAMENTO	20
6.6 DESGALHAMENTO	20
6.7 DISPOSIÇÃO DOS FEIXES	21
6.8 DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	21
6.9 ÍNDICE DE QUALIDADE POR EQUIPAMENTO E TALHÃO	22
7.CONCLUSÕES	23
8.REFERÊNCIAS.....	24

1. 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, acessível, segura e no tempo certo às necessidades do cliente (CAMPOS, 1992).

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, 2006).

Segundo Lucietto (2011), empresas que buscam a excelência no seu ramo de atuação constantemente utilizam técnicas de qualidade, aperfeiçoando os seus processos, reduzindo os desperdícios e buscando a melhoria contínua, tendo como resultado um produto mais eficiente.

De acordo com Kume (1993), no controle de qualidade tenta-se descobrir fatos através da coleta de dados, e, então, toma-se a ação necessária com base nestes. Os dados são obtidos medindo-se as características de uma amostra, e, com esses dados, faz-se uma inferência sobre a população e aplicam-se ações corretivas, se necessário.

O conceito da qualidade se tornou um fator importante na administração das organizações para atender às exigências dos mercados e requisitos dos clientes. A implantação de programas de qualidade tem como benefícios a estabilização dos processos de produção reduzindo as não conformidades e, conseqüentemente, os custos, resultando em um aumento na competitividade (SOARES *et al.*, 2012).

Segundo Trindade *et al.* (2007) a necessidade das empresas se tornarem competitivas, em um mercado cada dia mais exigente, tem forçado a busca por novos modelos de sobrevivência e desenvolvimento. O investimento em qualidade deve ser bem fundamentado e com visão de longo prazo.

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 (TRINDADE, *et al.*, 2007).

As ferramentas utilizadas no controle de qualidade consistem de metodologias utilizadas para padronizar as atividades e auxiliar as empresas na solução de problemas de forma a contribuir na gestão da atividade produtiva.

Nesse sentido, o Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma ferramenta que procura manter as variáveis dentro dos limites ou padrões preestabelecidos por normas técnicas, garantindo que o processo se comporte de forma adequada (controle). Este procedimento permite obter conclusões e tomadas de decisões com base em dados numéricos (estatístico), formados pelas combinações necessárias entre mão-de-obra, materiais, máquinas, métodos, meio ambiente e medições, objetivando a obtenção de produtos e serviços que satisfaçam plenamente os clientes (processo) (TRINDADE, *et al.*, 2007).

No setor florestal, a colheita é uma atividade complexa, dado o grande número de variáveis que afetam a produtividade e, conseqüentemente, os custos operacionais. Deve-se considerar que na atividade florestal, a colheita e o transporte são as etapas mais importantes do ponto de vista de custos, em razão da sua alta participação nas despesas finais da madeira posta na indústria, podendo representar mais de 50% dos custos totais (MACHADO, 1984). Ferreira *et al.* (1995) alertam que o processo de colheita florestal, por ser feito em tempo curto, requer cuidados nesta etapa, já que aquilo que foi feito na implantação e condução da floresta não pode ser mais alterado, restando apenas a alternativa de processar a colheita da melhor forma possível.

Na atividade de colheita são empregados vários subsistemas, cabendo a cada empresa optar pelo mais adequado às suas condições e adotar um sistema de controle eficiente para garantir a qualidade da operação.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar a padronização da operação de colheita florestal mecanizada com harvester através do monitoramento de qualidade com o uso de cartas de controle.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar se a operação está sendo realizada conforme o procedimento operacional de qualidade.
- Verificar se a operação de colheita florestal está sob controle estatístico de processo.
- Identificar as não conformidades do processo operacional que causam impacto na atividade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. HISTÓRICO DA QUALIDADE NA ATIVIDADE FLORESTAL

A história da qualidade tem início na época em que os produtos eram feitos pelos artesãos, os quais tinham domínio completo de todo o ciclo de produção, desde a concepção até o pós-venda. Assim, o profissional mantinha contato direto com os clientes, o que permitia atender às respectivas necessidades. Dessa maneira, o foco do controle da qualidade era voltado para o produto, via inspeção de toda a produção do artesão (TRINDADE *et al.*, 2012).

Anos mais tarde, a Revolução Industrial trouxe uma nova ordem produtiva, em que a customização foi substituída pela padronização e a produção em massa. Para isso, o trabalho na linha de montagem foi dividido e, portando, os trabalhadores tinham domínio de apenas uma parte da produção, que era repetida várias vezes ao longo da jornada de trabalho. Com isso, para assumir a responsabilidade pela qualidade dos produtos dessa época, surgiu o cargo de inspetor (TRINDADE *et al.*, 2012).

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).

Oliveira (2003) afirma que a evolução do conceito de qualidade pode ser dividida em três fases: era da inspeção, era do controle estatístico e era da qualidade total. Entre as décadas de 70 e 80 as técnicas de controle de qualidade, que já haviam evoluído para a filosofia de qualidade total, espalharam-se por todo o mundo (MAXIMINIANO, 2006).

Ao longo do tempo, os clientes se tornaram mais exigentes, induzindo as empresas a buscarem pela excelência na qualidade dos seus produtos. Para isso, organizações atuantes nos diferentes setores da economia passaram utilizar abordagens preventivas, aplicando as características da qualidade em seus processos produtivos e, conseqüentemente, evitando que falhas nos produtos cheguem até os clientes. Dessa maneira, foram intensificadas as buscas por ferramentas que facilitem a identificação de não conformidades e permitam a tomada de decisão em tempo hábil. Porém, no setor florestal, algumas organizações não estão acompanhando o ritmo do desenvolvimento e da adoção de ferramentas e metodologias de gestão da qualidade.

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).

Segundo MARSHALL JUNIOR, et al (2006), ao fim da Segunda Guerra Mundial, a qualidade passou a ser bem vista no ambiente organizacional e os conceitos de qualidade total foram disseminados, considerando a qualidade desde o projeto de desenvolvimento do produto, o envolvimento de todos os funcionários, fornecedores e clientes, a manutenção e aperfeiçoamento das técnicas de qualidade.

Nas últimas décadas do século XX, a qualidade passou efetivamente a ser vista como uma disciplina de cunho estratégico. A partir de 1950, os princípios da gestão pela qualidade total foram assimilados pelas organizações. O mercado passou a valorizar as empresas que possuíam legislações de

defesa ao consumidor e normas internacionais como a ISO 9000, MARSHALL JUNIOR, *et al* (2006).

No setor florestal a preocupação com a qualidade é relativamente recente, com os primeiros trabalhos realizados no início da década de 1980, na antiga empresa Champion (REZENDE *et al.*, 2000). A partir de então, cresceu o número de empresas que vêm identificando oportunidades de melhorias da produção pela implementação de sistemas de gestão da qualidade, tanto na área industrial, quanto na florestal (JACOVINE *et al.*, 2005).

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. No Brasil, o primeiro sistema de controle de qualidade no setor foi implantado neste período, quando eram realizadas vistorias periódicas por uma equipe específica de qualidade ou por chefias da empresa, contudo, o sistema era encarado como policiamento e gerava atrito entre a equipe avaliadora e os executores da operação (TRINDADE *et al.*, 1986). Mais tarde, a responsabilidade de controlar a qualidade passou para quem realmente executava a operação (TRINDADE *et al.*, 2007).

3.2. CONTROLE DE QUALIDADE NA COLHEITA FLORESTAL

Segundo MACHADO (2002), a Colheita Florestal pode ser definida como uma cadeia produtiva formada por etapas denominadas atividades parciais de extrair a madeira do local de corte até o local de transporte, utilizando técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto.

O controle de qualidade tem sido empregado com maior frequência na etapa da colheita florestal, pois, ela tem operações extremamente complexas como o corte florestal e suas diversas etapas e, conseqüentemente, mais variáveis a serem analisadas. Se um maior número de variáveis estiver dentro dos padrões de qualidade, maiores são as chances de um melhor retorno financeiro e de uma diminuição dos custos operacionais que corresponde a

cerca da metade do custo da produção total (MACHADO *et al.*, 2014).

Dentre as atividades do setor florestal, a colheita é a que mais onera o custo de produção da madeira (REZENDE *et al.*, 1983) e, possivelmente, a que traz maior retorno com a implementação de programas de qualidade, podendo-se colher os resultados quase que imediatamente (TRINDADE *et al.*, 1991).

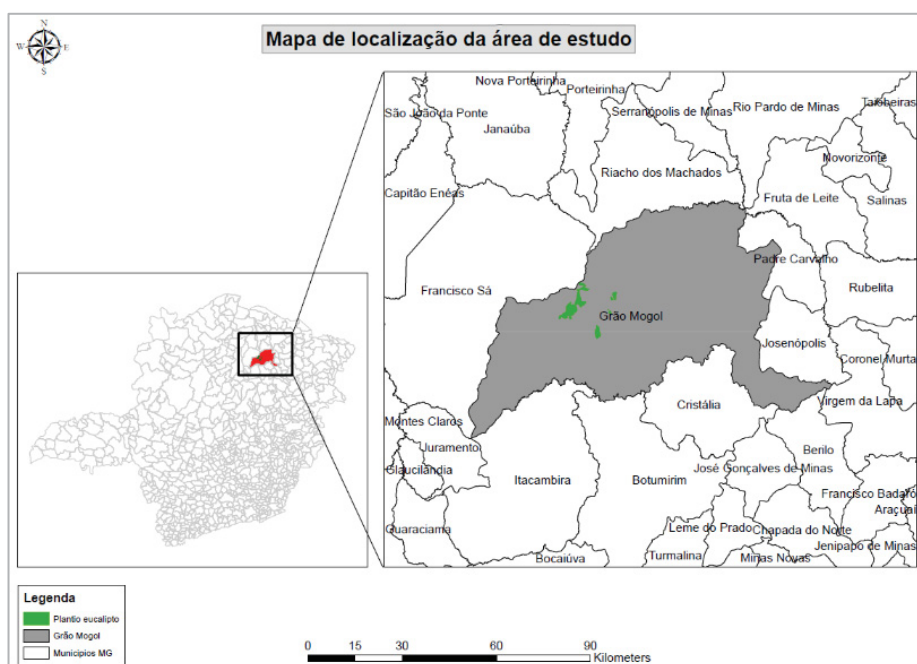
A aplicação de ferramentas da qualidade na atividade contribui com a melhoria deste processo, reduzindo os impactos dos custos da operação sobre o preço da madeira. A análise da previsibilidade do processo de colheita florestal permite sua estabilidade e a possibilidade de desenvolvimento de melhorias, incluindo a redução nos desperdícios relacionados à atividade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado em áreas de floresta plantada de *Eucalyptus* spp., pertencente a uma empresa que realiza a gestão de ativos florestais. O povoamento florestal onde o estudo foi realizado está localizado na região norte do estado de Minas Gerais, no município de Grão Mogol. O clima é classificado como Cwa segundo a classificação de Köppen e Geiger, e a precipitação média anual é de 969 mm.

A empresa onde o estudo foi desenvolvido realiza a compra de madeira para comercialização com o mercado de celulose sendo responsável pelas operações de colheita e transporte do insumo até a fábrica.



4.2 SISTEMA DE COLHEITA

O sistema de colheita adotado pela empresa é o de toras curtas, denominado de *cut-to-length*, composto por 6 *harvesters* e 2 *forwarders*.

Neste sistema, o corte é feito com o “*harvester*” e a extração, com o “*forwarder*”. O “*harvester*” processa as árvores individualmente, ou seja, cada árvore é derrubada, desgalhada, destopada e traçada separadamente. O eito de corte é composto por quatro linhas de árvores. O tombamento destas após o abate é feito no sentido das árvores em pé, sendo sua base puxada para a área já cortada. As árvores são seccionadas em toras de 6 metros e dispostas perpendicularmente à linha de plantio, formando feixes que ficam distribuídos na área, prontos para serem extraídos. As pontas das árvores e os galhos são colocados nas entrelinhas, por onde irá passar o “*forwarder*”. Este extrai a madeira preparada pelo “*harvester*”, dispondo-a em pilhas à beira do talhão, num trabalho conhecido como baldeio. (MACHADO, 2002)

4.3 METODOLOGIA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO

O procedimento operacional adotado pela empresa tem como objetivo identificar as não conformidades do processo operacional que causam impacto na atividade através do controle de qualidade do processo para verificação do cumprimento adequado das atividades.

Com base no resultado das avaliações realizadas diariamente, são geradas informações detalhadas sobre o desempenho de cada um dos operadores. Este processo permite que as informações sejam geradas de forma rápida, auxiliando a tomada de decisão dos gestores para realizar ações corretivas e preventivas, minimizando perdas.

O monitoramento de qualidade foi realizado de acordo com os procedimentos operacionais em que todos os itens são avaliados com um desvio aceitável de até 10% de não conformidade, sendo estabelecida a meta de 90% de conformidade para as características avaliadas.

As características avaliadas são controladas através de monitoramento de campo com o preenchimento de formulário específico para posteriormente serem analisados através de relatórios com gráficos de controle.

Através das avaliações de qualidade operacional, realizadas nas etapas de corte e processamento das árvores, são verificados na operação de colheita a

altura e danos as cepas, o comprimento dos toretes, traçamento, desganhamento, descascamento, a disposição dos feixes e disposição dos resíduos.

Quando o número de não conformidades for superior a 10% deve-se verificar a causa do problema e orientar os operadores para realizar ações corretivas.

Para a realização deste trabalho, foram obtidas um total de 50 amostras em quatro talhões no período de 8 dias, em que 12 operadores que atuam em três máquinas foram avaliados.

Para calcular o indicador de qualidade foram atribuídos pesos de 1 a 3 para as variáveis analisadas e com base no percentual de conformidade de cada amostra foi obtido o indicador de qualidade através da média ponderada.

Após as medições em campo, os dados foram consolidados em Excel para gerar as cartas de controle e os indicadores de qualidade.

4.3.1 COMPRIMENTO DOS TORETES

As especificações para o comprimento padrão das toras são determinadas pelas empresas em função do destino da madeira. Neste estudo foi considerado o comprimento de 6,80 metros com variação de 20 cm para mais ou para menos, portanto, o comprimento pode variar de 6,60 até 7,00 metros.

A medição foi realizada em 10 feixes de madeira com o uso de uma trena e em cada feixe, foram medidos 3 toretes pertencentes ao primeiro ou segundo torete traçado, totalizando 30 medições em cada amostra.

Este item foi avaliado para garantir a qualidade do processo, evitar toretes impróprios para o processo produtivo e evitar problemas operacionais na fábrica.

4.3.2 APROVEITAMENTO

Os toretes provenientes de aproveitamento são medidos para verificar se o último torete traçado apresenta comprimento mínimo aceitável de 3,50 metros que é o aproveitamento adotado pela empresa.

A avaliação foi realizada em 15 feixes medindo dois toretes de aproveitamento em cada feixe com o uso de uma trena totalizando 30 toretes em cada amostra.

4.3.3 ALTURA DOS TOCOS

A altura da cepa foi medida, tomando-se como referência distância do solo ao topo da cepa sendo considerada como conforme aquelas com altura de até 12 cm.

Para realizar a medição, que é feita com trena, os 3 primeiros tocos são desconsiderados, iniciando a medição de 15 tocos subsequentes no sentido da linha e retornando no sentido contrário medindo mais 15 tocos, totalizando 30 tocos em cada amostra.

Este item foi avaliado para reduzir perda de madeira, garantir alto índice de rebrota no caso de florestas a serem conduzidas e facilitar operações subsequentes.

4.3.4 CEPAS DANIFICADAS

A avaliação de danos às cepas foi realizada seguindo o procedimento do item anterior observando se existe algum tipo de dano. Os parâmetros levados em consideração em cada item avaliado foram os seguintes:

- Cepas danificadas: cepas com mais de 30% de sua área basal descascada ou lascada. A avaliação foi feita por meio de observação visual.
- Cepas com espeto: cepas com lascas desprendidas da tora e que ficaram presas a ela.
- Cepa coberta pela galhada: cepas que se encontravam totalmente sombreadas pelos galhos e pontas das árvores cortadas, juntamente com suas folhas.
- Cepa rachada: cepas que apresentavam fenda em toda a sua superfície.

4.3.5 DESCASCAMENTO

Foram avaliados 30 feixes de forma visual observando a quantidade de casca presente, sendo considerado conforme o feixe com predominância de toras totalmente descascadas e com a mínima presença de "fitas" de casca solta. Este item foi avaliado para evitar problemas na operação de baldeio e garantir a qualidade da madeira entregue na fábrica.

4.3.6 DESGALHAMENTO

Foram avaliados 30 feixes de toretes por amostra verificando a existência de galhos presos aos toretes em que foi considerado como tora defeituosa aquela

que apresentou gancho com mais de 5 cm de comprimento. Este item foi avaliado para evitar problemas na operação de baldeio e garantir a qualidade da madeira.

4.3.7 DISPOSIÇÃO DOS FEIXES E DOS RESÍDUOS

Foram avaliados 30 feixes por amostra verificando a sua disposição no talhão, a forma como os toretes estão inseridos nos feixes e como os resíduos são colocados na entre linha de plantio. Este item foi avaliado para garantir a qualidade do processo e facilitar as operações subsequentes.

5. CONSTRUÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE

A carta de controle é a principal ferramenta no controle estatístico de qualidade e tem por objetivo monitorar o processo para identificar os desvios e verificar se apresenta um desempenho estável ou se são necessárias ações para correção. Existem duas grandes categorias de cartas de controle: para variáveis ou para atributos.

Se a característica de qualidade a ser monitorada é medida em uma escala numérica, esta é denominada variável.

Há situações em que se tem um atributo do produto. O atributo pode ser “defeituoso” ou “não defeituoso” ou ainda, pode ser o número de defeitos por unidade do produto. Neste caso, deve-se aplicar as cartas de controle para atributos.

5.1 CARTA DE MÉDIAS E AMPLITUDE

5.1.1 CÁLCULO DAS MÉDIAS DAS AMOSTRAS (\bar{X})

$$\bar{X}_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

n = número de itens da amostra-tamanho da amostra
 x_{i-n} = valor individual do item “i”.

5.1.2 CÁLCULO DA MÉDIA DO PROCESSO ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

k = número de amostras
 $\bar{\bar{X}}(i - k)$ = média das amostras “i”

5.1.3 CÁLCULO DAS AMPLITUDES DE CADA AMOSTRA (R)

$$r = x_{\max} - x_{\min}$$

x_{\max} = valor máximo encontrado na amostra

x_{\min} = valor mínimo encontrado na amostra

5.1.4 CÁLCULO DA AMPLITUDE DO PROCESSO

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_k}{k}$$

R_{1-k} = amplitude de cada amostra

5.1.5 CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE

Para a média:

$$\text{Limite Superior de Controle (LSC)} = \bar{X} + A_2 * R$$

$$\text{Limite Inferior de Controle (LIC)} = \bar{X} - A_2 * R$$

OBS: A_2 tabelado em função do tamanho (n) da amostra.

Para a amplitude:

$$\text{Limite Superior de Controle (LSC)} = R * D_4$$

$$\text{Limite Inferior de Controle} = R * D_3$$

OBS: D_3 e D_4 tabelados em função do tamanho (n) da amostra.

5.2 CARTAS DE CONTROLE POR ATRIBUTOS

Carta da fração defeituosa “p” calcula o percentual de itens defeituosos.

Podem ser utilizadas de tamanho não constante.

5.2.1 CÁLCULO FRAÇÃO DEFEITUOSA DE CADA AMOSTRA (P)

$$p = \frac{np}{n}$$

n = tamanho da amostra (número de itens inspecionados)

np = número de itens não-conforme na amostra

5.2.2 CÁLCULO DA MÉDIA DO PROCESSO (P)

$$\bar{p} = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2 + n_3 p_3 + \dots + n_k p_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}$$

$\sum n_1 p_1 + \dots + n_k p_k$ = soma de das unidades não conforme de todas as amostras

$\sum n_1 + \dots + n_k$ = soma de todos os tamanhos das amostras

5.2.3 CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE (LSC E LIC)

Limite Superior de Controle

$$(LSC) = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Limite Inferior de Controle

$$(LIC) = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

p= média das unidades não conformes do processo

n= tamanho médio das amostras

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 COMPRIMENTO DOS TORETES

A figura 1 representa a carta de controle de média para a variável de comprimento dos toretes.

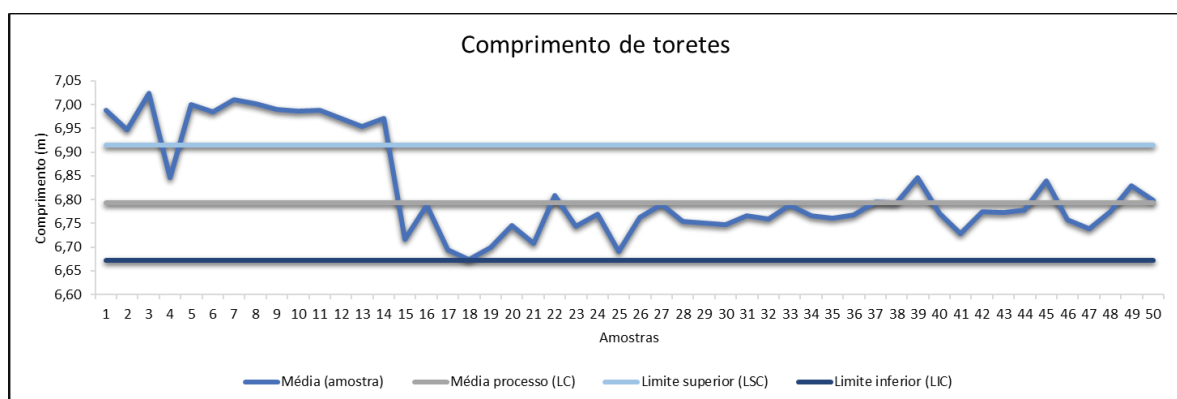


Figura 1: carta de controle do item comprimento de toretes

Analisando a carta de controle, é possível observar que o comprimento estava fora do padrão nas primeiras amostras com valores acima do limite superior, sendo assim, a operação estava com este item fora do controle

estatístico do processo. Após a realização de alinhamento com a equipe operacional, foi identificado a necessidade de regular o sensor de comprimento dos equipamentos que não estavam ajustados, sendo este o fator que impactou o resultado das primeiras amostras.

A partir da amostra 15, o comprimento apresentou o resultado esperado conforme o padrão definido pela empresa, atingindo o controle estatístico do processo.

O aspecto qualitativo da floresta que apresentava árvores retíneas também é um fator que pode ter contribuído para o comprimento ficar dentro da faixa de variação aceitável.

6.2 APROVEITAMENTO

A carta de controle do item aproveitamento foi elaborada através do método da fração defeituosa “p” sendo obtido o resultado apresentado na figura 2, onde observa-se que apesar de algumas amostras terem apresentado desvio superior a 10%, a atividade está dentro do controle estatístico do processo com índice de conformidade de acordo com o padrão estabelecido pela empresa.

A qualidade deste item está relacionada a altura média da floresta que apresenta árvores de porte elevado onde foi possível obter um traçamento adequado produzindo toretes de aproveitamento com comprimento maior que 3,5 metros conforme os critérios do procedimento.

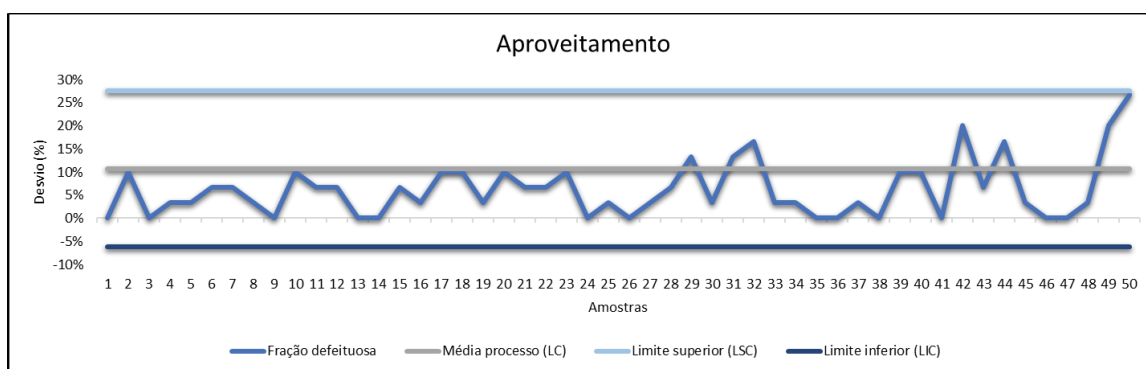


Figura 2: carta de controle do item aproveitamento

6.3 ALTURA DOS TOCOS

Para o monitoramento da altura dos tocos, foi utilizada a carta de controle de média conforme a figura 3 apresentada abaixo.

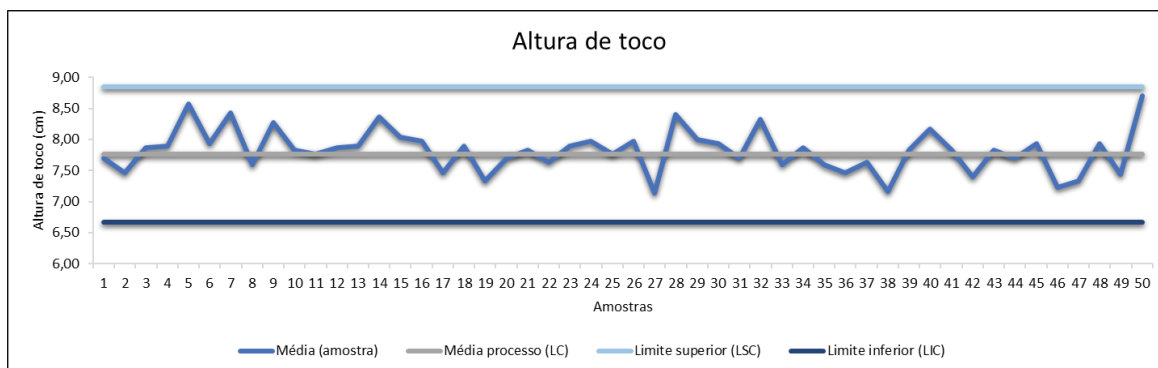


Figura 3: carta de controle do item altura de toco

O item altura de toco está sob controle estatístico do processo, o critério adotado pela empresa que considera como conforme tocos com altura de até 12 cm está sendo atendido. Apenas três amostras apresentaram não conformidade superior a 10%, que não é representativo.

Devido aos tratamentos silviculturais realizados para controle de mato competição pré operação de colheita, os talhões apresentaram baixa ocorrência de sujidade. Este fator associado a correta execução do procedimento operacional onde a caixa de serra toca o solo para o cabeçote acoplar na árvore e o monitoramento constante da equipe de campo contribuiu para os resultados obtidos.

6.4 CEPAS DANIFICADAS

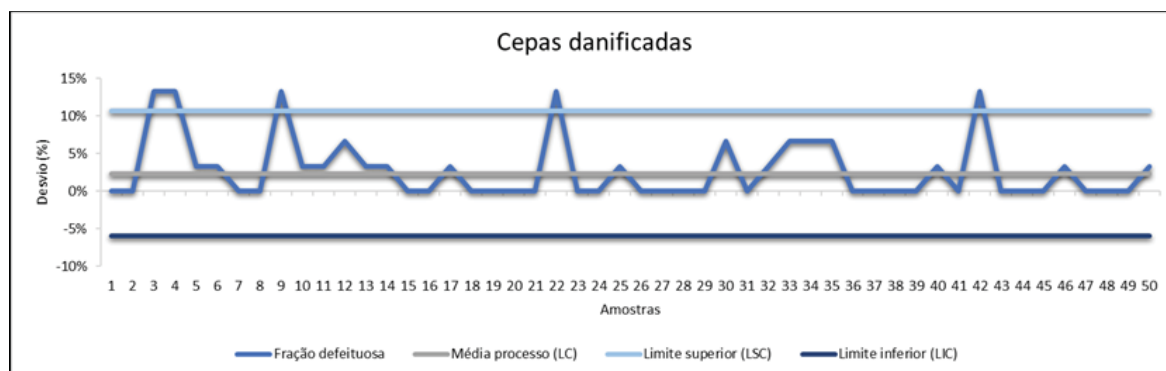


Figura 4: carta de controle do item cepas danificadas

A figura 4 representa a carta de controle do item cepas danificadas que foi desenvolvida com base na metodologia da fração defeituosa “p”.

As amostras 3, 4, 9, 22 e 42 apresentaram desvio de 13%, acima do limite superior, portanto, não atingiram a meta de 90% de conformidade. De forma geral, observa-se que o resultado está sob controle estatístico com a maioria das amostras apresentando valores próximos da média do processo.

Para este item foi observado que os operadores evitam realizar manobras no interior dos talhões posicionando a máquina para que a linha de tocos fique entre as esteiras minimizando a ocorrência de dano sobre as cepas.

6.5 DESCASCAMENTO

Para a carta de controle do item descascamento também foi utilizada a metodologia da fração defeituosa “p”, onde todas as amostras atingiram o critério adotado pela empresa com desvio máximo encontrado de 7%, valor inferior ao máximo permitido que é 10%. Para este item, nenhuma amostra apresentou não conformidade, indicando que o processo está sob controle estatístico do processo.

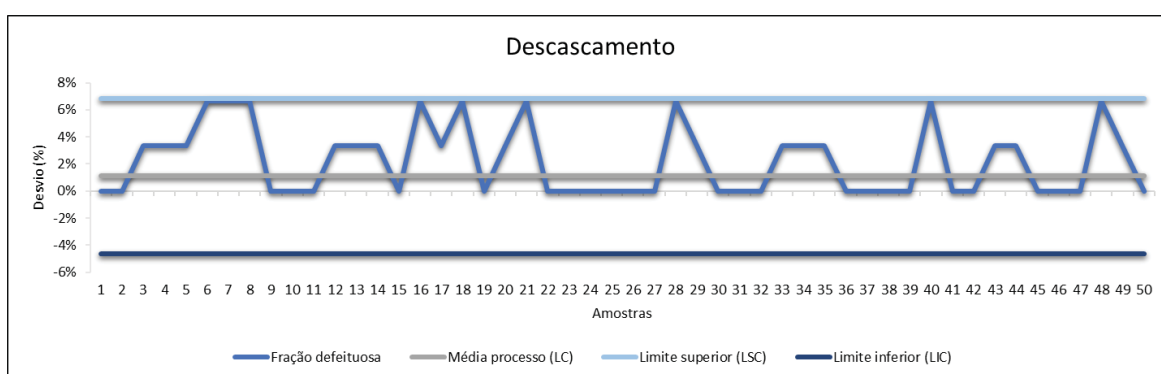


Figura 5: carta de controle do item descascamento

A qualidade do descascamento está relacionada ao conjunto de facas e rolos dos equipamentos que estavam com os cabeçotes regulados e em boas condições. Além disso, estava chovendo em alguns dias o que facilitou o desprendimento das cascas da madeira facilitando o descascamento das árvores.

6.6 DESGALHAMENTO

Assim como o item anterior, o item desganhamento também atingiu a meta em todas as amostras avaliadas onde o desvio máximo encontrado foi de 3%, bem abaixo do critério de 10% adotado pela empresa.

A carta de controle de média da fração defeituosa apresentada na figura 6, indica a estabilidade do processo que está sob controle estatístico.

O resultado deste item está associado ao material genético que apresenta baixa incidência de galhos, além do conjunto de facas e rolos dos equipamentos que estavam em boas condições onde os operadores passam a tora no cabeçote mais de uma vez até que os galhos sejam removidos.

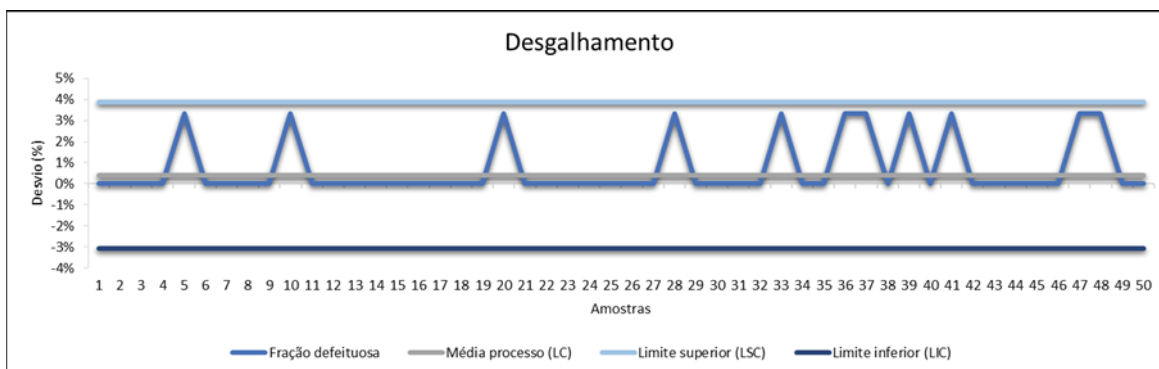


Figura 6: carta de controle do item desgalhamento

6.7 DISPOSIÇÃO DOS FEIXES

A carta de controle do item disposição dos feixes, apresentada na figura 7 também foi elaborada usando a metodologia da fração defeituosa “p”.

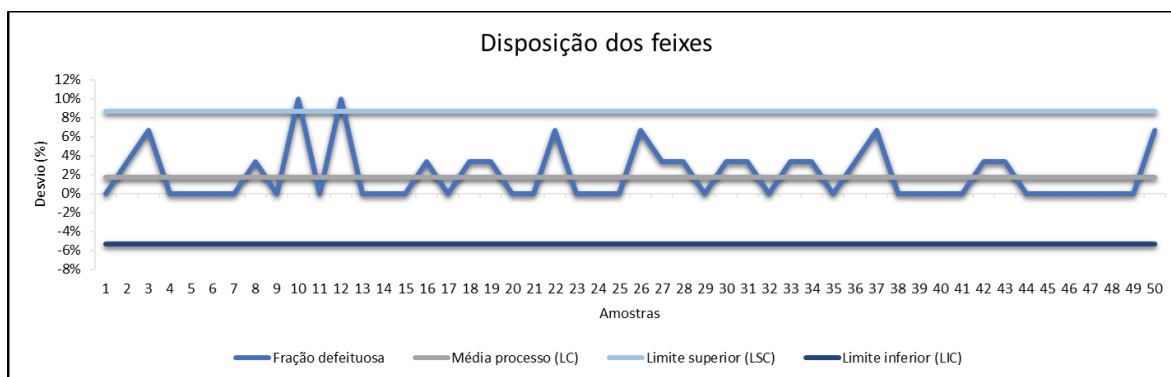


Figura 7: carta de controle do item disposição dos feixes

Para o item disposição dos feixes, apesar de duas amostras estarem acima do limite superior, a porcentagem de não conformidade ficou dentro do critério de 10% com o processo sob controle estatístico.

Os feixes foram dispostos corretamente nos talhões sem a presença de toras projetadas para fora com o enleiramento dos feixes sendo realizado conforme o procedimento.

6.8 DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS

Através da interpretação da carta de controle é possível observar que a disposição dos resíduos está sendo realizada conforme o procedimento operacional em que os resíduos são depositados na entre linha de plantio para não prejudicar o desenvolvimento da brotação.

Durante a atividade de monitoramento de qualidade foi observado que após o processamento das árvores, os operadores afastam os resíduos evitando a sujidade dos feixes de madeira.

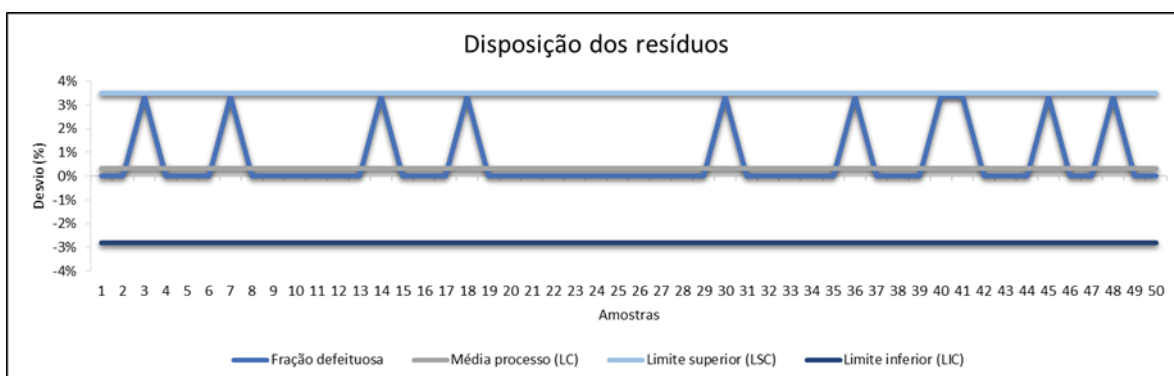


Figura 8: carta de controle do item disposição dos resíduos

6.9 ÍNDICE DE QUALIDADE POR EQUIPAMENTO E TALHÃO

Através dos gráficos representados pelas figuras 9 e 10, que apresentam os indicadores de qualidade segregados por equipamento e talhão, respectivamente, observa-se que somente o equipamento MQ02 não atingiu a meta para o item comprimento dos toretes. Com relação a análise realizada por unidade produtiva, somente no talhão 4 o indicador de comprimento ficou abaixo da meta. Portanto, os padrões operacionais adotados pela empresa para monitorar a qualidade da operação de colheita estão sendo eficientes.

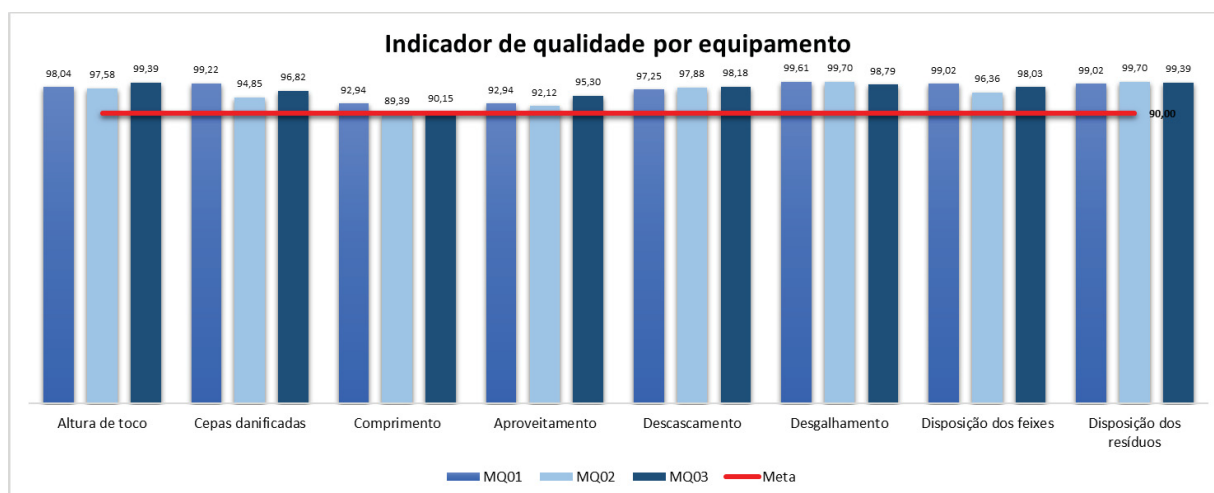


Figura 9: Indicador de qualidade por equipamento

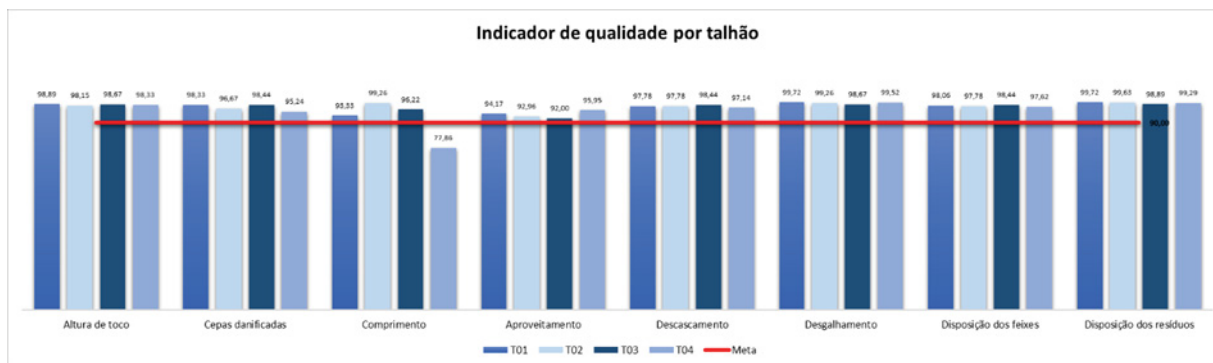


Figura 10: indicador de qualidade por talhão

7. CONCLUSÕES

Através dos resultados apresentados podemos concluir que a operação de colheita florestal está sendo realizada conforme o procedimento operacional adotado pela empresa em que as variáveis analisadas estão sob controle estatístico do processo e atendem aos critérios estabelecidos.

A análise demonstra que a padronização da atividade com elevado padrão de qualidade ocorre devido a condição dos equipamentos que apresentam máquina base em boas condições e cabeçote bem regulado além da qualidade da floresta que apresenta elevada produtividade com volume médio individual das árvores variando de 0,20 a 0,25 m³/árvore. A qualidade da operação de colheita também pode estar relacionada ao nível de experiência dos operadores que são altamente capacitados e treinados para executar a atividade. Sendo assim, esses três fatores (máquina, operador e floresta) podem ter contribuído para o resultado.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, Pedro Paulo. Influência do controle da qualidade sobre a homogeneidade de plantio, em uma floresta de eucalipto. Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Gestão Florestal. Curitiba. 2014.

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.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC controle da qualidade total: (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima-MG : INDG TecS, 1992.

DE CASTRO GALIZIA, Luiz Felipe et al. Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão. Série Técnica IPEF, v. 24, n. 45, 2016.

FERREIRA, O. O.; ALVES, M. K. L.; SANTOS, N. F. dos. Avaliação das perdas de colheita de madeira em floresta comercial/industrial. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n.1, p. 129-137, 1995.

GOMES, Fabricio Maciel. Controle estatístico de processos. 46p. Lorena. 2010.

GARCIA, Bruna Martins. Indicadores críticos de qualidade em operações mecanizadas de colheita em desbaste e corte raso de pinus taeda. 2017.

JACOVINE, L. A. G. et al. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. Revista Árvore, v.29, n.3, p.391-400, 2005.

JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves et al. Descrição e uso de uma metodologia para avaliação dos custos da qualidade na colheita florestal semimecanizada. **Ciência Florestal**, v. 9, p. 143-160, 1999.

KLEIN, Mariana Berles. Controle de qualidade de colheita e abastecimento florestal de eucalyptus spp. sob o sistema full tree. 2018.

KUME, H. Métodos estatísticos para a melhoria da qualidade. São Paulo: Gente, 1993. 148 p.

LUCIETTO, D.; COSMA, M. A.; ZANANDREA, G.; CRUZ, M.R. Ferramentas da Qualidade. Trabalho apresentado no 1º Simpósio Científico Faculdade de Tecnologia da Serra Gaúcha. Rio Grande do Sul, 2011.

MACHADO C. C., Colheita Florestal, Viçosa, UFV, 2002.

MACHADO, C.C. Colheita Florestal. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. 543 p.

MACHADO, C. C. Planejamento e controle de custos na exploração florestal. Viçosa, MG: UFV, 1984. 138 p.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. Gestão da qualidade. Rio de Janeiro: FGV Editora 2006.

MAXIMIANO, A.C.A. Introdução a Administração. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 2006. 293 p.

NASCIMENTO, Larissa Luzia Peixoto; GOIS, Itamara Bomfim; MESQUITA, João Basílio. Avaliação da qualidade do corte semimecanizado de clones de eucalipto em itaporanga d'ajuda, se. 2019.

OIKAWA, L. T. Utilização de ferramentas de qualidade nas operações de colheita florestal. Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Gestão Florestal. Curitiba 2014. 31p.

OLIVEIRA, Otávio J. (org.). Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1ª edição, 2003, 243 p.

OLIVEIRA, Camila Cardoso de et al. Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, p. 18, 2013.

PEREIRA, Daniel Pena et al. Avaliação da qualidade do corte florestal com motosserra. *Cerne*, v. 18, p. 197-203, 2012.

PIACITELLI, Lucas Filipini. Influência das operações de colheita florestal mecanizada na rebrota do eucalipto. Universidade Federal do Paraná, Pós-Graduação em Gestão Florestal. Curitiba. 2019.

PICANCIO, Anna Carolina Silvestre. Gestão da qualidade aplicada à melhoria do processo de produção de carvão vegetal. Universidade Federal de Viçosa, Pós-Graduação em Ciência Florestal. Viçosa. 2011.

RIBEIRO, J. L.; CATEN, C. S. Série monográfica Qualidade. Controle Estatístico do Processo. Cartas de Controle para Variáveis, Cartas de Controle para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição. Publicado por FEENG/UFRGS–Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, 2012.

REZENDE, JLP et al. Avaliação da qualidade na colheita florestal semimecanizada. *Scientia Forestalis*, n. 57, p. 13-26, 2000.

ROSA, Mauri Oliveira; OLIVEIRA, F. M. Análise da qualidade do processamento de madeira em dois sistemas mecanizados de colheita florestal. *Revista da União Latino-americana de Tecnologia*, Jaguariaíva, n. 2, p. 19-37, 2014.

SOARES, P. R. C. et al. Pontos Críticos do Processo de Produção de Pisos Maciços de Madeira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 353-363, abr.-jun. 2012.

TEREZAN, Luiz Henrique; BERNARDI, Márcio; DA SILVA, Andressa Ignez Garcia. Controle de Qualidade Florestal na Eldorado Brasil SA. Série Técnica IPEF, v. 24, n. 45, 2016.

TRINDADE, C. Ferramentas da Qualidade: Aplicação na Atividade Florestal. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

TRINDADE, C. Gestão e Controle da Qualidade na Atividade Florestal. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

TRINDADE, C.; SARTÓRIO, M.L.; REZENDE, J.L.P. Controle de qualidade na exploração florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL, 1, Belo horizonte, 1991. Anais. Viçosa: SIF/UFV, 1991. p.185-197.

ULCHAK, Adenise Aparecida. Controle de qualidade de operações silviculturais em plantios de eucalipto. Universidade Federal do Paraná. 2016.

ANEXO

Anexo 1 - Formulário usado para o monitoramento de qualidade.

Empresa:			Equipamento:			Projeto:		Data: / /	
Responsável:			Operador:			Talhão:		Módulo:	
Medições	Altura de tocos A	Cepas danificadas B	Comprimento C	Aproveitamento D	Descascamento E	Desgalhamento F	Disposição dos feixes G	Disposição dos resíduos H	<p>O que e como avaliar:</p> <p>A) Altura de tocos Saltar os 3 primeiros, fazer a medição de 15 tocos subsequentes no sentido da linha e voltar no sentido contrário medindo mais 15 tocos.</p> <p>B) Cepas danificadas Seguir procedimento do item A identificando se a cepa está danificada.</p> <p>C) Comprimento Escolher 10 feixes e em cada, medir 3 toretes pertencentes ao primeiro ou segundo torete traçado, totalizando 30 medições.</p> <p>D) Aproveitamento Avaliar 15 feixes medindo dois toretes de aproveitamento em cada feixe totalizando 30 toretes.</p> <p>E) Descascamento Avaliar de forma visual a quantidade de casca presente, sendo considerado conforme o feixe com predominância de tocos totalmente descascados e com a mínima presença de "fita" de casca solta.</p> <p>F) Desgalhamento Avaliar 30 feixes de toretes enleirados verificando a existência de galhos presos aos toretes.</p> <p>G) Disposição dos feixes Avaliar 30 feixes verificando a sua disposição no talhão e a forma como os toretes estão inseridos no feixe.</p> <p>H) Disposição dos resíduos Avaliar 30 feixes verificando se os resíduos estão sendo colocados na entre linha de plantio.</p>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
Amostras Fora do Padrão									
% Não conformidade									

% Não conformidade = (amostras fora do padrão/amostras coletadas) x 100

Observações: _____
