

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LILIANE LEITE GUSMÃO MENDES

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE MUDAS DE EUCALIPTO ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE**

CURITIBA

2018

LILIANE LEITE GUSMÃO MENDES

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE MUDAS DE EUCALIPTO ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especialização em Gestão Florestal, do curso de MBA em Gestão Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dra. Ghislaine Bonduelle

CURITIBA

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ser à base das minhas conquistas.

A minha família, Josué Álvares Mendes Neto e Samuel Mendes, por acreditarem em minhas escolhas, apoiando-me e esforçando-se junto comigo, para que eu superasse todas elas.

A Prof. Dra. Ghislaine Bonduelle pela dedicação em suas orientações.

Ao Curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade e confiança depositada.

RESUMO

Este trabalho discorre sobre o monitoramento da qualidade de mudas, no tocante ao cumprimento dos requisitos estabelecidos pelo cliente, de modo a garantir sua satisfação. A preocupação com a qualidade das mudas implica no acompanhamento das diferentes etapas de expedição, incluindo a parte documental nesse processo. Dessa forma, foi realizado um estudo dos dados monitorados pela equipe de campo especializada em coleta, com objetivo de analisar os documentos do setor de qualidade de uma empresa especializada em mudas de eucalipto, implantando novas ferramentas de qualidade que auxiliassem a melhorar a qualidade da muda expedida, bem como diminuir a variabilidade. Por meio das cartas de controle por variáveis foi identificado que os parâmetros: diâmetro do colo, altura de mudas e número de folhas apresentou-se instável, conforme mostrado nos gráficos de controle, evidenciando processo fora de controle estatístico, exceto para diâmetro do colo. As principais causas da variabilidade estão relacionadas ao comportamento de cada material genético, capacidade e manejo adotado pelo viveiro. Embora as cartas de controle por atributos para todos os parâmetros: danos físicos, rusticidade, padrão do substrato e raízes encontram-se de forma estável, pois não foi evidenciada a existência de causas especiais. Será necessário reavaliar o processo. Em seguida, novos dados deverão ser tomados para reavaliar e garantir monitoramento contínuo do processo.

Palavras-chave: Características. Mudanças de eucalipto. Cartas de controle.

ABSTRACT

This work deals with the monitoring of the quality of seedlings, in relation to the fulfillment of the requirements established by the client, in order to guarantee their satisfaction. The concern with the quality of the seedlings implies the monitoring of the different stages of shipment, including the documentary part in this process. Thus, a study of the data monitored by the field team specialized in collection was carried out, aiming to analyze the quality sector documents of a company specializing in eucalyptus seedlings, implementing new quality tools that would help to improve seedling quality as well as decrease variability. Through the control charts by variables were identified that the parameters: neck diameter, height of leaves and number of leaves was unstable, as shown in the control charts, showing a process out of statistical control, except for lap diameter. The main causes of variability are related to the behavior of each genetic material, capacity and management adopted by the nursery. Although the control charts by attributes for all parameters: physical damage, rusticity, substrate pattern and roots are stable, since no special causes were found. You will need to re-evaluate the processes. Next, new data should be taken to reassess and ensure continuous monitoring of the process.

Key words: Characteristics. Eucalyptus seedlings. Control charts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE PROCESSO	18
FIGURA 2 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA ALTURA DAS MUDAS	22
FIGURA 3 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DA ALTURA DAS MUDAS	23
FIGURA 4 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA MÉDIA DO DIÂMETRO DO CAULE	24
FIGURA 5 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DO DIÂMETRO DO CAULE	25
FIGURA 6 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA MÉDIA DO NÚMERO DE FOLHAS.....	26
FIGURA 7 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DO NÚMERO DE FOLHAS.....	27
FIGURA 8 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA A FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBURTO DANOS FÍSICOS	29
FIGURA 9 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBUTO PADRÃO DO SUBSTRATO E RAÍZES	30
FIGURA 10 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA A FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBUTO RUSTICIDADE	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FATORES PARA CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE VARIÁVEIS	16
TABELA 2 - LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO DA EMPRESA ANALISADA	20
TABELA 3 - ITENS DE CONTROLE DE CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS PARA O PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE MUDAS - RESUMO	21
TABELA 4 - ITENS DE CONTROLE PARA ATRIBUTOS OBSERVADOS PARA O PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE MUDAS - RESUMO	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	11
2.2	LEVANTAMENTO DE DADOS COLETADOS PELA EQUIPE DE CAMPO	11
2.3	ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO.....	12
2.3.1	Cartas de controle	12
2.3.1.1	Cálculo do limite para características de controle variáveis.....	12
2.3.1.2	Cálculo do limite para características de controle atributos.....	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	18
3.2	ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO POR CARTAS DE VARIÁVEIS	20
3.2.1	Carta de controle para altura das mudas	21
3.2.2	Cartas de controle para diâmetro do colo das mudas	24
3.2.3	Carta de controle para número de folhas das mudas	25
3.3	ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO POR CARTAS DE ATRIBUTOS.....	28
3.3.1	Carta de controle para atributos	29
4	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Segundo o IBÁ (2016), com uma área ocupada por 7,74 milhões de hectares, o equivalente a 0,9% do território nacional, o setor de árvores plantadas responde por 91% da madeira produzida para fins industriais no Brasil. Apenas 9% são provenientes de florestas nativas legalmente manejadas. A madeira destina-se, principalmente, à produção de celulose, papéis, painéis de madeira, móveis, carvão vegetal e outras biomassas para fins energéticos.

O plantio de eucalipto ocupa 5,56 milhões de hectares, o equivalente a 71,9% do total, e está concentrado nos Estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). Já o cultivo de pinus, totaliza 1,59 milhão de hectares e está, principalmente, no Paraná (42,4%) e em Santa Catarina (34,1%), (IBÁ, 2016).

Dos 7,74 milhões de hectares de árvores plantadas, 63% são certificados por organizações como o *Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes* (PEFC), que é representado no Brasil pelo Programa Nacional de Certificação Florestal (Cerflor), e o *Forest Stewardship Council* (FSC), (IBÁ, 2016).

O êxito na formação de florestas de alta produção depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, que além de terem que resistir às condições adversas encontradas no campo após o plantio, deverão sobreviver e, por fim, produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável, (GOMES *et al.*, 1991).

Segundo Silva *et al.* 2002, o bom desenvolvimento das mudas, uniformidade de produção e sanidade de um povoamento florestal, está diretamente ligado à qualidade das mudas que são levadas ao campo. Além disso, mudas com alto padrão de qualidade podem garantir melhores índices de sobrevivência, reduzindo assim, a necessidade de gastos com replantio.

O replantio é uma operação onerosa e dispensável em casos de elevada sobrevivência. Maior desenvolvimento em altura das mudas reduz a frequência dos tratamentos de manutenção de povoamentos recém implantados, (CARNEIRO e RAMOS, 1981).

Lopes (2005) também ressaltou que, por se tratar de investimento ao longo

prazo, o rigor torna-se ainda maior, justificando os custos no controle de qualidade.

O controle da qualidade necessita de técnicas e ferramentas que facilitem a sua implantação e sucesso. Kelada (1995) afirma que as ferramentas de controle representam o aspecto técnico do gerenciamento da qualidade.

Spencer (1989) descreve o controle estatístico de processos da seguinte maneira: é um método preventivo onde os resultados são comparados continuamente, através de dados estatísticos, identificando as tendências para variações significativas, e eliminando ou controlando estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais.

Bonduelle (1997) afirma que a grande vantagem da utilização do controle de processos é a detecção de tendências a produzir não conformidades em tempo de reagir antes de produzir a má qualidade. Um sistema de controle de processos só apresenta utilidade quando promove a melhoria de desempenho deste processo. O controle aplicado com este objetivo só será eficaz se for utilizado na linha de fabricação, pois desta forma caracteriza-se a aplicação de uma estratégia preventiva de falhas que possui inúmeras vantagens como redução de desperdício de máquinas, materiais, métodos e mão de obra.

Buscando identificar a variabilidade no processo de expedição de mudas, utilizam-se como ferramenta de controle as cartas por variáveis e atributos. Segundo Bonduelle (1997) as principais funções são indicar se o processo está e/ou continua sob controle, ou seja, indicar se somente causas aleatórias estão atuando sobre este processo.

Lyonnet (1987) acrescenta que o controle de processos efetuado através de cartas de controle traz as vantagens de: colocar em evidência uma eventual anomalia; prever uma regulagem adicional; calcular a periodicidade de regulagens; mostrar um aumento da dispersão; apreciar a qualidade da fabricação.

Portando, no presente estudo obteve-se através da análise de dados do monitoramento de qualidade e da aplicação da ferramenta cartas de controle, uma base de dados e índices que permitam melhorar os níveis de qualidade praticados pelos viveiros produtores de mudas de eucalipto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Aplicar um diagnóstico inicial através da metodologia de monitoramento de processos em viveiros florestais do Estado do Maranhão, com foco no processo de expedição de mudas, visando contribuir com a melhoria da qualidade das mudas expedidas.

1.1.2 Objetivos Específicos

Dado o objetivo geral têm-se os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever o processo de expedição de mudas;
- b) identificar as características do processo;
- c) diagnosticar a situação do processo por meio da análise das características de qualidade através de cartas de controle.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, foi selecionado um viveiro do setor florestal que estava na fase de expedição das mudas de eucalipto para uso em áreas de reflorestamento no Estado do Maranhão.

Na fase de expedição da empresa, são utilizadas caixas plásticas com capacidade para 180 mudas de eucalipto com idade aproximada de 90 a 120 dias.

O trabalho foi dividido em três etapas: primeiro, foi realizada a descrição do processo, na segunda, levantamento dos dados coletados pela equipe de campo e identificação das características e na terceira etapa foram analisadas as características por meio das cartas de controle.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Visando o melhor entendimento do processo de expedição de mudas e a identificação das principais características, foi realizada análise dos procedimentos, aplicação de questionários e também acompanhamento in loco.

2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS COLETADOS PELA EQUIPE DE CAMPO

Para a coleta de dados, a equipe de campo faz a coleta das amostras segundo procedimento de amostragem o qual é documentado e as análises são realizadas em escritório. De acordo com o procedimento de amostragem, existem 13 materiais genéticos, os quais irão constituir as amostras. Nestas amostras são avaliados 25 mudas por material genético expedido para plantio. Realizam-se 3 avaliações em uma caixa de mudas, utilizando caminhamento em zigue-zague, medir a próxima caixa, realizar mais três avaliações, e assim sucessivamente, até completar 25 mudas avaliadas de forma aleatória. Portanto, o experimento consiste em 13 amostras (k) cada uma com 25 repetições (n).

Os instrumentos de medição utilizados pelas equipes em todos os viveiros possuíam o mesmo padrão (formulário de campo digital, trena de 5 metros, paquímetro e padrão de fotos). As amostras coletadas são georreferenciadas e

geram o *shapefile*¹ com coordenadas geográficas. Ao final de cada semana são sistematizados os dados utilizando como ferramenta a planilha de cálculos Excel para elaboração dos resultados.

2.3 ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO

Na terceira etapa foram solicitados os dados coletados pela equipe de campo, referente ao período de janeiro a julho de 2015. Desse período apenas os dados coletados em junho estão com sua base completa, totalizando 325 mudas avaliadas. Estes dados são referentes às características de controle de variáveis: número de folhas (und); diâmetro do colo (mm); altura da muda (cm) e para características de controle de atributos: danos físicos; padrão do substrato e raízes; rusticidade.

Para análise e cálculo dos itens de controle foram utilizados cartas de controle, onde foram plotados os dados coletados e os limites de controles calculados.

2.3.1 Cartas de controle

As cartas de controle são gráficos que estabelecem limites dentro dos quais uma variável do processo ou característica de qualidade deve se manter ao longo do tempo. Suas principais funções são indicar se o processo está e/ou continua sob controle, ou seja, indicar se somente causas aleatórias (referem-se às variações inerentes do processo, as quais não podem ser eliminadas) estão atuando sobre este processo, (BONDUELLE, 2007).

A presença de causas especiais (aquelas que não podem ser explicadas adequadamente através de uma distribuição simples de resultados do processo) no processo é evidenciada pela ocorrência de diferenças significativas entre o valor observado e a média do processo, (BONDUELLE, 2007).

Existem dois tipos de cartas de controle: cartas de controle por variáveis e

¹ *Shapefile*: formato popular de arquivo contendo dados geoespaciais em forma de vetor usado por sistemas de informações geográficas também conhecidos como SIG.

cartas de controle por atributos. As cartas de controle por variáveis utilizam dados que podem ser medidos ou que sofrem uma variação contínua. As cartas de controle por atributos baseiam-se na presença ou ausência de uma não conformidade, (BONDUELLE, 2007).

Neste trabalho serão utilizados cartas de controle por variáveis e atributos.

2.3.1.1 Cálculo do limite para características de controle variáveis

Cartas ou gráficos de Controle por variáveis são utilizadas para avaliação das características, quando a variabilidade da qualidade pode ser medida ou avaliada quantitativamente (escala contínua). Permite identificar o tipo de variação e o tipo de causa associada Santos, 2016.

Muitos processos têm características mensuráveis, assim há um amplo espaço para o uso das cartas para variáveis. As cartas para variáveis, mais especificamente, as cartas das médias, seguem o princípio de que os valores individuais se repartem de acordo com a lei de Gauss onde para uma amostra de tamanho k , sua média será \bar{x} e o desvio-padrão segundo a lei das médias de amostras do teorema limite central (BONDUELLE, 2007):

$$\sigma = \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

O cálculo da amplitude e da média para cada amostra pode ser calculado através das fórmulas que se seguem.

Cálculo da amplitude:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k}{k} \quad (2)$$

onde:

R_1 = amplitude da amostra 1;

\bar{R} = amplitude média do processo;

$k = \text{tamanho das amostras.}$

Cálculo da média:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k}{k} \quad (3)$$

onde:

$X_1 = \text{média da amostra 1;}$

$\bar{X} = \text{média do processo;}$

$k = \text{tamanho das amostras.}$

Segundo Bonduelle (2007) existem dois sistemas de representação das cartas de controle: o alemão e o americano. Neste trabalho utilizamos o sistema americano, que considera somente os limites de controle e estes compreendem 99,8% dos resultados. Esses limites são intervalos de confiança em torno da média e são utilizados na elaboração dos gráficos de controle.

Segundo Trindade (2007) o gráfico de controle foi originalmente proposto por Shewhart, que trabalhou na *Bell Telephone Laboratories*, em 1924, onde era usado para diferenciar as variações anormais (não aleatórias) das variações normais de um processo (aleatórias). Um gráfico de controle é constituído por uma linha central (indica o ponto central do processo e serve como orientação para análise de tendências do que pode estar ocorrendo); e um par de limites de controle, que se localizam abaixo e acima da linha média (quando os valores característicos do processo estiverem dentro dos limites, está sob controle estatístico; se o valor encontrado estiver fora desses limites, é considerado fora de controle estatístico).

Para obter os limites e a linha média do "Gráfico das Médias" utilizou-se as fórmulas descritas por Bonduelle (2007):

$$LCS = \bar{X} + (A_2 * \bar{R}); \quad (4)$$

$$LCI = \bar{X} - (A_2 * \bar{R}); \quad (5)$$

onde:

\bar{X} = *média do processo*;

A_2 é tabelado em função de “n” (tamanho da amostra) = 25, podem ser consultados na (TABELA 1).

Trindade et al. (2007) afirma que uma distribuição não pode ser caracterizada apenas por seu valor médio, sendo necessário conhecer uma medida de dispersão dos itens em torno da média. Por isso, o gráfico de média não é suficiente para evidenciar a ocorrência de valores demasiadamente afastados, acima ou abaixo da média, os quais poderão ser compensados deixando a média inalterada.

O cálculo da amplitude é a medida mais rápida e simples de se medir a variabilidade. Ela consiste na diferença entre o mais alto e o mais baixo valor de um determinado conjunto de dados. Indica-se amplitude por R onde: amplitude = valor máximo – valor mínimo (VIEIRA, 2012).

Para o "Gráfico das Amplitudes" temos:

$$LCS = D_4 * \bar{R}; \quad (6)$$

$$LCI = D_3 * \bar{R}; \quad (7)$$

onde:

\bar{R} = *amplitude média do processo*;

D_3 e D_4 tabelados em função de “n” (tamanho da amostra) = 25, podem ser consultados na (TABELA 1).

TABELA 1 - FATORES PARA CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE VARIÁVEIS

Observações na Amostra, n	Gráfico para Médias			Gráficos para Desvio Padrão						Gráficos para Amplitude						
	Fatores para Limites de Controle			Fatores para Linha Central		Fatores para Limites de Controle				Fatores para Linha Central			Fatores para Limites de Controle			
	A	A2	A3	C4	1/C4	B3	B4	B5	B6	d2	1/d2	d3	D1	D2	D3	D4
2	2,12	1,880	2,659	0,798	1,253	0	3,27	0	2,61	1,128	0,887	0,853	0	3,69	0	3,267
3	1,73	1,02	1,954	0,886	1,128	0	2,57	0	2,28	1,693	0,591	0,888	0	4,36	0	2,575
4	1,5	0,73	1,628	0,921	1,085	0	2,27	0	2,09	2,059	0,486	0,880	0	4,7	0	2,282
5	1,34	0,58	1,427	0,9400	1,064	0	2,09	0	1,96	2,326	0,43	0,864	0	4,92	0	2,115
6	1,23	0,48	1,287	0,952	1,051	0,030	1,970	0,03	1,87	2,534	0,395	0,848	0	5,08	0	2,004
7	1,13	0,42	1,182	0,959	1,042	0,12	1,88	0,12	1,81	2,704	0,37	0,833	0,2	5,2	0,076	1,924
8	1,06	0,37	1,099	0,9650	1,036	0,19	1,82	0,19	1,75	2,847	0,351	0,820	0,39	5,31	0,136	1,864
9	1,000	0,34	1,032	0,969	1,032	0,24	1,76	0,24	1,71	2,970	0,337	0,808	0,55	5,39	0,184	1,816
10	0,95	0,31	0,975	0,973	1,028	0,28	1,72	0,28	1,67	3,078	0,325	0,797	0,69	5,47	0,223	1,777
11	0,91	0,29	0,927	0,975	1,025	0,32	1,68	0,32	1,64	3,173	0,315	0,787	0,81	5,54	0,256	1,744
12	0,87	0,27	0,886	0,978	1,023	0,35	1,65	0,35	1,610	3,258	0,307	0,778	0,92	5,59	0,283	1,717
13	0,83	0,25	0,850	0,979	1,0210	0,38	1,62	0,38	1,59	3,336	0,3	0,770	1,03	5,65	0,307	1,693
14	0,8	0,24	0,817	0,9810	1,019	0,41	1,59	0,41	1,56	3,407	0,294	0,763	1,12	5,7	0,328	1,672
15	0,78	0,22	0,789	0,982	1,0180	0,43	1,57	0,43	1,54	3,472	0,2880	0,756	1,2	5,74	0,347	1,653
16	0,750	0,21	0,763	0,984	1,017	0,45	1,55	0,45	1,53	3,532	0,283	0,750	1,28	5,78	0,363	1,637
17	0,73	0,2	0,739	0,985	1,0157	0,47	1,53	0,47	1,51	3,588	0,279	0,744	1,36	5,82	0,378	1,622
18	0,71	0,19	0,718	0,985	1,015	0,48	1,52	0,48	1,5	3,640	0,275	0,739	1,42	5,856	0,391	1,608
19	0,69	0,19	0,698	0,986	1,0140	0,5	1,5	0,5	1,48	3,689	0,271	0,734	1,49	5,89	0,403	1,597
20	0,67	0,180	0,680	0,987	1,0133	0,510	1,490	0,510	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,66	0,17	0,663	0,988	1,013	0,52	1,48	0,52	1,46	3,778	0,265	0,724	1,61	5,95	0,425	1,575
22	0,640	0,17	0,647	0,988	1,0119	0,53	1,47	0,53	1,45	3,819	0,262	0,720	1,66	5,979	0,434	1,566
23	0,63	0,16	0,633	0,989	1,011	0,55	1,46	0,55	1,44	3,858	0,259	0,716	1,710	6,01	0,443	1,557
24	0,61	0,16	0,619	0,989	1,0109	0,55	1,45	0,56	1,43	3,895	0,257	0,712	1,76	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,15	0,606	0,99	1,0105	0,57	1,44	0,57	1,420	3,931	0,254	0,708	1,81	6,06	0,459	1,541

FONTE: <http://www.de.ufpb.br/~luiz/CEQ/Tabela.pdf>

2.3.1.2 Cálculo do limite para características de controle atributos

Segundo Bonduelle (1997) atributos são características que são comparadas com certo padrão (especificações) e por isso podem assumir apenas valores discretos (classificação como conforme ou não conforme, ou certa contagem de defeitos).

Defeito é a falta de conformidade da unidade do produto com as especificações meta de uma característica, (NUNES, 2010). A coleta de dados das características danos físicos, padrão do substrato e raízes, rusticidade permite a investigação detalhada de todos os pontos críticos de controle, diagnosticando as possíveis não conformidades na etapa de expedição da muda, além de sinalizar as possíveis fontes desses desvios possibilitando correções, interações e uma maior compreensão do processo.

Para análise dos atributos utilizamos a carta p, pois segundo Trindade *et al*, (2007) expressa graficamente a proporção dos itens defeituosos por subgrupo. Os dados coletados são o número de itens defeituosos em cada subgrupo, que supostamente seguem uma distribuição binomial com um parâmetro de proporção desconhecido (p).

Para cada subgrupo, anotam-se os valores:

n = número de itens inspecionados (tamanho da amostra)

d= número de itens defeituosos (não conformes)

k = número de amostras

Sendo a fração de não conformidade calculada conforme descrito abaixo:

$$p = \frac{d}{n} \quad (8)$$

Já a fração média de não conformidade é calculada da seguinte forma:

$$\bar{p} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} \quad (9)$$

$$\sigma_{p_i} = \frac{3\sqrt{\bar{p} + (1 - \bar{p})}}{\sqrt{n_i}} \quad (10)$$

Para os cálculos dos limites de controle utilizamos as formulas:

$$LCS = \bar{p} + \frac{3\sqrt{\bar{p} + (1 - \bar{p})}}{\sqrt{n_i}} \quad (11)$$

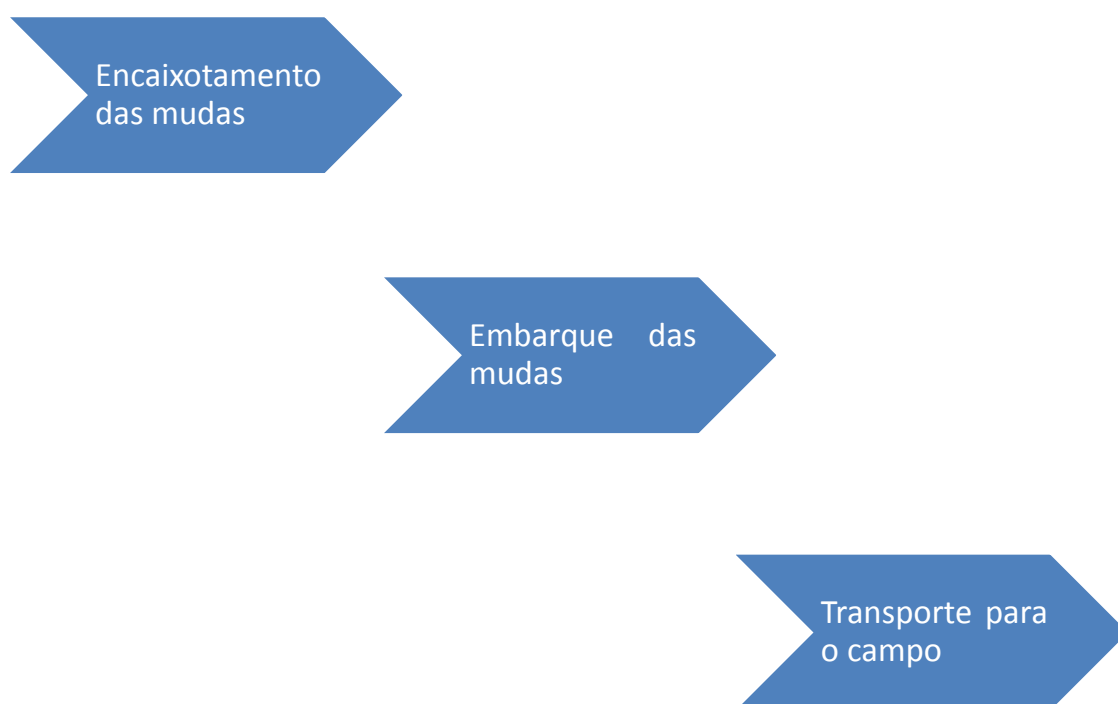
$$LCI = \bar{p} - \frac{3\sqrt{\bar{p} + (1 - \bar{p})}}{\sqrt{n_i}} \quad (12)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Para o desenvolvimento do mapa de processo de expedição de mudas de eucalipto foram identificados dois sub processos de agregação de valor, representado na (FIGURA 1), a saber:

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE PROCESSO



FONTE: A autora (2017).

No sub processo de encaixotamento das mudas são realizadas as atividades de acondicionamento das mudas do mesmo tamanho nas caixas de transporte, logo após é realizada a irrigação. Em seguida é realizada a avaliação de qualidade conforme procedimento padrão da empresa, ou seja, para cada material genético expedido para plantio, são amostrados pelo menos 25 mudas e avaliados conforme (QUADRO 1).

QUADRO 1 - CONTROLE DE QUALIDADE DA RECEPÇÃO DE MUDAS

O que avaliar (What)	Altura da muda, número de folhas, danos físicos, padrão de raízes, padrão de substrato, rusticidade, diâmetro de colo.
Como avaliar (How)	<p>Variáveis- características de qualidade baseadas em distribuições contínuas</p> <p>Altura de mudas: aleatoriamente, avaliar a altura das mudas, dos canteiros que serão expedidos. A altura deverá ser medida da base do tubete até o ponto de inserção do último par de folhas.</p> <p>Número de folhas: avaliar a quantidade de folhas das mudas amostradas.</p> <p>Danos físicos: avaliação visual: 0 sem danos - 1 com danos.</p> <p>Atributos – características de qualidade baseadas em distribuições discretas, do tipo passa, não passa ou conforme, não conforme.</p> <p>Padrão de substrato e raízes: avaliação visual da consistência, utilizando 0 – Substrato e raízes bem formadas- com substrato firme em toda a sua extensão / ou ligeiramente ralo em algum ponto, e 1 – Substrato ralo ou que não ocupa toda a extensão do tubete e Sistema radicular ralo ou mal formado.</p> <p>Rusticidade: verificar a rusticidade da muda, utilizar 0 - Muda rústica, e 1 - Muda não rústica.</p> <p>Diâmetro de colo: medir o diâmetro de colo das mudas amostradas</p>
Quando avaliar (When)	Diariamente, no momento do recebimento das mudas, antes do plantio.
Onde avaliar (Where)	Caixas de mudas na frente de serviço.
Quem deve avaliar (Who)	O encarregado ou técnico responsável pelo processo.
Por que avaliar (Why)	Garantir a qualidade das mudas e reduzir perdas no processo de plantio.
Controle	Quando for observado desvio de conformidade superior a 10%, acionar o encarregado e o técnico para tomada de decisão.

Fonte: Procedimento operacional

Trindade *et al.* (2012) afirma que para garantir mudas de qualidade superior e avaliar a expedição é necessário: obter mais de 98% das mudas expedidas dentro dos padrões recomendados (altura entre 20 e 40cm; com 3 ou mais pares de folhas; rústicas; sem danos físicos/doenças; e com raízes ativas e substrato não desmanchando). Alguns desses padrões foram atualizados pelos viveiristas do Maranhão, visando melhoria da qualidade da muda expedida (TABELA 2).

TABELA 2 - LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO DA EMPRESA ANALISADA

Características	Parâmetros	Especificação
Variáveis	Diâmetro de colo	≥ 2,5 mm
	Altura das mudas	20 cm a 50 cm
	Número de folhas	3 ou mais pares de folhas distribuídos ao longo do caule.
Atributos	Danos físicos	Avaliar visualmente a presença de danos e pontuar ausência ou presença.
	Padrão do Substrato e raízes	Avaliação visual se o substrato está bem formado e com raízes ativas (brancas / amareladas), firme em toda a sua extensão ou ligeiramente ralo em algum ponto do tubete e pontuar conforme ou não conforme.
	Rusticidade	Avaliar visualmente e pontuar conforme ou não conforme

FONTE: Procedimento operacional.

3.2 ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO POR CARTAS DE VARIÁVEIS

Após o levantamento dos dados, foram desenvolvidos diversos gráficos para análise dos resultados, e sucessivamente, determinado a faixa de tolerância composto por: LSC (Limite Superior de Controle), LC (Linha Média) e LIC (Limite Inferior de Controle) descritas na (TABELA 3) e os gráficos ilustrados nas (FIGURAS 2 a 7).

TABELA 3 - ITENS DE CONTROLE DE CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS PARA O PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE MUDAS - RESUMO

Características de qualidade		Limite de controle superior	Linha central	Limite de controle inferior	Gráfico de controle
Altura de mudas	Médias	31,37cm	29,25cm	27,13cm	Figura 2
	Amplitude	21,33cm	13,84cm	6,35cm	Figura 3
Diâmetro do caule	Médias	3,03mm	2,77mm	2,51mm	Figura 4
	Amplitude	2,60mm	1,69mm	0,77mm	Figura 5
Número de folhas	Médias	8,31und	7,66und	7,02und	Figura 6
	Amplitude	6,51und	4,23und	1,94und	Figura 7

FONTE: A autora (2017).

3.2.1 Carta de controle para altura das mudas

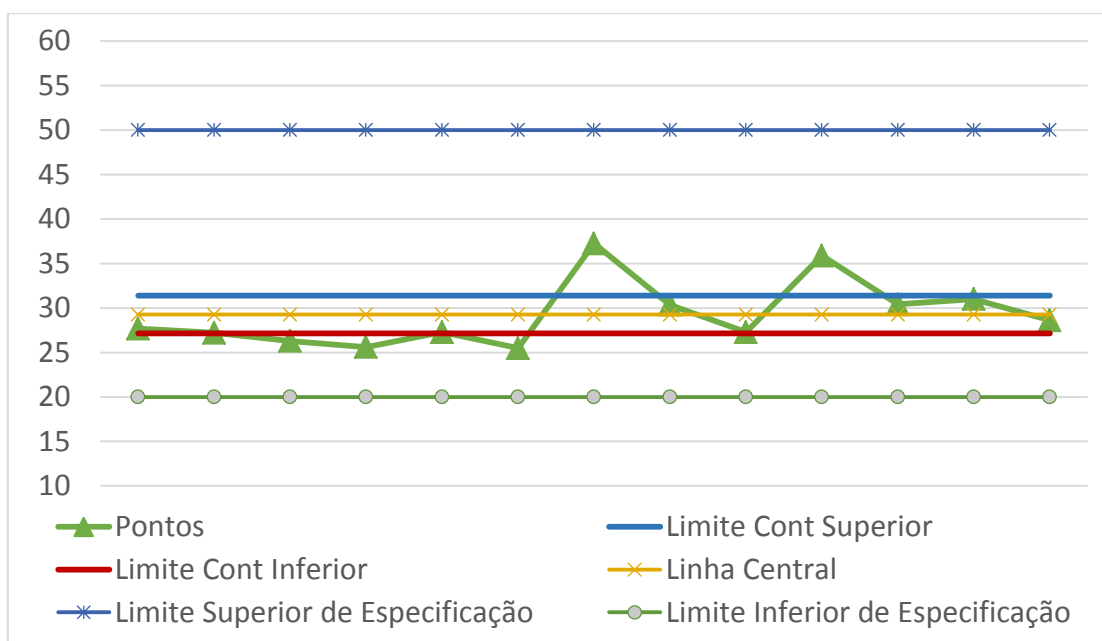
Para altura das mudas o limite superior calculado corresponde a 31,33cm, o limite inferior a 27,13 cm e a linha central 29,25cm. A partir das cartas de controle pode-se observar que o processo possui alta variabilidade, caracterizado por pontos acima do LCS (pontos 7 e 10) e abaixo do LCI (3,4 e 6). Além disso, temos tendências descendentes entre os pontos 8, 9 e 13, conforme demonstrado na (FIGURA 2).

Esta variabilidade extrema caracteriza o processo fora de controle estatístico e descentralizado apesar de o mesmo atender as especificações da empresa conforme demonstrado na (FIGURA 2).

Para o controle da amplitude da altura de mudas, o limite superior encontrado é de 21,33cm, o limite inferior com 6,35 cm e a linha central 13,84cm. A partir da análise dos dados das amplitudes foi possível observar que o ponto 10 encontra-se acima do LCS e que existe uma tendência crescente entre os pontos 11 e 12 mostrando aumento da variabilidade do processo, conforme demonstrado na (FIGURA 3).

Estes fatos confirmam que o processo está fora de controle estatístico com relação a sua dispersão.

FIGURA 2 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA ALTURA DAS MUDAS



FONTE: A autora (2017).

Se fosse analisar a distribuição dos pontos através de um histograma veria que a distribuição dos dados resulta em uma curva bimodal, não seguindo a Curva de Gauss (distribuição normal). Quando a distribuição dos dados segue a curva de Gauss significa que somente variáveis aleatórias atuam sobre o gráfico e que este processo está sob controle estatístico, (BONDUELLE, 2007).

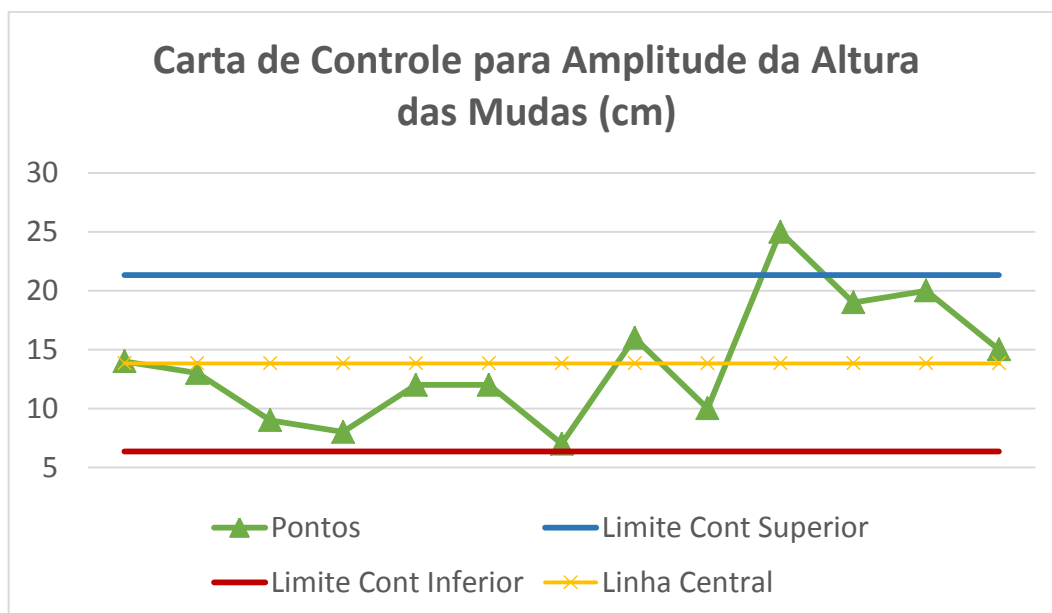
O uso das cartas de controle é útil para demonstrar a necessidade da produção de um material mais homogêneo no requisito altura das mudas. As causas mais prováveis da grande variação na altura das mudas podem ser atribuídas ao material genético e também ao manejo do viveiro. Ações corretivas deverão ser implantadas para redução desta variabilidade, principalmente com relação ao manejo do viveiro: deverão ser analisadas as formas como as atividades são realizadas e que impactos acarretam na produção das mudas. Após o levantamento das causas e realização das ações corretivas será necessário treinamento intenso com a força de trabalho do viveiro. Em seguida, novos dados deverão ser tomados para monitoramento contínuo do processo.

Segundo Bonduelle, (2007), o processo de melhoria contínua é uma abordagem que visa à redução gradual de desperdícios, melhoria da qualidade, garantia de uma área de trabalho segura e aumento de produtividade. Por isto, as transformações no

processo de produção devem ser permanentes buscando sempre otimizar o processo tornando a empresa competitiva. Mesmo que modelos como a China que, são caracterizados pela mão de obra barata pareçam ameaçadores, deve-se pensar a longo prazo respeitando-se os princípios básicos da Gestão da Qualidade Total:

- Orientação pelo cliente (o que o cliente quer?);
- Qualidade em primeiro lugar (maior produtividade);
- Ação orientada por prioridades;
- Ação orientada por fatos e dados (evitar intuições);
- Gerenciamento ao longo dos processos (preventivo);
- Controle da Dispersão (isolar causas);
- Não aceitar envio de produtos com defeitos para o cliente;
- Prevenção de problemas;
- Ação de bloqueio (evitar o mesmo erro);
- Comprometimento da Alta Direção;
- Respeito pelo empregado como Ser Humano.

FIGURA 3 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DA ALTURA DAS MUDAS



FONTE: A autora (2017).

No cenário atual o processo encontra-se fora de controle estatístico de qualidade tanto pela centralização (carta de médias) como pela dispersão (carta de

amplitudes).

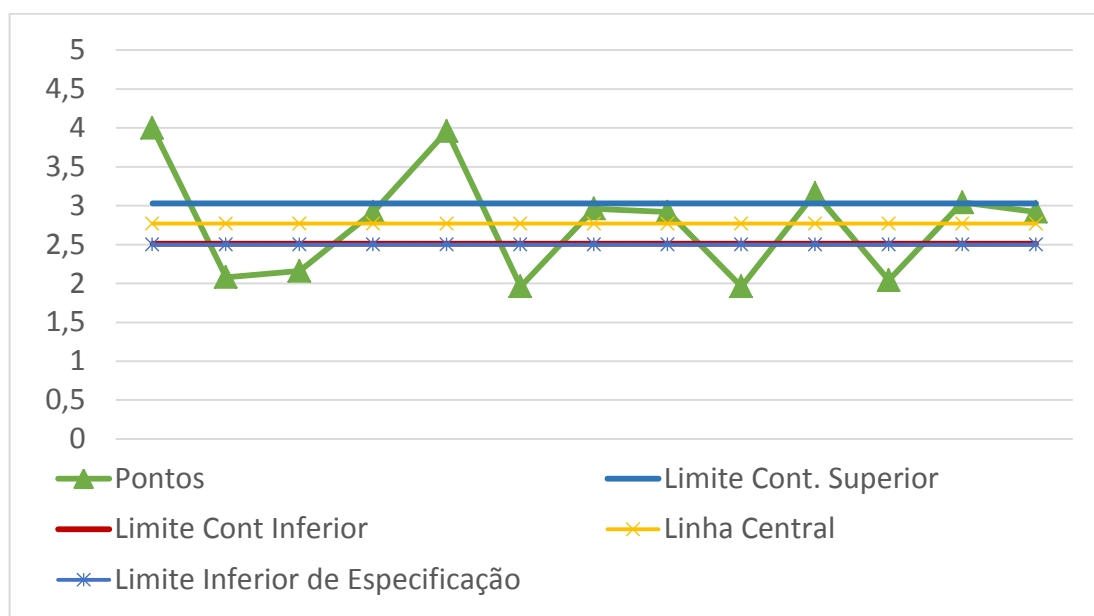
3.2.2 Cartas de controle para diâmetro do colo das mudas

A (FIGURA 4) apresenta o gráfico de controle referente à média do diâmetro do colo das mudas com limite superior de 3,03mm, limite inferior de 2,51mm e linha central com 2,77mm. Observa-se que os pontos 1, 5, 10 e 12 encontram-se acima do LCS e que existe uma tendência crescente entre os pontos 4, 7, 8 e 13 mostrando aumento da variabilidade do processo.

Durante avaliação comparativa com o limite de especificação da qualidade do diâmetro das mudas observa-se que houve praticamente uma superposição da linha inferior de especificação com o limite de controle inferior.

Após a plotagem dos 13 pontos avaliados, 5 aparecem abaixo do limite inferior de especificação estabelecido pela empresa (FIGURA 4), reforçando que o processo apresenta-se instável, ou seja, presença de causas especiais. Este processo encontra-se fora de controle estatístico de qualidade e é incapaz de atender as especificações mínimas da empresa.

FIGURA 4 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA MÉDIA DO DIÂMETRO DO CAULE



FONTE: A autora (2017).

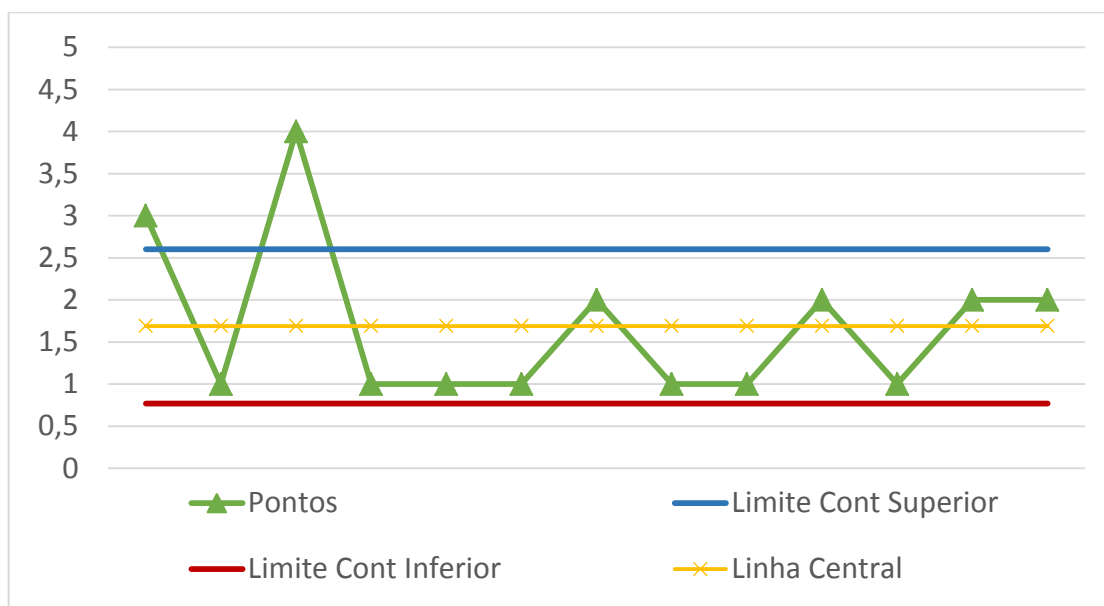
Na sequência, a (FIGURA 5) apresenta amplitude média das amostras do diâmetro do colo das mudas com LCS de 2,60mm, LCI de 0,77mm cm e linha central 1,69mm.

A partir das cartas de controle pode-se observar que a existência de causas especiais, caracterizado por pontos acima do LCS (pontos 1 e 3), conforme demonstrado na (FIGURA 5).

Pode-se destacar o material genético e o manejo utilizado no viveiro como as causas mais prováveis da variação encontrada no diâmetro do colo das mudas. Ações dirigidas pelas cartas de controle deverão ser implantadas e aos poucos as causas especiais serão eliminadas.

Segundo Bonduelle, (2007), uma vez eliminada as causas especiais, pode-se então avaliar a real capacidade do processo comparando sua variabilidade (associada apenas às causas comuns) com as especificações.

FIGURA 5 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DO DIÂMETRO DO CAULE



FONTE: A autora (2017).

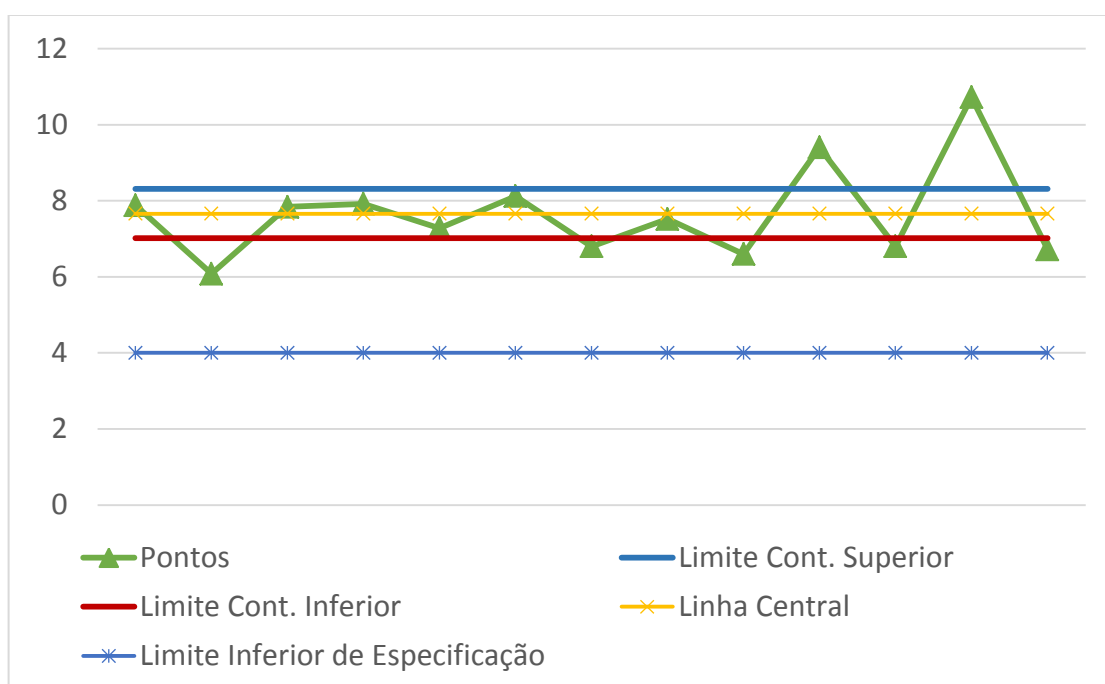
3.2.3 Carta de controle para número de folhas das mudas

Os pontos plotados na carta de controle para determinação da média do número de folhas apresentam um comportamento não aleatório ou sistemático.

Assim, na figura 6 existe um forte indicio de causa especial, caracterizado por pontos acima do LCS (pontos 10 e 12) e abaixo do LCI (2, 7, 9, 11 e 13).

Na análise operacional da qualidade do número de folhas, podemos verificar que todos os pontos estão dentro do limite inferior de especificação, o que indicaria a condição de estabilidade do processo. Tal situação não é observada durante análise das cartas de controle, pois o processo se encontra descentralizado e fora de controle estatístico (FIGURAS 6 e 7).

FIGURA 6 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA MÉDIA DO NÚMERO DE FOLHAS



FONTE: A autora (2017).

Verifica-se também na (FIGURA 7) que houve instabilidade no processo de avaliação da qualidade das mudas. Assim, Nesta figura, apresenta-se a variação do processo, gráfico de amplitude do número de folhas, com limite superior de 6,51, limite inferior de 1,94 e linha central 4,23. Na sequência da análise dos dados, foi possível observar que, os pontos 6 e 10 estão acima da limite de controle superior (LCS).

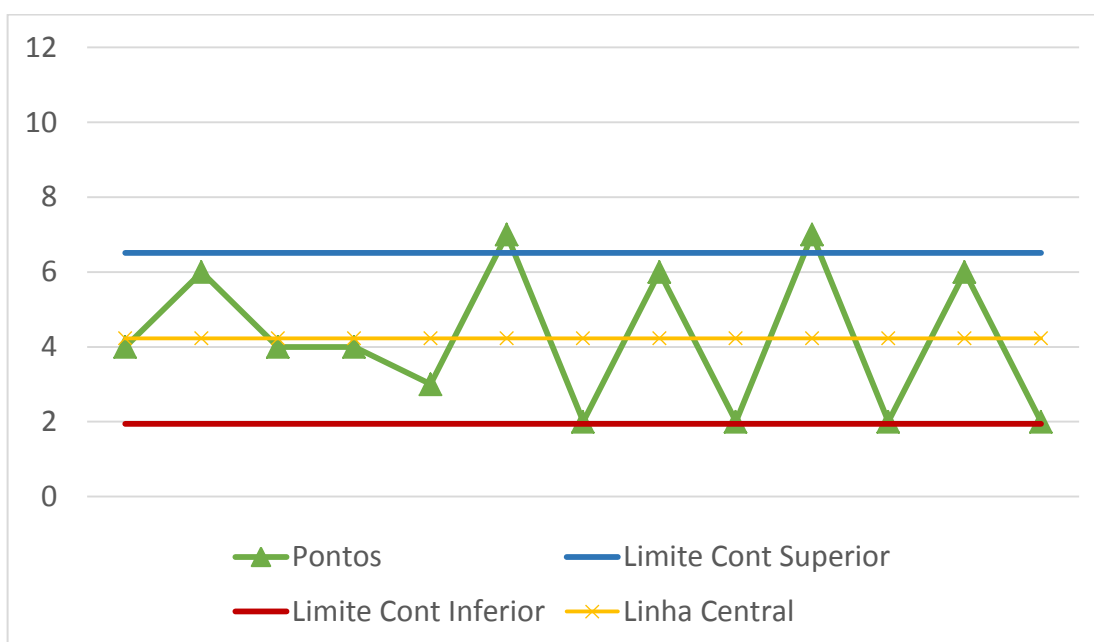
De acordo com Bonduelle (2007), cada ponto fora do controle deve gerar uma análise das condições operacionais em busca da causa respectiva. Os resultados estatísticos dão partida para a tarefa de análise, mas a explicação do que

está acontecendo reside no próprio processo e nas pessoas envolvidas.

Para o número de folhas as causas mais prováveis da variação podem ser atribuídas ao manejo utilizado no viveiro com destaque para as fertirrigações.

Se ações de melhoria forem tomadas, o processo apresentará um desempenho mais consistente, com redução da variabilidade associada as causas comuns. Mas se os limites de controle não forem estreitados, as cartas de controle consideram causas especiais como sendo causas comuns ou aleatórias, ou seja, perde-se a chance de melhorar o processo agindo sobre as causas especiais (Bonduelle, 1997).

FIGURA 7 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA AMPLITUDE DO NÚMERO DE FOLHAS



FONTE: A autora (2017).

Durante as análises observou-se exatamente isso, pois a utilização de limites de controle de especificação na análise dos dados (TABELA 2), não evidenciam a heterogeneidade na qualidade da produção de mudas dificultando a tomada de ação.

Assim, de tempos em tempos, após a tomada de ações que visem a redução da variabilidade do processo os limites de controle devem ser recalculados e, sempre que houver evidências para tanto, os limites de especificação poderão ser estreitados. Dessa forma, as cartas de controle continuarão servindo como uma

ferramenta eficaz no gerenciamento da variabilidade, separando as causas comuns das causas especiais e auxiliando na busca da melhoria contínua, ou seja, ajudando a minimizar o custo com a má qualidade, que são aqueles decorrentes das perdas quantificadas, tais como: retrabalhos, refugo, devoluções, imagem perante aos clientes, etc., que podem comprometer sensivelmente o desempenho de uma organização (BONDUELLE, 2007).

Considerando o resultado apresentado dos 13 materiais genéticos para os gráficos de controle por variáveis, acarretaria o descarte da muda ou o retorno da carga a origem, ou seja, custo. Neste caso perde o viveiro que está fornecendo o material e a empresa que iria realizar o plantio.

Desta forma, a tomada dos custos da má qualidade é uma importante ferramenta gerencial de tomada de decisões, pois pode mostrar à direção da empresa a qualidade expressa em uma linguagem compreensível a este nível, ou seja, em termos monetários; serve para conscientizar os operários que as falhas cometidas não significam apenas rejeitos ou desperdícios, mas sim somas de dinheiro; pode-se otimizar as ações corretivas, identificando as oportunidades e realizando uma classificação em ordem de prioridade e ainda, fornecer um meio de medir o verdadeiro impacto da ação corretiva e das mudanças exigidas pelas melhorias implantadas no processo (BONDUELLE, 2007).

3.3 ANÁLISE DOS ITENS DE CONTROLE DO PROCESSO POR CARTAS DE ATRIBUTOS

Os resultados referentes aos itens de controle estão apresentados na (TABELA 4), que apresentam os limites de controle superior, inferior e a linha central, e representados nas (FIGURAS 8 a 10). Segundo Ribeiro, (2012), se o limite de controle inferior resultar negativo, então ele deve ser fixado em zero.

Conforme demonstrado na tabela 4 os limites de controle inferior apresentaram resultados negativos em todos os atributos calculados, desta forma admitiu-se o zero (0) na construção das cartas de controle.

TABELA 4 - ITENS DE CONTROLE PARA ATRIBUTOS OBSERVADOS PARA O PROCESSO DE EXPEDIÇÃO DE MUDAS - RESUMO

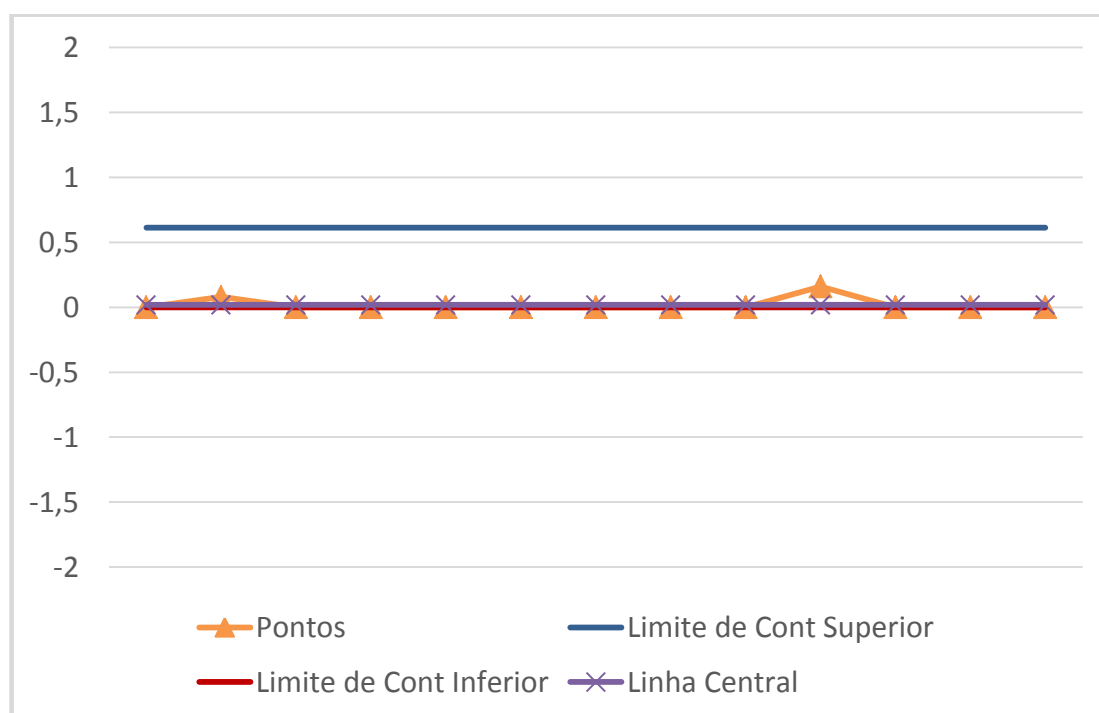
Características	Limite de controle superior	Limite de controle inferior	Linha central	Gráfico de controle
Danos Físicos	61,28%	0	1,84%	Figura 8
Padrão do Substrato e Raízes	60,43%	0	0,61%	Figura 9
Rusticidade	60,21%	0	0,30%	Figura 10

FONTE: A autora (2017).

3.3.1 Carta de controle para atributos

Para todas as características avaliadas por atributos (danos físicos, padrão do substrato e raízes e rusticidade) estão demonstradas nas (FIGURAS 8 a 10).

FIGURA 8 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA A FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBUTO DANOS FÍSICOS



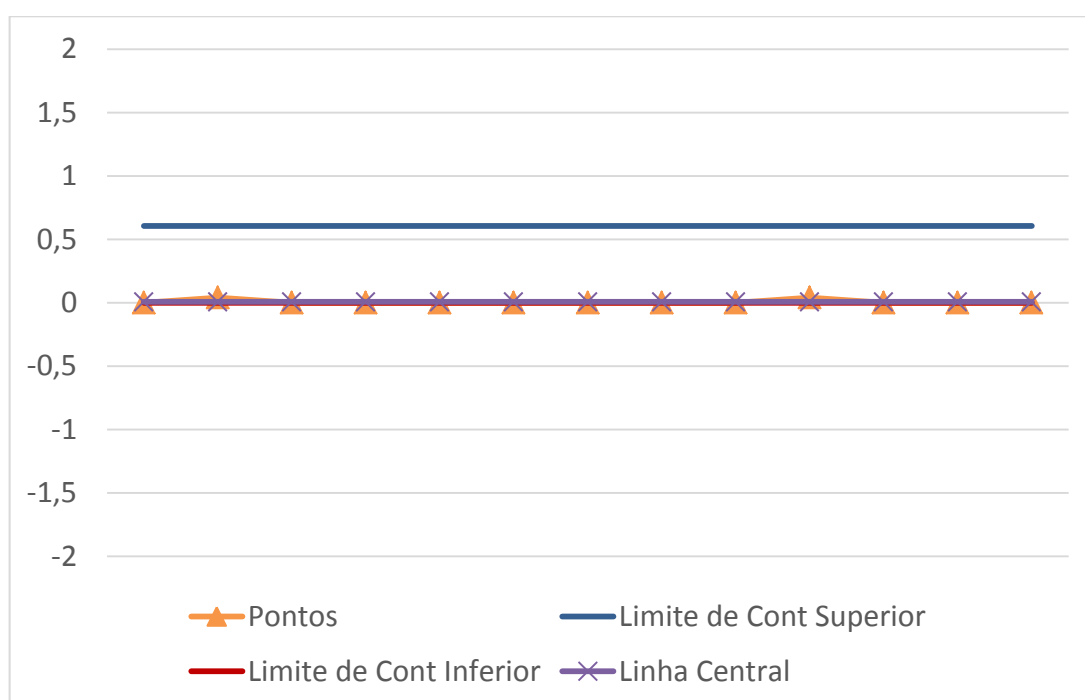
FONTE: A autora (2017).

Os pontos localizam-se entre os limites de controle, logo os processos encontram-se de forma estável, pois não foram evidenciadas a existência de causas especiais, conforme demonstrado nas (FIGURAS 8 a 10).

Para danos físicos o limite superior calculado corresponde a 0,61, o limite inferior é negativo (-0,57) e a linha central 0,018, conforme demonstrado na (FIGURA 8). Os valores estão muito próximos, portanto praticamente há a superposição da linha central e do limite inferior de controle.

Para padrão de substrato e raízes o limite superior calculado corresponde a 0,60, o limite inferior é negativo (-0,59) e a linha central 0,0061, conforme demonstrado na (FIGURA 9).

FIGURA 9 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBUTO PADRÃO DO SUBSTRATO E RAÍZES

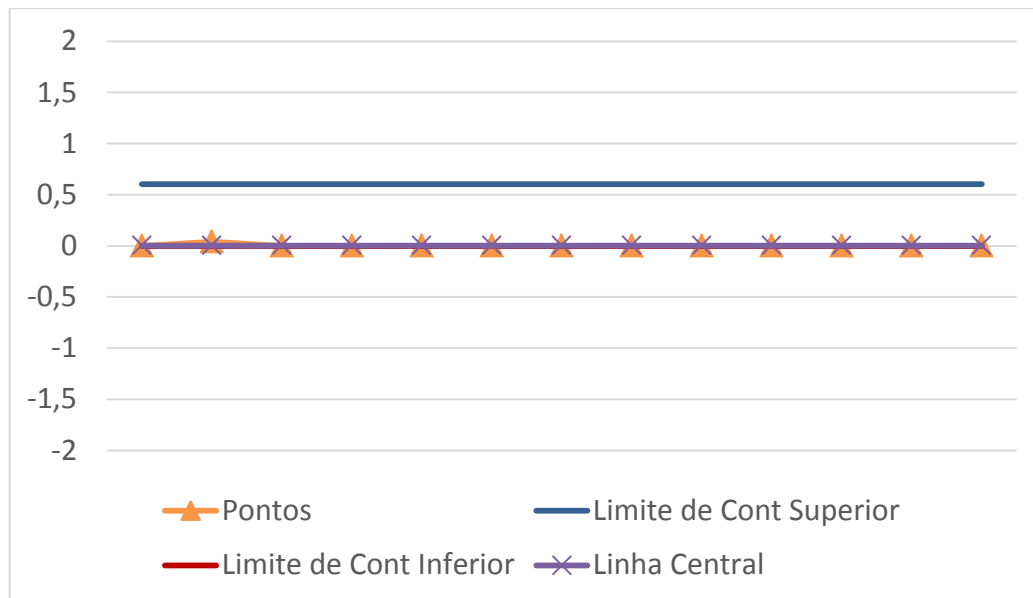


FONTE: A autora (2017).

A partir das cartas de controle por atributos pode-se observar que as mudas produzidas nos viveiros avaliados estão sob controle estatístico, pois a fração média não conforme ou a porcentagem de mudas fora do padrão encontra-se estabilizada em zero (0%), mostrando que não há necessidade de ajustes. Vide também

(FIGURA 10).

FIGURA 10 - GRÁFICO DE CONTROLE PARA A FRAÇÃO NÃO CONFORME DO ATRIBUTO RUSTICIDADE



FONTE: A autora (2017).

4 CONCLUSÃO

Nas análises realizadas, observa-se que para maioria das características de qualidade, o processo encontra-se fora de controle estatístico tanto pela carta de médias, que indica se o processo está centralizado ou não, como pela carta de amplitudes que indica a dispersão dos dados em torno da média. Em todas as variáveis estudadas, diâmetro do colo, altura de mudas e número de folhas são variáveis que apresentam-se com crescimento heterogêneo mostrando que o seu desenvolvimento não é previsível ao longo do tempo. Portanto são variáveis que necessitam não só de monitoramento contínuo como também implantação de ações corretivas que levem ao um crescimento mais homogêneo. Algumas das causas da variabilidade apontadas durante o estudo esta relacionada com o material genético, podendo, ser observada desde a formação das matrizes, necessitando de um processo de seleção muito demorado para expedir um lote com padrão aceitável pelo cliente, visando a uniformidade. O manejo adotado pelo viveiro, principalmente para os pontos adubação, seleção de mudas, idade da muda para expedição, também podem ter influenciado na variabilidade apresentada no trabalho.

Para análises realizadas através das cartas de controle por atributos o processo encontra-se de forma estável, não sendo evidenciado a existência de causas especiais.

Novos dados deverão ser tomados para reavaliar e garantir monitoramento contínuo do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICE V1 **Fatores para Construção de Gráficos do Controle para Variáveis..** Disponível em: <<http://www.de.ufpb.br/~luiz/CEQ/Tabela.pdf>>. Acessado em: 02 jan. 2018.

BONDUELLE, G. M. **Apostila Qualidade Total**. Curitiba: UFPR, 2007. 113 p.

BONDUELLE, G. M. **Avaliação dos custos da má qualidade em uma indústria de painéis de fibras**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

CARNEIRO, J. G. de A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS (1:1981: Curitiba). **Seminário de Sementes e Viveiros Florestais**. Curitiba: FUPEF, p. 91-110, 1981.

GOMES, José Mauro et al . Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 26, n. 6, p. 655-664, Nov. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622002000600002&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 26 Jan. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>.

IBÁ- Indústria brasileira de árvores, Relatório anual, 2016.

LYQNNET, P. **Les outils de la qualité totale**. Paris: Technique et Documentation, 1987.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *Corymbia citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo**. 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

KELADA, Joseph N. A reengenharia está substituindo a qualidade?. **Controle da Qualidade**, São Paulo, n. 33, fev. 1995.

Nunes, P. A.; SOUZA, T. P.; LIRA, R. G.; SEVERO, A. A. L.; DUTRA, R. C. C.

Controle estatístico de processo aplicado ao monitoramento de envase da tintura de iodo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, [s.l.], v.31, n.1, pp.75-81, 2010.

Santos, Magali; CHIMINELLI, Cristiano; PAINES, Patricia de Andrade; POSSAMAI, Osmar. Utilização do controle estatístico de processo para redução da variabilidade de peso de produtos em conserva. **Revista Espacios**, [s.l.], v. 38, 2017.

SILVA, R. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrizicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solos arenosos. **Ciência Florestal**, [s.l.], v.13, n.1, p.33-34, 2002.

SPENCER, Alceu. **Apostila Controle estatístico de processos**. Joinville, 1989.

TRINDADE, C; REZENDE, J. L. JACOVINE, L.; SARTÓRIO, M. **Ferramentas da Qualidade**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: 2007. p. 116-146