

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO PAULO ALMEIDA JUNIOR

INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA QUALIDADE SOBRE A HOMOGENEIDADE
DE PLANTIO, EM UMA FLORESTA DE EUCALIPTO

CURITIBA
2014

PEDRO PAULO ALMEIDA JUNIOR



INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA QUALIDADE SOBRE A HOMOGENEIDADE
DE PLANTIO, EM UMA FLORESTA DE EUCALIPTO

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.

Orientador: Prof. Dr. Philipe Ricardo Casemiro Soares

CURITIBA
2014

AGRADECIMENTOS

Agraço primeiramente a Deus, por me conceder a vida, inteligência e saúde para executar as minhas funções, aos meus familiares que sempre estiveram presentes em todos os instantes da minha jornada, a minha esposa Liliane Lessa por todo apoio, amor e companheirismo, à Queiroz Galvão Siderurgia por subsidiar os meus estudos e pela oportunidade que me foi dada de fazer parte deste Grupo, em especial agradeço ao Engenheiro Frederico Pulz pela confiança em mim depositada, aos meus colegas de trabalho (Alverton, Antônio, Daniel Colares, Edinho, Edna, Iracélia, Ismael, Michael, Pedro Resende, Sebastião e outros), ao Engenheiro Antonio Sérgio Diniz e ao Dr. Celso Trindade e por fim a todos os professores da UFPR e equipe PECCA por todo apoio e atenção durante todo o curso, especialmente o meu orientador Dr. Philipe R. C. Soares. Todos foram importantes na realização deste trabalho, tornando-o tão meu quanto de vocês.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo principal verificar a influência do controle de qualidade na silvicultura sobre a homogeneidade de plantio aos 180 dias, sendo o mesmo desenvolvido em umas das fazendas da empresa Queiroz Galvão Siderurgia, localizada no município de Açailândia-MA. Para realização do trabalho foi utilizado o controle de qualidade das atividades de Adubação Manual, Aplicação de Herbicida Manual, Aplicação de Herbicida Mecanizado, Combate à Formigas Cortadeiras, Coroamento, Plantio Manual e Subsolação com Fertilização, em uma área de reforma totalizando 504,12 ha. Após a obtenção dos dados de qualidade, foram construídas e interpretadas cartas de controle, onde se pode atestar a acuracidade do controle de qualidade, validando os percentuais de conformidade médios por talhão. Aos 180 dias após o plantio das mudas de eucalipto, foram realizados os levantamentos de campo para a determinação da homogeneidade de plantio, considerando como parâmetro as alturas dos indivíduos mensurados, que foi utilizado para o cálculo do coeficiente de variação e posteriormente o seu percentual de uniformidade por talhão. As informações foram compiladas em planilhas e submetidas à análise estatística, utilizando o BioStat 2009. Para a interpretação dos resultados obtidos, foi utilizado na análise o coeficiente de correlação linear de Pearson, que expressou o valor de $-0,2134$, podendo-se concluir que não houve correlação entre as informações expressas pelo controle de qualidade e os resultados de homogeneidade de plantio, sugerindo a necessidade de analisar outras variáveis, como o manejo, durante a condução dos plantios até os 180 dias.

Palavras-Chaves: Correlação. Uniformidade. Produtividade. Silvicultura.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	6
2.OBJETIVOS	8
2.1.GERAL.....	8
2.2.ESPECIFICOS.....	8
3.REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1.CONTROLE DE QUALIDADE NA SILVICULTURA.....	9
3.2.HOMOGENEIDADE DE PLANTIO.....	10
4.MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	11
4.2.COLETA DOS DADOS DE QUALIDADE.....	12
4.2.CONSTRUÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE.....	13
4.2.1.CARTA DE MÉDIAS E AMPLITUDE.....	13
4.2.2. CARTAS DE CONTROLE POR ATRIBUTOS.....	14
4.3. HOMOGENEIDADE DE PLANTIO.....	15
4.3.1. CÁLCULO DA HOMOGENEIDADE DE PLANTIO.....	17
4.4. CORRELAÇÃO ENTRE AS SÉRIES ANALISADAS.....	19
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5.1.ACURACIDADE DO CONTROLE DE QUALIDADE NA SILVICULTURA..	21
5.1.1.ADUBAÇÃO MANUAL.....	21
5.1.2.APLICAÇÃO DE HERBICIDA MANUAL.....	23
5.1.3.APLICAÇÃO DE HERBICIDA MECANIZADO.....	25
5.1.4.COMBATE A FORMIGAS CORTADEIRAS.....	26
5.1.5.PLANTIO MANUAL.....	27
5.1.6. SUBSOLAGEM COM FERTILIZAÇÃO.....	29
5.2.CORRELAÇÃO ENTRE CONFORMIDADE E HOMOGENEIDADE.....	32
6.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	37
7.REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A utilização de ferramentas de qualidade na área florestal tem se intensificado no decorrer dos anos. Segundo Trindade *et al.* (2007) a necessidade das empresas se tornarem competitivas, em um mercado cada dia mais exigente, tem forçado a busca de novos modelos de sobrevivência e de desenvolvimento, tendo a ISO-9000 como a série de normas vigente para os assuntos referentes aos padrões internacionais de qualidade de produtos ou serviços.

A utilização dos conceitos e ferramentas previstos na norma supracitada no meio florestal tem encontrado dificuldades devido à necessidade, principalmente da gestão, possuir uma visão de resultados em longo prazo, com uma evolução lenta e gradual à medida que o processo de melhoria contínua se consolida e é incorporado à rotina natural das atividades exercidas por todos os colaboradores da empresa.

Além disso, o envolvimento das pessoas nos levantamentos, identificação, análise e tomada de decisão quanto à solução dos problemas, é fundamental para que as medidas tomadas sejam eficazes. As ferramentas de qualidade auxiliam nestes processos subsidiando todas suas etapas. No setor florestal, o uso de ferramentas de qualidade é ainda incipiente, e o treinamento das pessoas, para a sua utilização, não tem atingido os níveis inferiores na hierarquia das empresas, os quais são responsáveis pela qualidade (TRINDADE, 2007).

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).

As técnicas de manejo associadas ao controle dos processos, basicamente visam à obtenção de uma máxima produtividade com um custo mínimo. Considerando esta premissa, os resultados obtidos são função da qualidade executada, que, por sua vez, depende fundamentalmente do treinamento e controles inerentes às atividades realizadas (FREITAS, 1980).

A utilização de clones também potencializa o efeito sobre a produtividade, devido as suas características de maior uniformidade e melhor qualidade da madeira na silvicultura brasileira (BERGER, 2002). Porém os resultados obtidos dependem de variáveis ambientais e principalmente do manejo adotado durante a condução dos povoamentos florestais, que deve ser muito bem realizado, para garantir que a produtividade esperada seja alcançada.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo geral verificar a influência do controle de qualidade na silvicultura sobre a homogeneidade de plantio aos 180 dias.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Atestar a acuracidade do controle de qualidade na silvicultura;
- Verificar se as operações de Adubação Manual, Aplicação de Herbicida Manual, Aplicação de Herbicida Mecanizado, Combate à Formigas Cortadeiras, Coroamento, Plantio Manual e Subsolação com Fertilização, estão sob controle estatístico de processo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CONTROLE DE QUALIDADE NA SILVICULTURA

A busca por novos modelos de sobrevivência e de desenvolvimento é uma necessidade atual do setor produtivo brasileiro para adequação a um mercado exigente e competitivo. Para garantir essa sobrevivência, o setor florestal brasileiro precisa adotar procedimentos de verificação e acompanhamento da qualidade em suas atividades para elevar o seu índice de competitividade no mercado (CAMPOS, 2004; TRINDADE et al., 2007).

O conceito da qualidade se tornou um fator importante na administração das organizações para atender às exigências dos mercados. 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).

Em decorrência da expansão comercial, a tecnologia foi aumentando, e ferramentas e conceitos foram inventados para o gerenciamento da qualidade. Esses novos conceitos consideram que as atividades básicas de controle da qualidade, na fábrica, estão nas repetições de análise e melhorias, para reduzir as variações de qualidade (KUME, 1993).

Atualmente, algumas empresas florestais já identificaram oportunidades de melhoria no processo produtivo e estão implantando sistemas de gestão da qualidade na indústria, bem como nas atividades desenvolvidas no campo (TRINDADE, 1993).

Entre as ferramentas mais utilizadas no controle de processos estão as Cartas de Controle que são gráficos de análise e monitoramento de um processo em função do tempo, por meio de duas características básicas: sua centralização e sua dispersão. A centralização pode ser verificada pela média do processo e a dispersão estimada pelo desvio-padrão ou amplitude dos dados (CHRISTINO, 2010).

3.2. HOMOGENEIDADE DE PLANTIO

O coeficiente de variação (CV), definido como o desvio-padrão expresso em porcentagem de média, é a medida mais utilizada para medir a instabilidade relativa de uma característica ou variável (SAMPAIO, 1998). Considera-se que quanto menor o CV, maior será a homogeneidade dos dados e menor a variação do acaso (GARCIA, 1989).

Nessa linha, pode-se considerar que a homogeneidade de plantio em mudas de eucalipto reduzirá os resultados da associação entre os fatores clone, solo, clima, especificações técnicas e práticas de manejo silviculturais, não expressem o potencial máximo de produtividade. Em virtude disto homogeneidade de plantio serve como um indicador de florestas com maior potencial produtivo.

Ainda segundo o trabalho de Garcia (1989), que estabelece o coeficiente de variação para diferentes parâmetros dendrométricos em florestas de eucalipto, como altura e diâmetro a altura do peito. Criando uma classificação de acordo com o CV, partindo de baixo até muito alto.

Na área florestal a busca por florestas homogêneas tem embasado a criação de procedimentos de mensuração para obtenção deste indicador, mas ainda não foi definida uma forma de absoluta de realizar esta mensuração. Por este motivo não estão disponíveis trabalhos nesta linha.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A presente pesquisa foi realizada na fazenda Santa Marta (SMT), pertencente à Queiroz Galvão Siderurgia (QGS), localizada entre os municípios de Açailândia - MA e Itinga do Maranhão – MA, situado a 4°42'13.63"S e 47°31'13.44"W, possuindo uma área total de 2434,68 ha (Figura 1). O solo predominante na fazenda é do tipo latossolo amarelo e clima do tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, concentrando assim as suas chuvas no período de Novembro a Março. A média anual da taxa pluviométrica é 1742,95 mm e a temperatura média de 26,57° C, esta informações foram obtidas por meio de dados de pluviômetros e da estação meteorológica da empresa Queiroz Galvão Siderurgia.

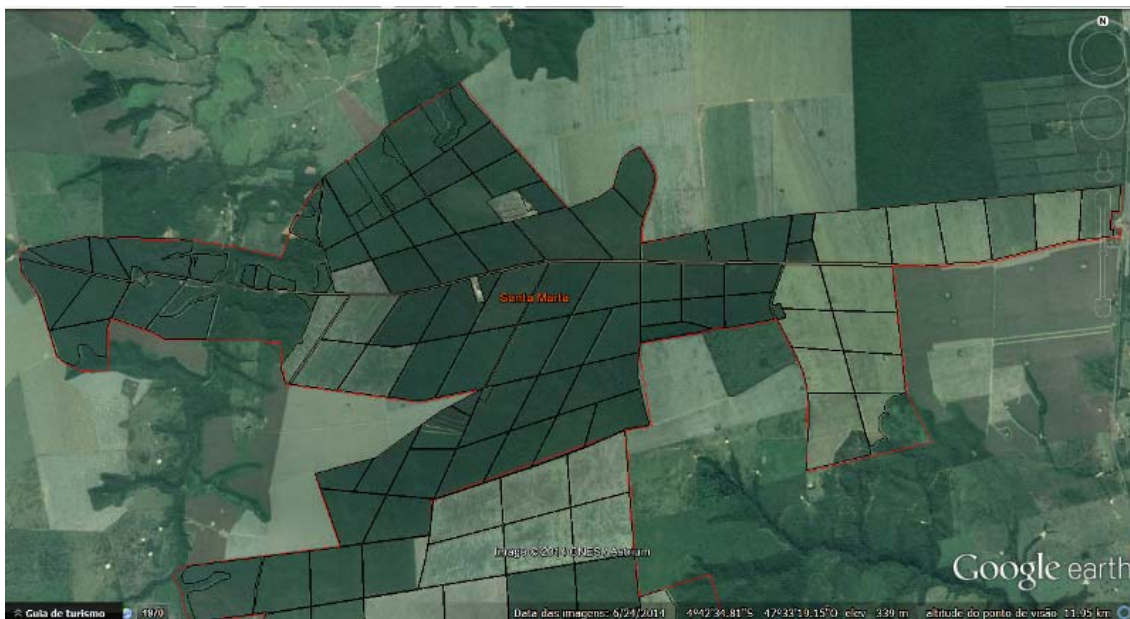


FIGURA 1: FAZENDA SANTA MARTA, QUEIROZ GALVÃO SIDERURGIA (QGS).

FONTE: GOOGLE EARTH 7.1.2.2041 (ACESSO JULHO DE 2014).

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas as informações referentes às atividades de reforma realizadas no projeto SMT 2014, no qual fazem parte os talhões 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85 e 86, totalizando uma área de 504,12 ha (Figura 2).

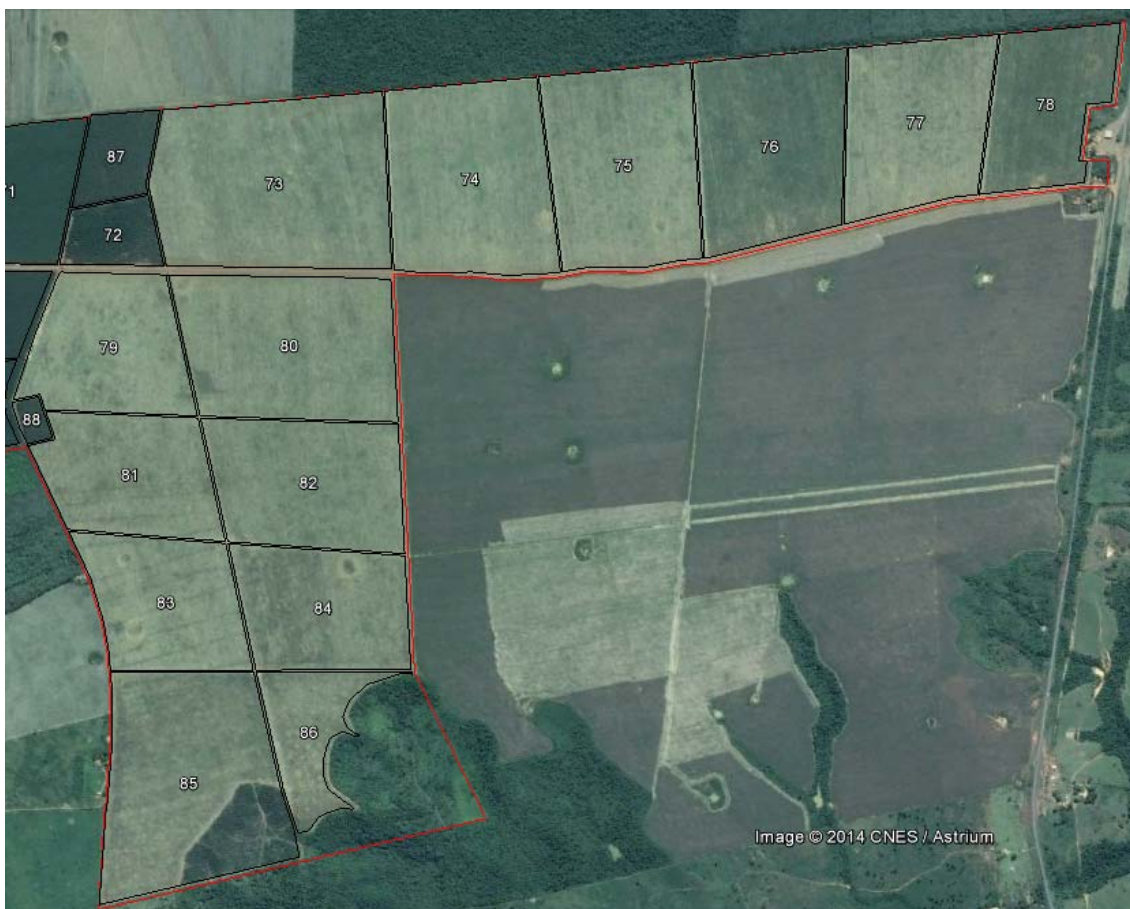


FIGURA 2: FAZENDA SANTA MARTA, PROJETO SMT 2014, QUEIROZ GALVÃO SIDERURGIA.

FONTE: GOOGLE EARTH 7.1.2.2041 (ACESSO JULHO DE 2014).

4.2. COLETA DOS DADOS DE QUALIDADE

Os dados do controle de qualidade foram obtidos pela execução diária das avaliações executadas pelos prestadores de serviço, previstas no programa de controle de qualidade na silvicultura, contemplando a avaliação dos parâmetros operacionais das atividades de Adubação Manual, Aplicação de Herbicida Manual, Aplicação de Herbicida Mecanizado, Coroamento, Combate a Formigas Cortadeiras, Plantio Manual e Subsolação com Fertilização.

Os desvios encontrados durante o procedimento foram registrados nas folhas de verificação, os mesmos foram devidamente auditados e validados pelos supervisores do setor de pesquisa & desenvolvimento da Queiroz Galvão

Siderurgia. Posteriormente todas as informações foram compiladas no banco de dados em planilhas do Excel 2007.

Após a formação do banco de dados, foram construídas as cartas de controle para cada operação e subdividida a análise por parâmetro operacional. Esta etapa do processo foi baseada no trabalho “APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO EM SEQÜÊNCIAS CURTAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DE PROCESSO ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO ECONÔMICO” (CORTIVO, 2005).

4.2. CONSTRUÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE

4.2.1 CARTA DE MÉDIAS E AMPLITUDE

4.2.1.1. CÁLCULO DAS MÉDIAS DAS AMOSTRAS (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”.

4.2.1.2. CÁLCULO DA MÉDIA DO PROCESSO (X)

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

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

4.2.1.3. CÁLCULO DAS AMPLITUDES DE CADA AMOSTRA (R)

$$r = x \text{ max} - x \text{ min}$$

x max = valor máximo encontrado na amostra

x min = valor mínimo encontrado na amostra

4.2.1.4. CÁLCULO DA AMPLITUDE DO PROCESSO (R)

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

R_{1-k} = amplitude de cada amostra

4.2.1.5. CÁLCULO DOS LIMITES DE CONTROLE

Para a média:

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

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

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

Para a amplitude:

Limite Superior de Controle (LSC) = $R * D_4$

Limite Inferior de Controle = $R * D_3$

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

4.2.2. CARTAS DE CONTROLE POR ATRIBUTOS

Carta da fração defeituosa “p” calcula o percentual de itens defeituosos. Podem ser utilizadas de tamanho não constante.

4.2.2.1. 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

4.2.2.2. 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

4.2.2.3. 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

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

\bar{p} = média das unidades não conformes do processo

n = tamanho médio das amostras

Após a realização dos cálculos descrito nos itens acima, foram construídas as cartas de controle por variáveis e por atributos, para a posterior interpretação das mesmas, também realizada de acordo com a metodologia proposta no trabalho citado acima.

4.3. HOMOGENEIDADE DE PLANTIO

Para a mensuração da homogeneidade de plantio foi desenvolvida uma metodologia, a princípio com a definição dos caminhamentos e levantamentos de campo, processamento de dados obtidos e apresentação das informações em relatórios e gráficos.

A mensuração em campo ocorreu aos 180 dias após o plantio das mudas de eucalipto, consistindo na mensuração das alturas de 50 plantas distribuídas em 5 parcelas, assim cada uma delas teve 10 árvores medidas, sendo que as parcelas ficaram distantes 10 linhas umas das outras e mensuradas em diagonal (Figura 3).

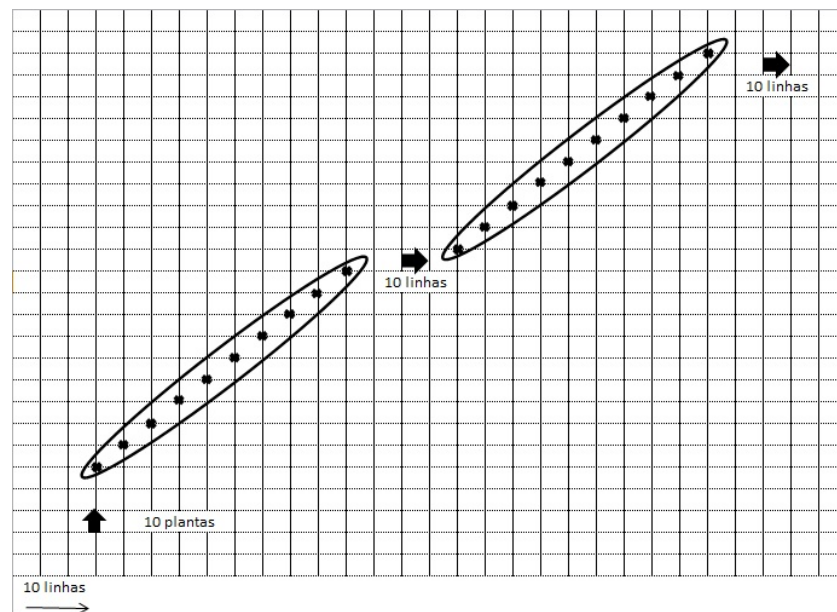


FIGURA 3: ESQUEMA DE CAMINHAMENTO DO LEVANTAMENTO DE HOMOGENEIDADE DE PLANTIO

A adoção do prazo para a realização das mensurações aos 180 dias, ocorreu, devido ao termino das atividades que compreendem a primeira etapa do pacote de reforma, voltando a intervir na floresta somente no período de chuva seguinte.

Após os levantamentos, todas as informações são registradas em uma planilha de campo (Figura 4) e posteriormente digitalizadas para procedimento dos cálculos necessários para se obter a homogeneidade de plantio por talhão, clone, projeto, empresa ou regional.

Levantamento de Homogeneidade de Plantio										
Projeto									Data	
Talhão									Plantio	
Clone									Resp.	
Parcela	Altura (m)									
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Figura 4: Ficha de Campo do Levantamento de Homogeneidade de Plantio

4.3.1. CÁLCULO DA HOMOGENIDADE DE PLANTIO

4.3.1.1. MÉDIA ARITMÉTICA

A medida de posição mais comum, intensa e extensivamente utilizada, é a média aritmética, geralmente denominada de média. O conceito de média aritmética é familiar e poderia se dizer, até mesmo, intuitivo: a média é a soma das observações dividida pelo número delas.

A média de uma população é representada pela letra grega mu (μ), sendo definida para populações finitas como:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

4.3.1.2. DESVIO PADRÃO

O desvio padrão é definido tomando-se a raiz quadrada da variância. Dessa forma o desvio padrão é expresso na mesma unidade dos dados e por essa razão possui significado físico e é preferido pelos investigadores, por ser mais fácil de interpretar. O desvio padrão populacional (σ) é definido na equação:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

4.3.1.3. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

O desvio padrão e a variância são medidas da variabilidade absoluta dos dados. Essas medidas são dependentes da grandeza, escala ou unidade de medida empregada para mensurar os dados. Conjuntos de dados com diferentes unidades de medida não podem ter suas dispersões comparadas pela variância ou pelo desvio padrão. Mesmo para uma única unidade, se os conjuntos possuem médias de diferentes magnitudes, suas variabilidades não podem ser comparadas por essas medidas de dispersão apresentadas. Fica evidente que um estimador que não seja dependente desses fatores se faz necessário. Esta avaliação da variabilidade é conhecida por medida da variabilidade relativa de uma amostra ou população. O coeficiente de variação (CV) é usado para esse propósito. O Estimador do coeficiente de variação populacional está apresentado na equação abaixo:

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

O coeficiente de variação é a expressão do desvio padrão como porcentagem da média do conjunto de dados. É uma medida adimensional da variabilidade, ou seja, não possui unidade de medida.

Após o cálculo do coeficiente de variação, para se obter a homogeneidade de plantio aplicou-se a equação abaixo:

$$\textit{Homogeneidade} = 100 - CV$$

4.4. CORRELAÇÃO ENTRE AS SÉRIES ANALISADAS

Após a obtenção dos percentuais médios de conformidade e homogeneidade de plantio por talhão, foi utilizado o programa BioStat 2009 para correlacionar às duas séries de dados.

O indicador utilizado para verificar a existência ou não da correlação foi o coeficiente de correlação linear de Pearson, por descrever de forma simples e objetiva se existe alguma relação entre o comportamento das séries de conformidade e homogeneidade de plantio.

Em estatística descritiva, o coeficiente de correlação de Pearson, também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de " ρ de Pearson" mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica (intervalar ou de razão).

Este coeficiente, normalmente representado por P assume apenas valores entre -1 e 1.

- P = 1 Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.
- P = -1 Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - Isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.
- P = 0 Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma dependência não linear. Assim, o resultado P = 0 deve ser investigado por outros meios.

Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson segundo a seguinte fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

Em que x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis. Para, além disso são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

e

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

A análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ACURACIDADE DO CONTROLE DE QUALIDADE NA SILVICULTURA

5.1.1. ADUBAÇÃO MANUAL

Para confecção das cartas de controle foi utilizado o método de fração defeituosa “p” para distância de aplicação, dosagem e adubo exposto. Assim a Figura 4 apresenta a carta de controle para o item distância de aplicação.

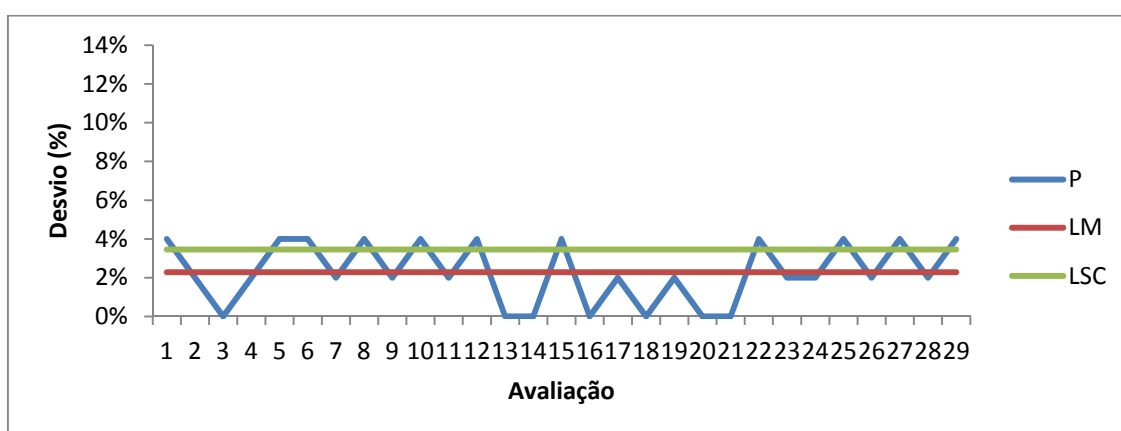


FIGURA 4: CARTA DE CONTROLE PARA O ITEM DISTÂNCIA DE APLICAÇÃO.

Analisando a figura é possível observar que o critério adotado pela empresa de 5% de desvio para as operações de adubação, atende ao cumprimento do padrão estabelecido.

A Figura 5 apresenta a carta de controle para o item dosagem. O processo iniciou-se fora de controle estatístico e após a 17ª avaliação pode-se observar o controle do processo com a adoção da padronização dos dosadores, auditorias mais frequentes e treinamentos operacionais com os colaboradores envolvidos no processo, garantindo assim o padrão estabelecido nos procedimentos. Para este item, a análise indica também, que o desvio permitido poderia ser reduzido, de 5 % para 3% de não conformidade.

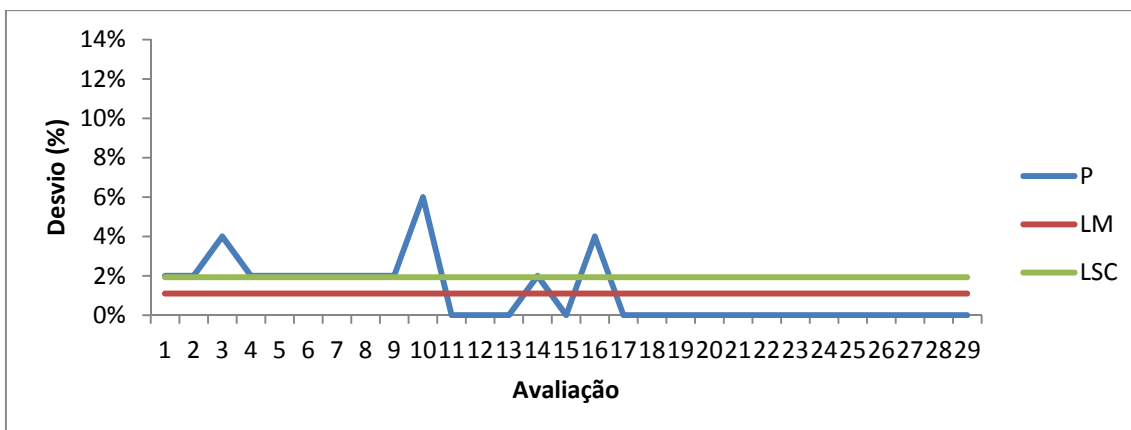


FIGURA 5: CARTA DE CONTROLE PARA O ITEM DOSAGEM.

Na Figura 6, está representada a carta de controle do item adubo exposto. O mesmo apresentou a maior instabilidade e pontos de conformidade durante as avaliações. Pode-se observar que mesmo com o critério adotado pela empresa de 5% de desvio, o processo apresenta pontos fora de controle. Pensa-se em retirar este item do controle de qualidade da operação da empresa, uma vez que, as adubações são realizadas no período chuvoso e a composição das formulações tem base de sulfato como fonte de nitrogênio, que têm menor potencial de volatilização.

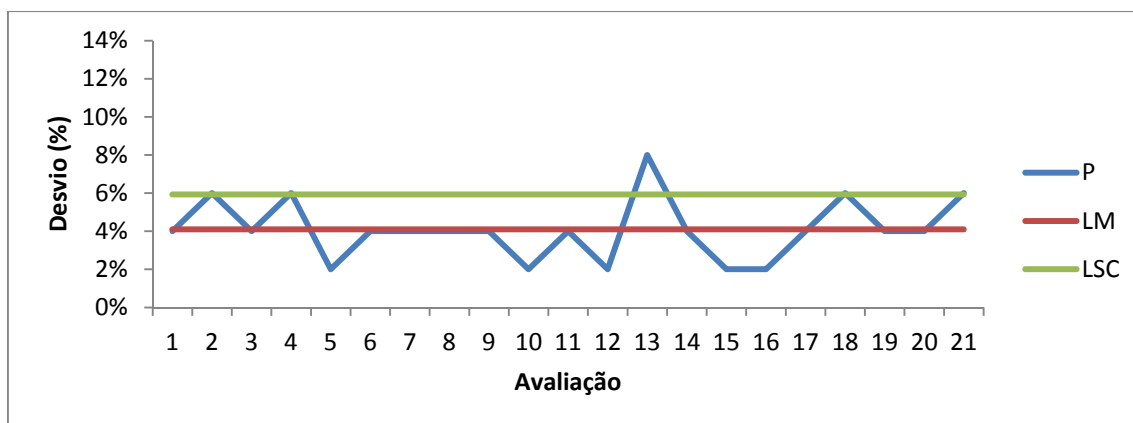


FIGURA 6: CARTA DE CONTROLE PARA O ITEM ADUBO EXPOSTO.

5.1.2. APLICAÇÃO DE HERBICIDA MANUAL

A Figura 7 apresenta a Carta de Controle de Médias e Amplitudes do item volume de calda.

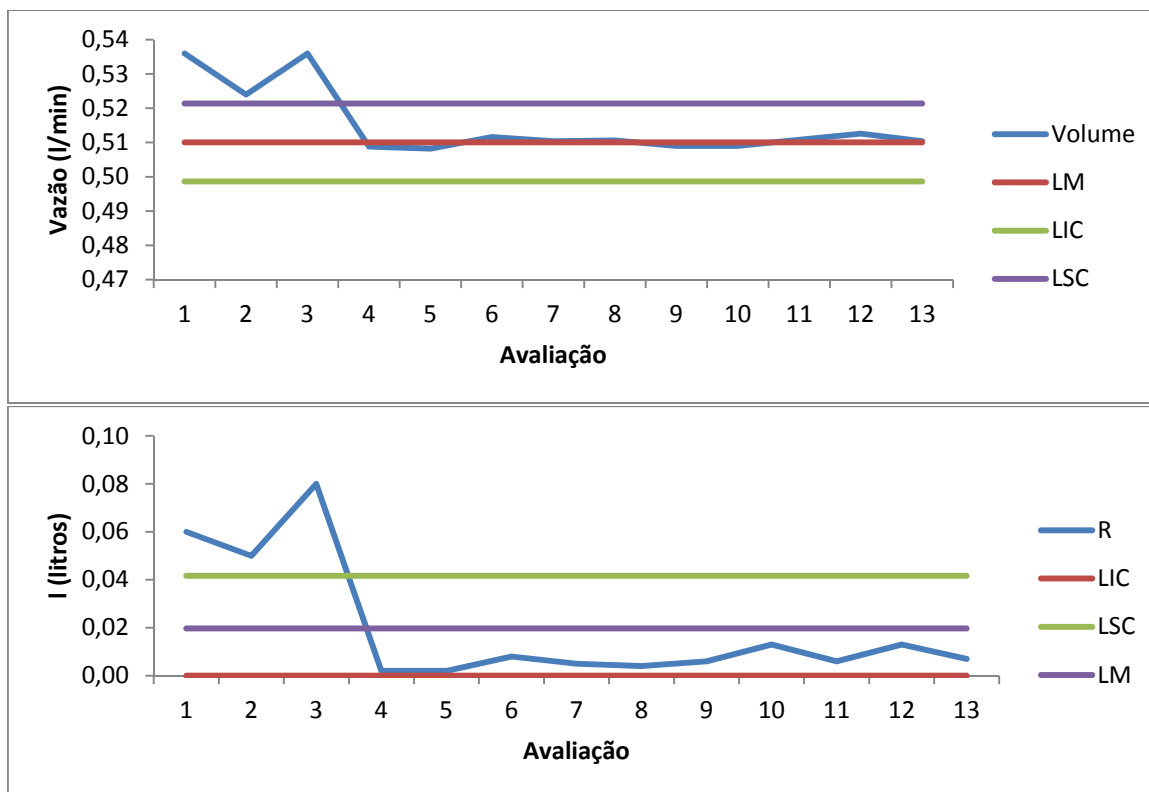


FIGURA 7: CARTA DE CONTROLE DO ITEM VOLUME DE CALDA. A) MÉDIA B) AMPLITUDE.

Através da análise das cartas, pode-se verificar que o item estava fora de controle estatístico de processo, por este motivo foi realizada uma análise do processo e constatou-se a necessidade de utilizar a válvula de pressão constante, o resultado desta ação pode ser observado a partir da 4ª avaliação, onde nas avaliações seguintes o padrão de conformidade foi atingido e por consequência o controle estatístico do processo.

Os itens de cobertura e plantas atingidas, também avaliados na operação, tiveram suas cartas de controle construídas pela metodologia da porção defeituosa, e estão representados, respectivamente, nas figuras 8 e 9.

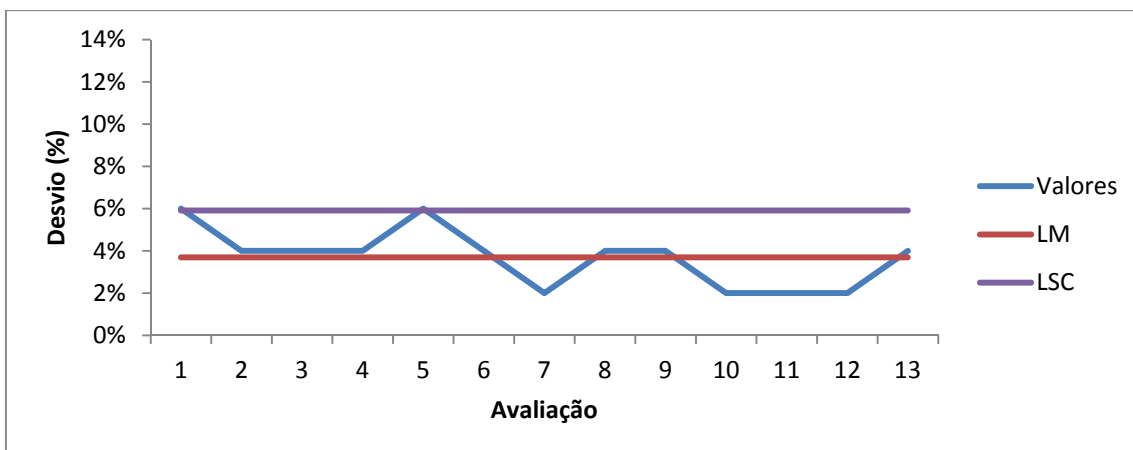


FIGURA 8: CARTA DE CONTROLE DO ITEM COBERTURA.

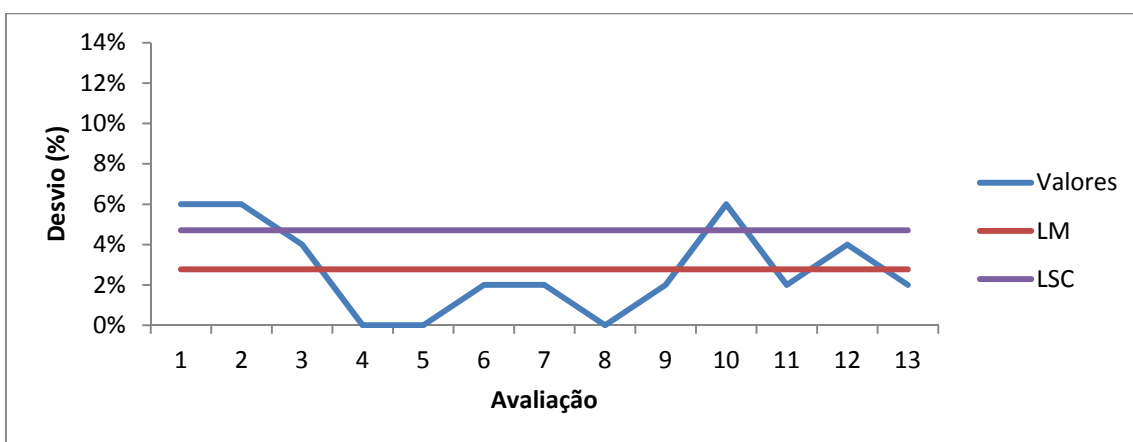


FIGURA 9: CARTA DE CONTROLE DO ITEM PLANTAS ATINGIDAS.

Para estes itens pode-se observar que o percentual de desvio estabelecido no procedimento, é suficiente para garantir o padrão desejado pela empresa e do processo, ficando o processo sob controle com poucos itens fora do limite estabelecido.

5.1.3. APLICAÇÃO DE HERBICIDA MECANIZADO

Na Figura 10 está representada a Carta de Controle do item Volume de Calda.

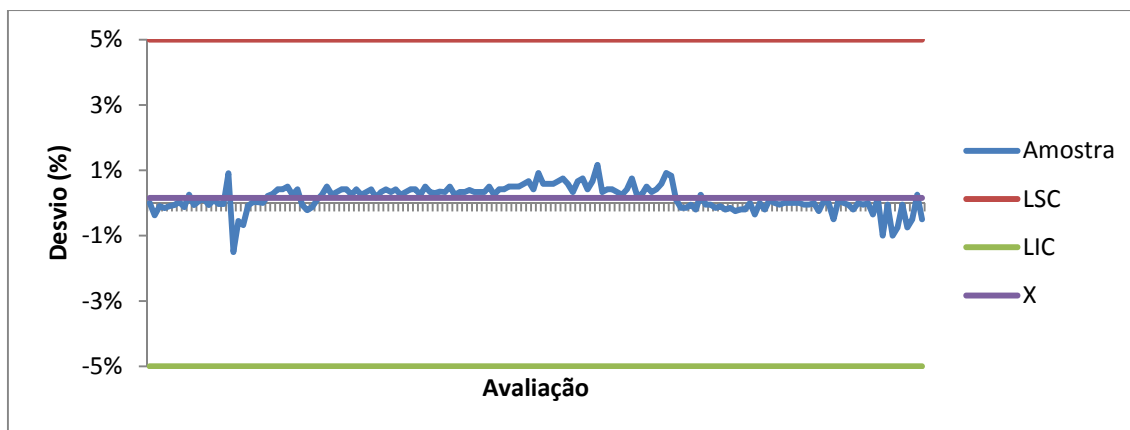


FIGURA 10: CARTA DE CONTROLE DO ITEM VOLUME DE CALDA.

Em relação ao item volume de calda foi adotada a mesma metodologia para a aplicação manual na confecção das cartas de controle, em que é possível observar que o processo está sob controle estatístico e indicando até que, para este item, poderá ser reduzida a margem de desvio.

As figuras 11 e 12 representam as cartas de controle dos itens cobertura e plantas atingidas.

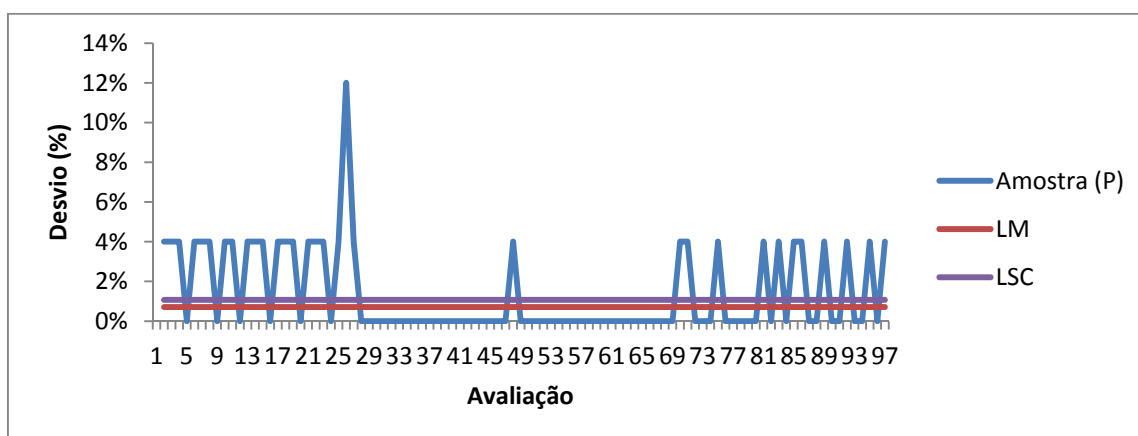


FIGURA 11: CARTA DE CONTROLE DO ITEM COBERTURA.

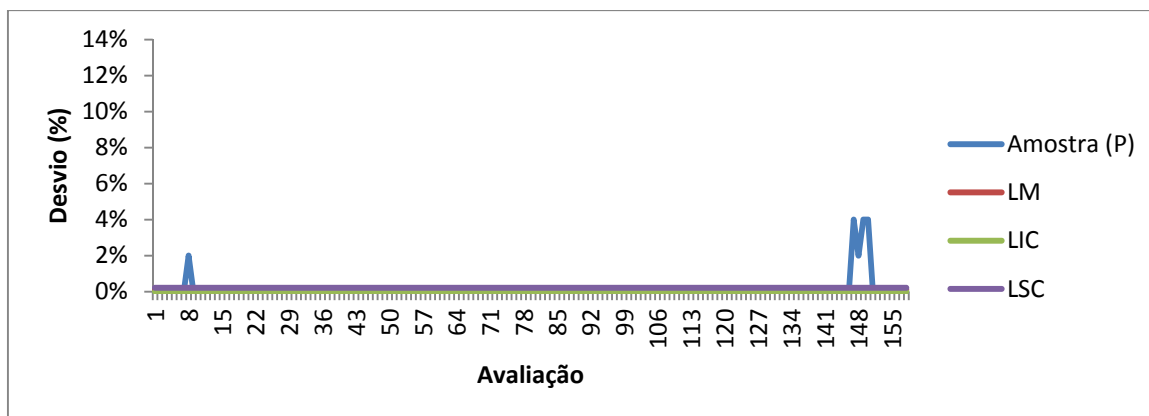


FIGURA 12: CARTA DE CONTROLE DO ITEM PLANTAS ATINGIDAS.

Os dois itens acima se encontra sob controle estatístico, se considerar o limite estabelecido pela empresa de 5% de desvio, tendo raros casos de não conformidades, principalmente associados a problemas com equipamentos nas atividades de aplicação de barra protegida.

Através da análise dos limites dos três parâmetros avaliados, para esta operação, o ideal é reduzir o percentual de desvio aceitável para 3%.

5.1.4. COMBATE A FORMIGAS CORTADEIRAS

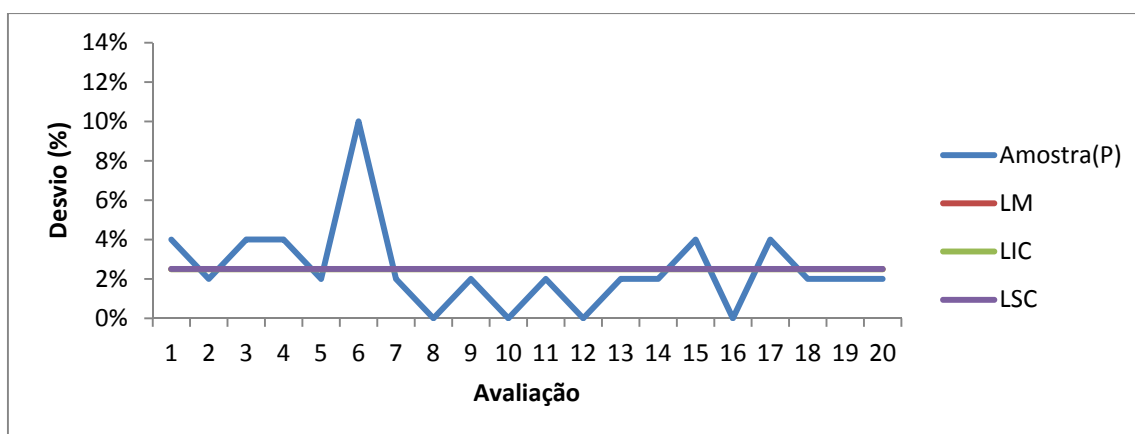


FIGURA 13: CARTA DE CONTROLE DA OPERAÇÃO DE COMBATE A FORMIGAS CORTADEIRAS.

Para esta operação foi utilizada a carta de controle de parte defeituosa, resultando em uma operação sob controle estatístico de processo se considerar o padrão de 5% de desvio estabelecido pela empresa. Para é possível realizar a redução do percentual de desvio aceitável para 3%.

5.1.5. PLANTIO MANUAL

Para avaliação do espaçamento de plantio foi utilizado a carta de média e amplitude. As figuras 14 e 15 apresentam, respectivamente, as cartas de controle de média e amplitude do avaliado.

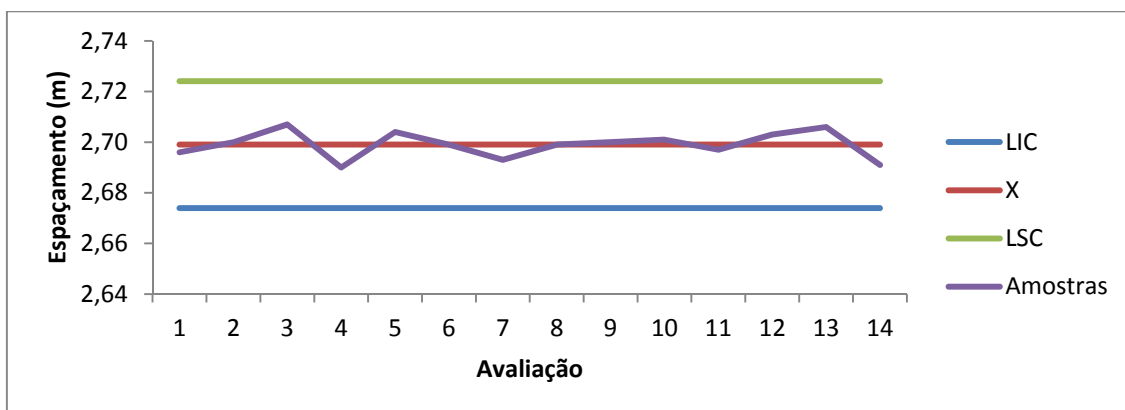


FIGURA 14: CARTA DE CONTROLE DE MÉDIA DO ITEM ESPAÇAMENTO DE PLANTIO.

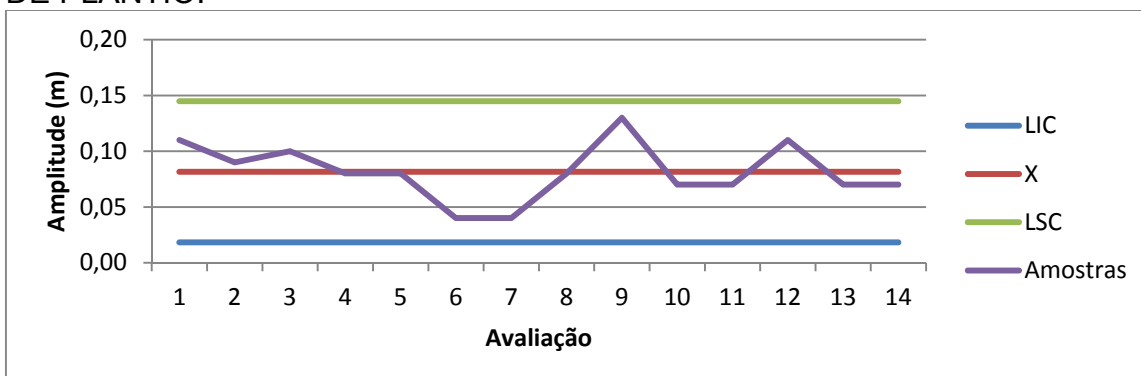


FIGURA 15: CARTA DE CONTROLE DE AMPLITUDE DO ITEM ESPAÇAMENTO DE PLANTIO.

O item espaçamento de plantio encontra-se sob controle estatístico de processo.

Para avaliação da qualidade do plantio foi utilizada carta de parcela defeituosa. Na figura abaixo se pode observar a representação gráfica da carta de controle para o item avaliado.

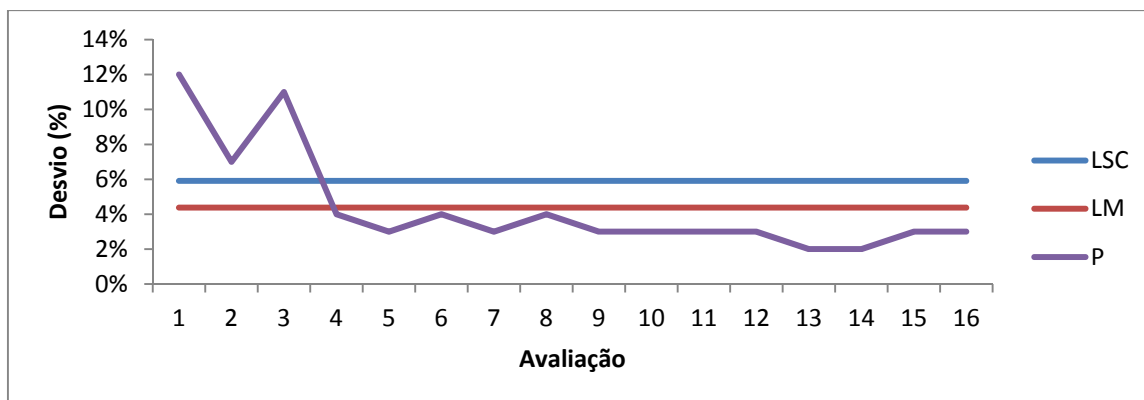


FIGURA 16: CARTA DE CONTROLE DO ITEM QUALIDADE DO PLANTIO.

A qualidade do plantio apresenta-se dentro do controle estatístico de processo. É importante observar o início da série de dados que apresenta valores fora do padrão estabelecido, mas que trabalhados através da intensificação dos treinamentos e auditorias, resultaram em uma melhoria significativa até o controle do processo.

5.1.6. SUBSOLAGEM COM FERTILIZAÇÃO

Para a confecção das cartas de controle dos itens Profundidade de Corte, Largura de Rompimento, Acabamento de Linha e Profundidade /Presença de Adubo, foi utilizada a metodologia de parte defeituosa e para os itens de Espaçamento e Dosagem foi utilizada a de médias e amplitude.

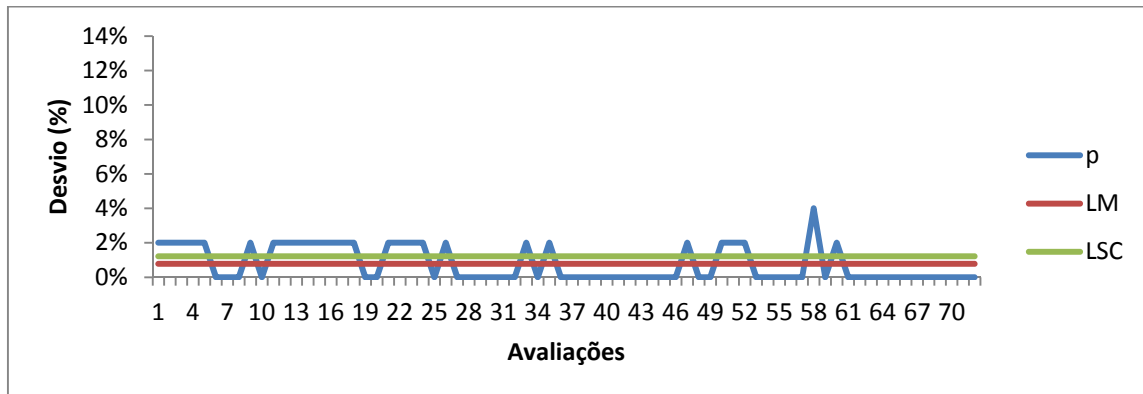


FIGURA 17: CARTA DE CONTROLE DO ITEM PROFUNDIDADE DE CORTE.

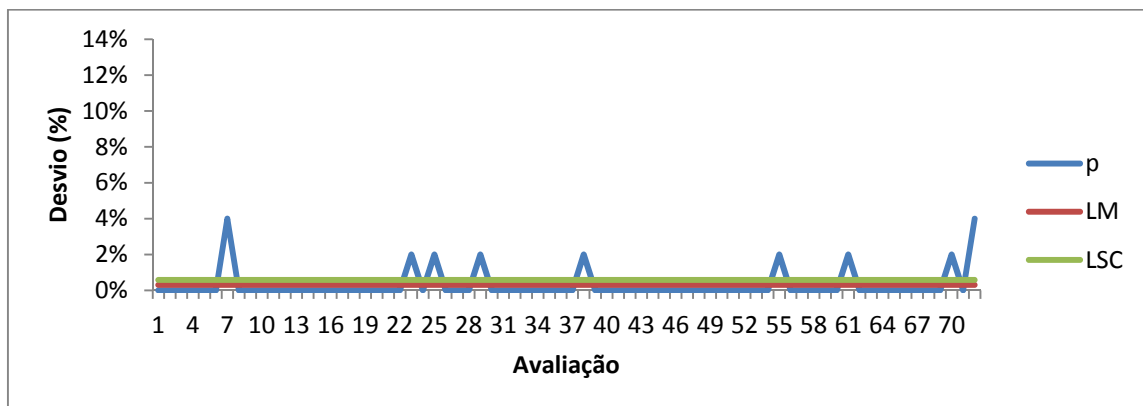


FIGURA 18: CARTA DE CONTROLE DO ITEM LARGURA DE ROMPIMENTO.

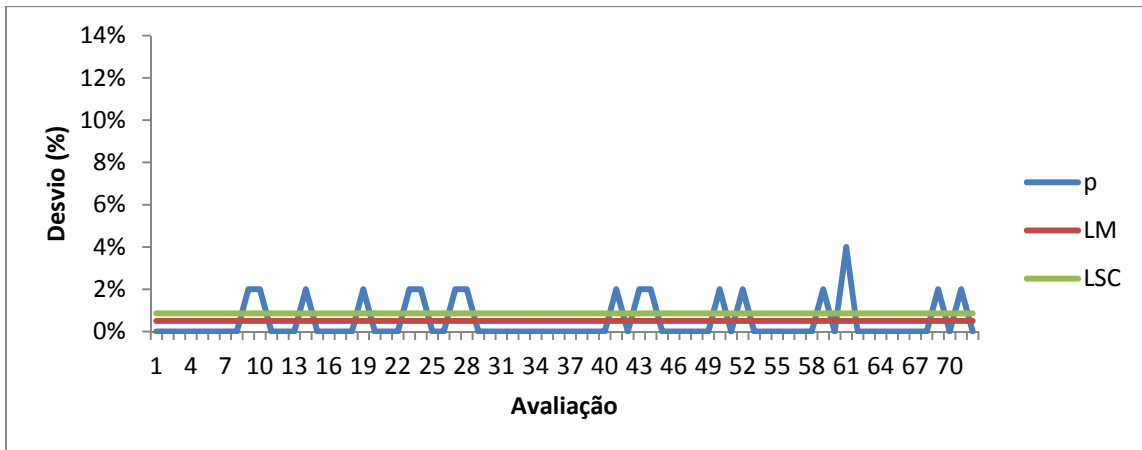


FIGURA 19: CARTA DE CONTROLE DO ITEM QUALIDADE DO ACABAMENTO DE LINHA.

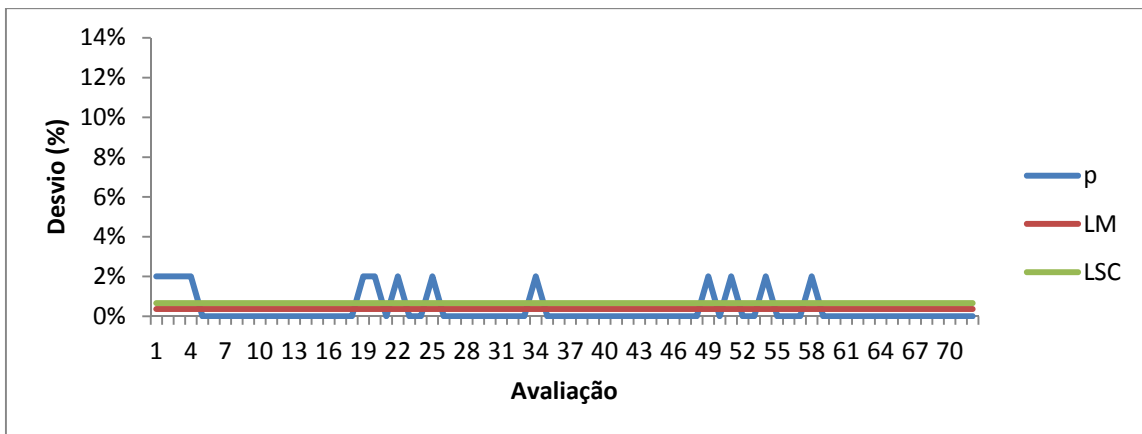


FIGURA 20: CARTA DE CONTROLE DO ITEM QUALIDADE DO PLANTIO.

De acordo com análise dos gráficos (Figura 17, 18, 19 e 20), todos os itens avaliados estão sob controle estatístico de processo e atendem ao padrão estabelecido pela empresa.

A Figura 21 representa graficamente, pela carta de média e amplitude o item de espaçamento entre linhas.

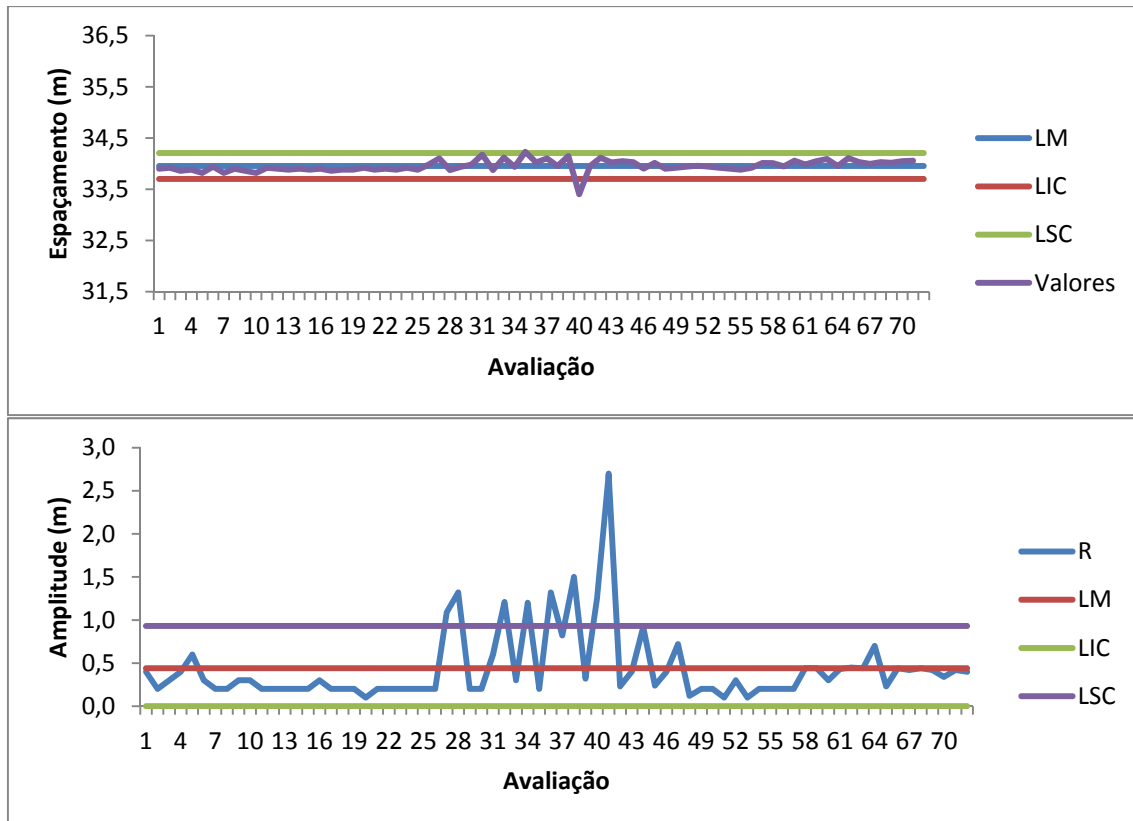
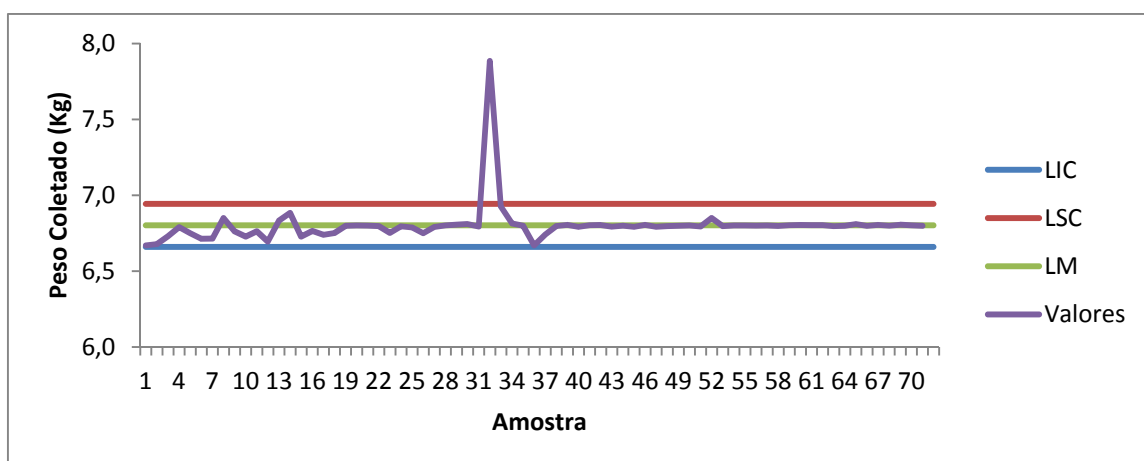


FIGURA 21: CARTA DE CONTROLE DO ITEM ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS. A) MÉDIA B) AMPLITUDE.

O espaçamento está sob controle estatístico de processo, apesar de apresentar alguns pontos fora do limite, devido se tratar de uma área de reforma e não se realizar no instante do preparo de solo o realinhamento, ou seja, os erros ocorridos no ciclo anterior continuarão no ciclo futuro.



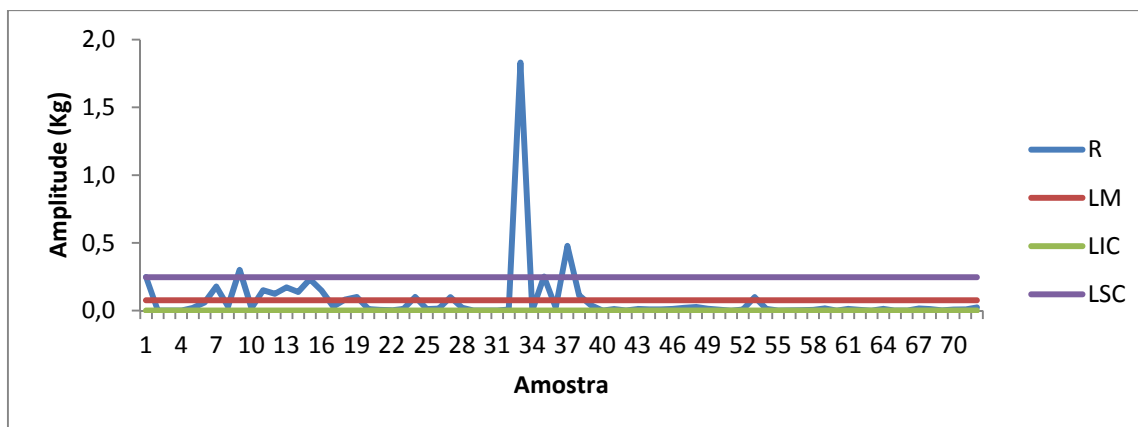


FIGURA 22: CARTA DE CONTROLE DO ITEM DOSAGEM. A) MÉDIA B) AMPLITUDE.

Através da interpretação da carta pode-se observar que o item dosagem está sob controle estatístico de processo.

Após a verificação e atestação quanto à acuracidade do controle de qualidade utilizado pela empresa, foram realizadas as mensurações de homogeneidade de plantio aos 180 dias, conforme a metodologia descrita anteriormente, nos mesmos talhões.

A homogeneidade de plantio é o reflexo das ações tomadas antes, durante e pós-plantio, ou seja, todo o manejo adotado na floresta, o que pode trazer resultados positivos ou negativos em termos da equalização da floresta, estando diretamente relacionado com produtividade das mesmas.

No ano de 2013 em uma área de reforma de 627,68 ha, o manejo foi realizado de forma criteriosa, onde não se permitiu atrasos operacionais ou desvios que comprometessem o desenvolvimento do projeto plantado. Diante de tal situação, a floresta apresentou uma uniformidade de plantio média de 85,17%, o que subsidiou a decisão de se utilizar este número como a meta para plantios futuros de homogeneidade de plantio, esperando-se com isto uma floresta de alta produtividade.

5.2. CORRELAÇÃO ENTRE CONFORMIDADE E HOMOGENEIDADE

No Quadro 1, pode-se observar os percentuais de conformidade das atividades realizadas por talhão, assim como os resultados de homogeneidade de plantio.

QUADRO 1: QUADRO DE RESUMO DE CONFORMIDADE POR ATIVIDADE/TALHÃO X HOMOGENEIDADE DE PLANTIO.

Atividade			Combate à Formigas Cortadeiras	Aplicação de Herbicida Mecanizada	Subsolagem com Fertilização	Plantio Manual	Adubação Manual	Capina Mecanizada Com Pré Emergente	Aplicação de Herbicida Manual	Média de Conformidade	Homogeneidade de Plantio
Projeto	Talhão	Área									
SMT 2014	73	58,60	100,00%	99,75%	98,36%		98,53%			99,16%	73,52%
SMT 2014	74	45,86	98,00%	99,75%	98,25%		98,00%			98,50%	68,27%
SMT 2014	75	43,74	100,00%	99,76%	95,64%		98,67%			98,52%	65,67%
SMT 2014	76	41,36	98,00%	99,82%	97,19%		99,00%			98,50%	83,21%
SMT 2014	77	35,53	95,00%	99,81%	97,12%	90,94%	98,23%			96,22%	75,05%
SMT 2014	78	26,23	98,00%	99,81%	96,66%	87,93%	98,00%			96,08%	81,24%
SMT 2014	79	30,58	98,00%	98,59%			97,60%	98,22%		98,10%	80,00%
SMT 2014	80	45,93	97,00%	99,84%	98,19%	96,65%	98,00%	97,18%		97,81%	83,02%
SMT 2014	81	29,19	98,00%	99,92%		97,39%	97,60%	97,53%	98,61%	98,18%	80,81%
SMT 2014	82	35,43	97,00%	99,88%	97,28%	96,99%	97,60%		97,83%	97,76%	85,81%
SMT 2014	83	28,35	97,00%	99,75%	98,19%	97,42%			97,27%	97,93%	78,94%
SMT 2014	84	26,36	96,00%	99,83%	99,85%		97,40%		97,97%	98,21%	84,67%
SMT 2014	85	41,49	98,00%	99,88%		96,43%	98,40%	97,92%		98,13%	84,63%
SMT 2014	86	15,47	98,00%	99,78%	97,37%	96,73%	97,60%	97,21%		97,78%	85,66%
Geral		504,12	97,71%	99,73%	97,65%	95,06%	98,05%	97,61%	97,92%	97,92%	79,32%

A tabela 2 apresenta os resultados da análise estatística. O valor expresso pelo p , do comparativo entre os percentuais médios de conformidade por talhão e os resultados do levantamento de uniformidade, foi de $p = -0,2134$, indicando que as séries têm pouca correlação e ainda apresentam sinais de inversão proporcional por apresentar coeficiente negativo.

TABELA 2: RESULTADOS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO LINEAR SIMPLES, CONFORMIDADE X HOMOGENEIDADE DE PLANTIO, REALIZADO NO BIOSTAT 2009 FOR WINDOWS.

Correlação de postos						
	K	Posto	K	Posto	Diferença	
						Coefficiente r de Spearman -0,3857
1	0,9916	15	0,7352	3	12	<i>Soma das diferenças quadráticas entre os postos</i> 776
2	0,9850	12	0,6827	2	10	<i>Valor de teste T para hipótese R = 0</i> -1,5074
3	0,9852	14	0,6567	1	13	<i>p-nível</i> 0,1556
4	0,9850	13	0,8321	11	2	Kendall-tau -0,2571
5	0,9622	2	0,7505	4	-2	<i>Contagem de inversões</i> 66
6	0,9608	1	0,8124	9	-8	<i>Z</i> 1,3362
7	0,9810	8	0,8000	7	1	<i>p-nível</i> 0,1815
8	0,9781	5	0,8302	10	-5	Gamma -0,2571
9	0,9818	10	0,8081	8	2	<i>Coefficiente de correlação de Pearson</i> -0,2134
10	0,9776	3	0,8581	15	-12	
11	0,9793	7	0,7894	5	2	
12	0,9821	11	0,8467	13	-2	
13	0,9813	9	0,8463	12	-3	
14	0,9778	4	0,8566	14	-10	
15	0,9792	6	0,7932	6	0	

Através da análise comparativa entre as duas séries, demonstrada na Figura 23, pode-se observar o comportamento indicado pelo Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, mostrando que não há uma lógica no comportamento entre os números ou valores percentuais analisados.

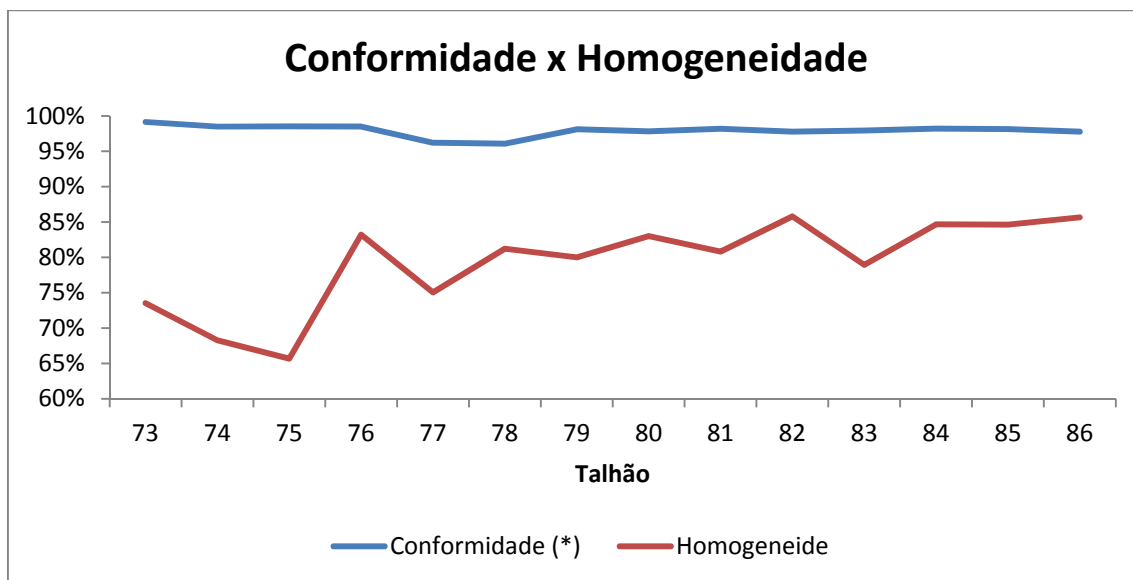


FIGURA 23: REPRESENTAÇÃO DO PERCENTUAL DE CONFORMIDADE POR TALHÃO X HOMOGENEIDADE DE PLANTIO AOS 180 DIAS.

(*) Valores Médios de Conformidade.

É importante considerar que o controle de qualidade tem por função garantir que os parâmetros operacionais estejam dentro de um padrão de conformidade, mas o mesmo não tem informações ou registros de manejo. Sabe-se que a forma que se maneja as florestas pode influenciar de forma significativa nos resultados de produtividade que se pode ter ao final do ciclo de plantio, principalmente o controle de matocompetição e pragas, aplicação de nutrientes e replantio, tem uma participação fundamental nos resultados, e todas dependem de monitoramentos, tomadas de decisão e realização em tempos ou prazos atendidos de forma rigorosa. É necessário ressaltar que o controle de qualidade é a ferramenta base para se obter todas as informações sobre processo, não conformidades e melhorias necessárias e por se tratar de uma execução diária pode ser utilizada como uma ferramenta de evidência e registro dos prazos de execução das atividades, considerando a interdependência de algumas operações, ou seja, são realizadas somente se outra for executada, como é o caso do plantio e a subsolagem com fertilização.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados e análises citados acima, pode-se concluir que:

- Não houve correlação entre as séries de dados analisadas da conformidade média dos talhões e os seus respectivos percentuais de homogeneidade de plantio aos 180 dias.
- A acuracidade do controle de qualidade foi atestada e atende às necessidades da empresa;
- As operações de Adubação Manual, Aplicação de Herbicida Manual, Aplicação de Herbicida Mecanizado, Combate à Formigas Cortadeiras, Coroamento, Plantio Manual e Subsolagem com Fertilização, estão sob controle estatístico de processo.
- Sugere-se a verificação ou estudo sobre o manejo realizado nos plantios até os 180 dias e correlacionar com as perdas de homogeneidade.
- Sugere-se a utilização do controle de qualidade como ferramenta de evidência e registro dos prazos de execução das atividades realizadas.

7. REFERÊNCIAS

BERGER, R., SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G, HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2002.

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total: no estilo Japonês**. Nova Lima: INDG, 2004. 256 p.

CHRISTINO, E. M. et al.. Aplicação de Cartas de Controle no Processo de Fabricação de Pisos Sólidos de Tauari (*Couratari oblongifolia*). **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 299-304, jul./set. 2010.

CORTIVO, Z.D. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Sequências Curtas de Produção e Análise Estatística de Processo Através do Planejamento Econômico**. Curitiba, PR. UFPR, 2005.

FERREIRA, D.F. **Estatística Básica**. Lavras, MG. Ed. UFLA, 2005.

FREITAS, M. Avaliação e controle de qualidade em florestas de *Eucalyptus*. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 91, 8 p., fev. 1980.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.171, p.1-11, 1989.

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

LIMA, L.L., NUNES, G.H.S., BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.14-17, jan-mar 2004.

RAMALHO, M.A.P. **Experimentação em Genética e Melhoramento de Plantas**. 2. ed. rev. e atual. Lavras, MG. Ed. UFLA, 2005.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221 p.

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.

TRINDADE, C. **Desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade para a atividade florestal**. 1993. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

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.