

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

RODRIGO ABRAMI MONTEIRO SILVA

**ESTUDO DE CASO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO :**
LEVANTAMENTO DA VARIAÇÃO DE ESPESSURA DE TÁBUAS DE PINUS

Itapeva – SP

2012

RODRIGO ABRAMI MONTEIRO SILVA

**ESTUDO DE CASO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO :
LEVANTAMENTO DA VARIAÇÃO DE ESPESSURA DE TÁBUAS DE PINUS**

Trabalho de Graduação apresentado no Campus Experimental de Itapeva - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira

Orientador: Prof. Dr. Glauca Aparecida Prates

Itapeva - SP
2012

Silva, Rodrigo Abrami Monteiro.

S586e Estudo de caso de Controle Estatístico de Processo:
levantamento de variação de espessura em tábuas de pinus / Rodrigo
Abrami Monteiro Silva. -- Itapeva, 2012

.49 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Industrial Madeireira)
- Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva,
2012

Orientador: Prof^a. Dr^a. Gláucia Aparecida Prates

Banca examinadora: Prof^a. Dr^a. Maristela Gava; Prof. Dr. Natal
Nerímio Regone

Inclui bibliografia

1. Controle de processo. 2. Controle de qualidade. 3. Serrarias.
I. Título. II. Itapeva - Curso de Engenharia Industrial Madeireira.

CDD 658.5

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS EXPERIMENTAL DE ITAPEVA

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO
LEVANTAMENTO DA VARIAÇÃO DE ESPESSURA EM TÁBUAS DE PINUS

RODRIGO ABRAMI MONTEIRO SILVA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO REQUISITO
COMO PARTE PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM**
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA

Prof. Dr. José Cláudio Caraschi
Coordenador de Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Glauca Aparecida Prates

Orientador – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Natal Nerímio Regone

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

Prof. Dr. Maristela Gava

Banca Examinadora – Campus Experimental de Itapeva/UNESP

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida e pela força concedida para a realização desse trabalho

Agradeço a minha mãe pela confiança e dedicação em todos esses anos, e a todos da minha família pela ajuda que recebi

A minha orientadora e amiga, professora Dra. Gláucia Prates, pela grande ajuda no trabalho.

As professoras, Dra. Cristiane Inácio de Campos e Dra. Juliana Cortez Barbosa pelo grande apoio na fase final do curso.

A todos que, de certa forma, contribuíram na conclusão de mais essa etapa.

RESUMO

Este trabalho de graduação aborda o estudo do Controle Estatístico de Processo – CEP, no processo de produção de tábuas de pinus em uma serraria no município de Buri - SP, tendo como objetivo utilizar a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar a capacidade do processo. Onde o processo necessita de melhorias já que não atende bem as especificações. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP. O presente estudo tem como método a utilização do estudo de caso. Os resultados são apresentados através do estudo das variações das espessuras e verificando a capacidade e estabilidade do processo utilizando os gráficos de controle XbarraR. O processo demonstrou a necessidade de melhorias no processo e na gestão da qualidade. Ao final do trabalho sugestões são apresentadas para melhorar o sistema de qualidade da empresa.

Palavras-chave: Qualidade. Controle Estatístico de Processo. Indústria madeireira.

ABSTRACT

This graduate work approaches the study of Statistical Process Control - SPC, in a stage production of an industrial frame, aiming to use the tool of statistical process control (SPC) to assess the process capability. Where the process needs improvement as well not meet the specifications. Assessing the needs that the company needs to improve quality management, and the difficulties they present during the implementation of the CEP. The present study is to use the method of case study. The results are presented through study, and checking the capacity and stability of the process using control charts XbarraR. The process demonstrated the need for improvements in process and quality management. At the end of the work are presented suggestions for improving the quality system of the company.

Keywords: Quality. Statistical Process Control. Lumber Industry. Frames

LISTA DE FIGURA

	Página
FIGURA 1 – Exemplo de gráfico de controle para médias	19
FIGURA 2 – Exemplo de gráfico de controle para amplitude	19
FIGURA 3 – Exemplo de histograma com cp menor que 1	26
FIGURA 4 – Exemplo de histograma com cp entre 1 e 1,33	26
FIGURA 5 – Exemplo de histograma com cp maior que 1,33	27
FIGURA 6 – Tábuas de 21m de espessura por 100mm de largura.....	32
FIGURA 7 – Tábuas com 250 e 150mm de largura, com 21mm de espessura ...	33
FIGURA 8 – Destaque de grande variação de espessura na mesma peça	33
FIGURA 9 – Gráfico de média para espessura de 21mm.....	38
FIGURA 10 – Gráfico de amplitude para espessura de 21mm.....	39
FIGURA 11 – Gráfico de média para espessura de 23mm.....	41
FIGURA 12 – Gráfico de amplitude para espessura 23mm.....	41
FIGURA 13 – Gráfico de média para espessura 25mm.	43
FIGURA 14 – Gráfico de amplitude para espessura 25mm.....	43

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Medidas de 20 amostras de espessura 21mm	34
TABELA 2 – Medidas de 20 amostras de espessura 23mm.....	35
TABELA 3 – Medidas de 20 amostras de espessura 25mm.....	36
TABELA 4 – Valores de limite inferior e superior para média e amplitude para espessura de 21mm.....	37
TABELA 5 – Valores de limite inferior e superior para média e amplitude para espessura de 23mm.....	40
TABELA 6 – Valores de limite inferior e superior para média e amplitude para espessura de 25mm.....	42

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO... ..	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. Definição de Qualidade	11
3.2. Histórico da Qualidade	12
3.2.1. A Era da Inspeção da Qualidade	12
3.2.2. Era do Controle Estatístico de Processo	13
3.2.3. Era da Garantia da Qualidade	13
3.2.4. Era da Gestão da Qualidade Total	15
3.3. Cartas de Controle e Gráficos	16
3.3.1. Tipos de Gráficos de Controle	17
3.4. CEP – Controle Estatístico de Processo.....	20
3.4.1. Vantagens e Desvantagens do CEP.....	21
3.5. Definição de Processo	22
3.5.1. Capacidade do Processo	23
3.5.2. Índices de Capacidade do Processo	24
3.6. Variabilidade	27
3.6.1. Causas Comuns	27
3.6.2. Causas Especiais	27
4. METODOLOGIA	28
4.1. Procedimento Metodológico	28

4.1.1. Problema	28
4.1.2. Implantação do Processo	29
4.1.3. Monitoração	29
4.2. Estudo de Caso	29
4.2.1. Empresa	29
4.3. Processo de Fabricação	
4.3.1. Layout.....	30
4.4. Controle de Qualidade	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1. Levantamento dos Níveis de Dimensão – Inspeção Dimensional	34
5.2. Avaliação XbarraR e para Espessura.....	37
5.3. Discussões Finais.	44
6. CONCLUSÃO.	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	47

1. INTRODUÇÃO

Historicamente qualidade sempre esteve presente no mundo, seu conceito, que no início era a busca pelo produto, hoje é de qualidade integrada, envolvendo vários fatores, e a forma de avaliação durante os anos mudou muito desde quando quem fabricava o produto avaliava o mesmo até os dias de hoje onde a inspeção de qualidade é feita por especialistas.

Ao longo dos anos várias abordagens sobre qualidade foram criadas e modificadas, um tema em constante evolução e é necessário ter um bom conhecimento para poder aplicá-la nas organizações para que funcione e não se torne apenas algo vago. Todos os envolvidos com o setor de qualidade devem entendê-la e saber diferenciar como utilizá-la em cada setor para assim ser bem aplicada.

Este trabalho de graduação aborda o estudo do Controle Estatístico de Processo – CEP, no processo de produção de tábuas de pinus, tendo como objetivo utilizar a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar a capacidade do processo.

O processo necessita de melhorias já que não atendem bem as especificações. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP.

O presente estudo tem como método a utilização do estudo de caso. Os dados são coletados no dia-a-dia e depois são utilizados para construir os gráficos de controle. Os resultados são apresentados através do estudo da variação nas medidas das espessuras, e verificando a capacidade e estabilidade do processo utilizando os gráficos de controle XbarraR.

O processo demonstrou a necessidade de melhorias no processo e na gestão da qualidade. Ao final do trabalho sugestões são apresentadas para melhorar o sistema de qualidade da empresa.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento estatístico do processo de produção de tábuas de pinus em uma serraria no município de Buri - SP utilizando a ferramenta de controle estatístico de processo (CEP) para avaliar o processo. Avaliando as necessidades que a empresa necessita para a melhoria da gestão da qualidade, bem como as dificuldades que apresentam durante a implantação do CEP.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Definição de Qualidade

Segundo Barçante (1998) a palavra qualidade tem diferentes definições para cada pesquisador, cada um buscando identificá-la pelo seu ramo de atuação:

- Juran: Qualidade é adequação ao uso.
- Ishikawa: Rápida percepção e satisfação das necessidades do mercado, adequação ao uso dos produtos e homogeneidade dos resultados do processo.
- Deming: Qualidade é sentir orgulho pelo trabalho bem feito. Aprimoramento da Qualidade eleva a produtividade.

Nada mais é que a busca pela conformidade e aceitação do produto perante o mercado para a organização sobreviver inicialmente e crescer obtendo melhores condições (BARÇANTE, 1998).

3.2. Histórico da Qualidade

Durante a história, principalmente no início da Revolução Industrial quando se criaram ferramentas de trabalho e dos sistemas de unidades de medidas tanto na Inglaterra Dale B. G. e Plunkett, J. J. (1990) quanto nos Estados Unidos da America Garvin, D. A. (1992), a qualidade evolui até hoje em basicamente quatro etapas da qualidade(BARÇANTE, 1998):

- Era da Inspeção: Qualidade com foco no produto
- Era do Controle Estatístico do Processo: Qualidade com foco no processo
- Era da Garantia da Qualidade: Qualidade com foco no sistema
- Era da Gestão da Qualidade Total: Qualidade com foco no negócio

Logo abaixo serão explicadas as 4 eras da qualidade:

3.2.1. A Era da Inspeção da Qualidade

Antigamente a qualidade era obtida de forma diferente onde os artesões e artífices eram os responsáveis pela fabricação do produto e por sua qualidade, pois nesta época a atividade industrial era em pequena escala (CARVALHO *et al*, 2005).

Com o surgimento da produção em escala e da industrialização, tornou-se necessário um sistema de medições onde um ou mais atributos eram inspecionados. Mas com o tempo esse sistema apresentou efeitos indesejáveis onde supervisores e operários davam ênfase a produtividade e não a qualidade.

Durante a primeira guerra mundial, com o aumento da produção em massa, nesta primeira era o inspetor de qualidade realização inspeções do produto em 100%. Em 1922 a atividade de inspeção passa a ser incorporada ao Controle de Qualidade o qual apenas tem como função a inspeção, mostrando os produtos não conformes (produtos fora das especificações e/ou defeitos) e os retirando sem nenhum estudo para melhorias.

3.2.2. Era do Controle Estatístico do Processo – Qualidade com foco no processo

Com o aumento da produção, e a inspeção 100% do tempo, tornando-se cara e ineficaz. Sendo assim a era da gestão corretiva, onde se identifica as causas e agindo sobre elas. Com isso o pilar dos erros que diz respeito à matéria-prima, equipamento e pessoal, nos quais podem apresentar causas, podendo afetar o desempenho do processo (BARÇANTE, 1998).

Segundo Rosário (2004) com a 2ª Grande Guerra Mundial, as organizações foram obrigadas a corrigir os erros da inspeção 100%, através de técnicas de amostragem com isso o CEP – Controle Estatístico de Processo, que é uma ferramenta estatística para avaliar o processo, apresentou grande crescimento. A partir deste ponto começa a surgir o controle de qualidade através de métodos estatísticos. Focando as variáveis do processo e buscando sua correção.

3.2.3. Era da Garantia da Qualidade – Qualidade com foco no sistema

Ainda com a 2ª Grande Guerra, todas as indústrias começam a dar prioridade aos produtos de uso militar, enquanto que os bens de consumo foram diminuídos. Com todos os países voltados para a guerra, a produção em massa era aumentada sem nenhuma restrição, enquanto que a qualidade dos produtos foi caindo devido a esse desespero de produção, pois tempos com aumento da

produção em massa sempre levam a baixa na qualidade (SOARES, 2001 *apud* ROSÁRIO, 2004).

Após o termino da 2ª Guerra mundial, os bens da população civil eram escassos, então a indústria começou a produzir em grande quantidade, para conseguir atender o mercado, mas a qualidade continuava em baixa (ROSÁRIO, 2004).

Durante os anos seguintes ocorrem grandes desenvolvimentos em vários setores, principalmente no setor tecnológico e industrial. Muitos produtos novos e tendências foram lançados no mercado, trazendo mudanças nos conceitos adotados e grande mudança na administração e na economia das empresas para atender esse mercado (LONGO, 1995).

Com essas mudanças Juran um estudioso de Qualidade, em 1951 propõe uma abordagem diferente à qualidade de produtos e serviços, levando em consideração custos de produção, retrabalho, mão-de-obra para reparo, perdas financeiras devido à insatisfação do cliente e os custos inevitáveis. Os custos inevitáveis foram associados à prevenção, inspeção e amostragem e outras atividades ligadas ao Controle de Qualidade. A prevenção passa a ser adotada, como uma forma positiva na gestão do processo produtivo, tendo grande aceitação pela diminuição de desperdícios (BARÇANTE, 1998).

Esta era é marcada principalmente pela nova adequação de Qualidade, levando em conta os novos conceitos como custo da qualidade, Controle Total da Qualidade, mas principalmente pelos custos da qualidade e pela busca da qualidade que foi esquecida no início devido à 2ª Guerra Mundial (BARÇANTE, 1998).

3.2.4. Era da Gestão da Qualidade Total – Qualidade com foco no negócio

Após alguns anos ocorre uma mudança na qualidade devido a necessidade de melhorias do processo e custos de produção. Esta no era é conhecida com era da gestão da qualidade total uma era que leva em consideração a Garantia da Qualidade, o Controle estatístico de Processo e a Inspeção, levando em consideração o cliente como fator principal para este novo modelo (XAVIER FILHO, 2008).

Nesta era o mundo reconhece a Qualidade como algo fundamental no sucesso competitivo da empresa e a Qualidade passa a ser integrada em todos os setores da empresa, como financeiro, administrativo, compras e outras atividades sendo conhecido como Gestão da qualidade (CARVALHO *et al*, 2005).

Por ser uma era caracterizada pelas rápidas mudanças e pelas influências do mundo, as empresas são obrigadas a buscar novas estratégias de mercado, para sobreviver e continuar competitiva (XAVIER FILHO, 2008).

Ainda segundo o autor dentro desta nova era as empresas que implantam este novo sistema de Qualidade em todos os setores, tem um produto com potencial competitivo no mercado.

De acordo com Rosário (2004), Ishikawa, um discípulo de Deming, lançou a idéia das sete ferramentas. Ele afirma que o uso dessas ferramentas resolve aproximadamente 95% dos problemas em qualquer organização. As sete ferramentas da qualidade são:

- Histograma;
- Diagrama de Pareto;

- Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa);
- Estratificação;
- Cartas e Gráficos de Controle;
- Diagrama de Correlação;
- Folha de Verificação.

Esta era permanece até hoje, uma era que busca pela qualidade em todos os níveis e pela melhoria continuada dos produtos e serviços, levando em conta o ser humano, o ambiente e as populações, inserindo as empresas no contexto social, econômico e ambiental. Tendo como conceito os clientes e os não clientes que também são afetados (ROSÁRIO, 2004).

3.3. Cartas de Controle e Gráficos

Segundo Kume (1993) a carta de controle é utilizada para determinar a estabilidade de um processo e para mantê-lo estável.

Na carta de controle aplicam-se dados de um determinado período de tempo, analisando o processo e procurando por dados fora da linha de controle ou procurando tendências, efetuando ações no processo quando necessário assim estabilizando o processo e verificando se o processo foi estabilizado.

Os gráficos são utilizados quando há mais de dois conjuntos de dados inter-relacionados, utilizando os gráficos para entender essas relações.

Muitos são os tipos de gráficos utilizados como o gráfico de barras, gráficos de linhas entre outros.

3.3.1. Tipos de Gráficos de Controle

Em 1924, Shewart, um estatístico americano apresentou os chamados Gráficos de Controle ou Cartas de Controle, como um método para a análise e ajuste da variação de um processo em função do tempo. Os gráficos de controle servem para monitoramento do processo, mostrando a ocorrência de um descontrole (presença de causas especiais) e a tendência dessa ocorrência, evitando as frustrações e os custos de interferências inadequadas sobre o processo (TOLEDO, 1987).

Segundo Torminato (2004) de um modo geral podemos dividir os Gráficos de Controle em dois grandes grupos:

- Gráficos de Controle para Variáveis;
- Gráficos de Controle para Atributos.

VARIÁVEIS: dados que podem ser medidos, ou sofrem variação contínua, tais como, resistência à tração dureza, uma dimensão, comprimento, espessura e largura etc.

Gráficos de Controle por Variáveis

Se a variável a ser controlada é uma variável contínua, como por exemplo o volume de leite em um saquinho, o usual é monitorar o processo por um par de gráficos de controle: um para monitorar a centralidade e outro para monitorar a dispersão da variável (COSTA, 2004).

Os gráficos de controle exibem três linhas paralelas ao eixo x:

- Linha Central: representa o valor médio do característico de qualidade exigido.
- Linha Superior: representa o limite superior de controle (LSC).
- Linha Inferior: representa o limite inferior de controle (LIC).

A linha média (lm) para o gráfico de X é localizada na média de X e os limites de controle para o gráfico são pelo desvio padrão dessa média, segundo as fórmulas abaixo:

$$u_x \pm 3\sigma$$

$$LSC_x = \mu_x + 3\sigma$$

$$LM_x = \mu_x$$

$$LIC_x = \mu_x - 3\sigma$$

Os limites de controle com três desvios padrão de afastamento em relação à linha média (limite de três sigma) foram propostos por Shewart, que se baseou no seguinte lema: “se o processo estiver em controle, evite ajustes desnecessários, que só tendem a aumentar a sua variabilidade” (COSTA, 2004). A seguir exemplos de gráficos de controle (figura 1 e 2).



Figura 1 – Exemplo de gráfico de controle para médias

Fonte: Campos e Rocha (2009)

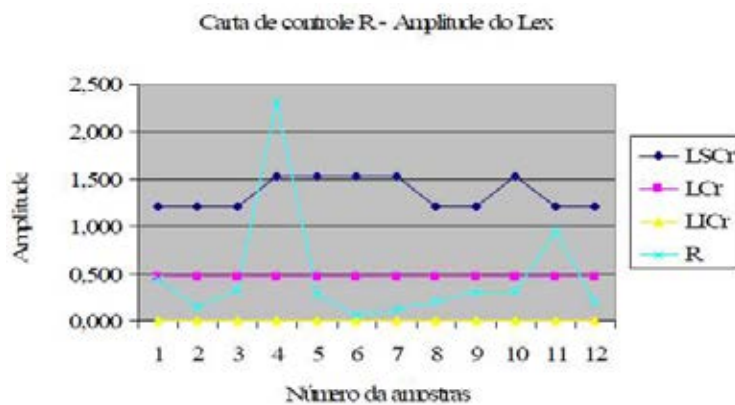


Figura 2 – Exemplo de gráfico de controle para amplitude.

Fonte: Campos e Rocha (2009)

ATRIBUTOS: dados que só podem ser contados ou classificados, tais como, conforme/não conforme, claro/escuro, com trinca/sem trinca, ou seja, estudam números e proporções.

3.4. CEP – Controle Estatístico de Processo

O CEP – Controle Estatístico de Processo é uma ferramenta da Gestão da Qualidade tem como idéia principal que melhores processos com menos variabilidade propiciam níveis melhores de qualidade na produção. Quando se fala de melhores processos e assim consequentemente melhores produtos isso implica diretamente em menores custos, pois quando se tem controle melhor do processo, menor e a variabilidade das não conformidades e menores são os rejeitos (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Segundo Campos e Rocha (2009) o CEP permite que ações corretivas sejam realizadas antes que não-conformidades ocorram, responde à pergunta se o processo está funcionando como deveria ou se está fora das especificações de qualidade. Executa ações apropriadas para obter e manter um estado de controle estatístico.

Quando se fala em CEP a estatística é um fator importante, pois em uma fabrica realizar a inspeção a 100% ocasiona altos custos e resultados ineficientes, devido à dificuldade de manter o operador 100% do tempo em alerta. Por isso a amostragem do processo condiz melhor com os reais valores, com custos menores (CAMPOS; ROCHA, 2009).

Para Kume (1993) vários são os fatores que ocasionam a variação da qualidade, mas nem todos afetam a qualidade com a mesma intensidade. Para isso o CEP realiza um levantamento estatístico do processo com a ajuda de cartas de controle e gráficos, procurando nos gráficos por padrões que possam estar ocorrendo no processo, descobrindo quais são os erros significativos que geram grandes perdas e os erros menos significativos assim podendo atuar nos erros que realmente importam ao processo, melhorando assim o processo, proporcionando melhor controle do processo, garantindo a qualidade e gerando menores custos.

O controle Estatístico de Processo age também no Controle de Qualidade, ou seja, através da inspeção por amostragem, atuando na prevenção de defeitos, pois busca a melhoria do processo, diminuindo os erros (KUME, 1993).

Para utilizar o CEP diversas ferramentas são adotadas para a pesquisa, coleta de dados e análise das informações, são elas:

- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito
- Estratificação
- Cartas de Controle e Gráficos
- Diagrama de Correlação
- Folha de Verificação

Todas essas ferramentas são necessárias para poder Implantar O CEP, fazendo uma análise precisa e correta da amostragem realizada (KUME, 1993).

3.4.1.Vantagens e Desvantagens do CEP

Assim como todo método o CEP possui vantagens e desvantagens.

A lista abaixo mostra as principais vantagens da aplicação do CEP segundo Soares (2001 *apud* Rosário, 2004):

- Melhoria da qualidade, melhor conhecimento do processo e onde introduzir melhorias;
- Aumento da produção sob condições ótimas de produção;
- Redução do custo por unidade;

- Redução do nível de defeituosos;
- Redução de refugo/retrabalho;
- Economia no uso de materiais;
- Redução dos gargalos de produção;
- Avaliação científica das tolerâncias, ações baseadas em fatos e não em suposições;
- Redução de inspeção em fim de linha de produção;
- Manutenção da eficiência operacional, eliminação de ajustes desnecessários;
- Conscientização a respeito da qualidade, motivação dos recursos humanos;
- Redução de atrasos de produção;
- Baixo número de reclamações do consumidor.

As desvantagens da aplicação do CEP descritas por Soares (2001 *apud* Rosário, 2004):

são evidenciadas logo abaixo:

- Não indica condições de instabilidade do processo;
- Não separa causas comuns de causas especiais, podendo gerar ações incorretas e custos decorrentes;
- Se utilizado em processos não capazes pode piorar ainda mais o desempenho dos mesmos;

- Dificuldade maior quanto à sua interpretação, uma vez que os pontos fora de controle não revelam especificamente qual ou quais variáveis, ou a combinação delas, causam o problema.

As desvantagens de implantação do CEP estão associadas às causas dos insucessos de uma implantação mal sucedida, ou seja, desde que ele seja bem implantado, o resultado apresenta lucros e os efeitos colaterais maléficis não são significativos (SOARES, 2001 *apud* ROSARIO, 2004).

3.5. Definição de processo

Para seguir em frente a definição de processo é necessária para assim poder avaliar a capacidade no tópico 3.5.1.

Processo é um conjunto de causas (que provoca um ou mais efeitos). Uma empresa é um processo e dentro dela existem vários processos: não só processos de manufaturas (FALCONI, 1994).

3.5.1. Capacidade do Processo

O estudo da Capacidade de um processo refere-se à capacidade que este tem em produzir produtos que atendam as especificações de projeto e conseqüentemente, possam satisfazer as necessidades dos clientes quanto ao nível de qualidade esperada (ROSARIO, 2004).

Essa capacidade depende da variabilidade do processo, portanto, ela não está vinculada apenas a presença ou ausência de causas especiais (uma vez que o processo, mesmo na ausência de causas especiais, já possui uma variabilidade natural), embora seja evidente que desajustes e/ou falta de estabilidade do processo

(provocados por causas especiais) reduzem sua capacidade e aumentam o número de itens não conformes produzidos (COSTA, 2004).

Para Sommer (2000 *apud* Rosário 2004), a capacidade de um processo envolve a comparação dos “Limites Naturais” do processo com os “Limites Especificados”, sendo através desta comparação, classificado o processo quanto a sua capacidade em:

- Processo Capaz: quando o resultado das medições encontra-se dentro dos limites de especificações de projeto, ou seja, estatisticamente não estão sendo produzidos produtos defeituosos.
- Processo Não-Capaz: quando o resultado das medições revela itens fora dos limites das especificações de projeto, ou seja, estatisticamente existem indicações que estão sendo produzidos produtos defeituosos.

3.5.2. Índices de Capacidade de Processo

Existem alguns índices ou coeficientes usados em relação à capacidade do processo. O Cpk é o coeficiente de capacidade efetiva do processo. O Cp é o coeficiente de capacidade potencial do processo. O Cpk e Cp são muito utilizados em processos técnicos e raramente em processos administrativos, de serviços ou transações (WILSON, 1999 *apud* ROSARIO, 2004).

Ainda segundo o autor, capacidade potencial do processo Cp é definida pela razão entre a dispersão permitida e a dispersão real. A dispersão permitida ou de especificação é a diferença entre o limite de Controle Superior (LCS) e o Limite de Controle Inferior (LCI) (WILSON, 1999 *apud* ROSARIO, 2004).

A verificação da capacidade de processo em atender com segurança as especificações foi demonstrada pelo cálculo do parâmetro Cpk definido pelas equações segundo Rosário (2004):

$C_p = \text{LCS} - \text{LCI} / 6 \times S = \text{Especificação} / \text{Dispersão}$

$C_{pk} = \text{Min} \{ \mu - \text{LCS} / 3\sigma \text{ ou } \text{LCI} - \mu / 3\sigma \}$

Sendo:

LCS – Limite de Controle Superior

LCI – Limite de Controle Inferior

σ - desvio padrão

μ - valor medido do processo

Equações segundo Costa (2004):

$C_p = \text{LSE} - \text{LIE} / 6\sigma$

$C_{pk} = \text{LSE} - \mu / 3\sigma, \mu - \text{LIE} / 3\sigma$

$C_{pm} = \text{LSE} - \text{LIE} / 6\sqrt{(\sigma^2 + (d - \mu)^2)}$

Sendo:

LSE – Limite Superior de Especificação

LIE – Limite Inferior de Especificação

σ - desvio padrão

μ - valor medido do processo

Segundo Costa (2004), quanto maior for o valor do ICP, melhor o processo estará atendendo as especificações. O processo pode ser classificado em três tipos:

Cp menor que 1: processo incapaz, conforme figura 3.

Cp igual a 1 e menor ou igual 1,33: processo razoavelmente capaz, conforme figura 4.

Cp maior que 1,33: Processo capaz, conforme figura 5.

O índice Cpk avalia a distância da média do processo aos limites da especificação, tomando aquela que for menor, e, portanto, mais crítica em termos de chances de serem produzidos itens fora de especificação (LIMA *et al*, 2000).

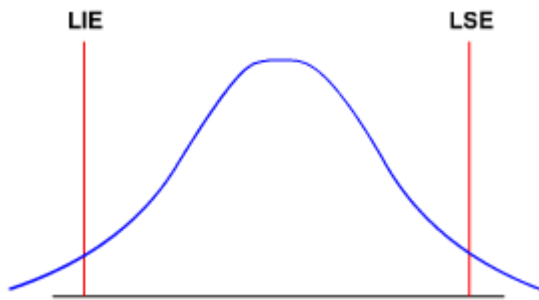


Figura 3 – Exemplo de histograma com cp menor que 1

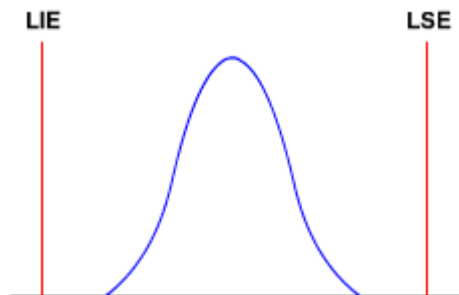


Figura 4 – Exemplo de histograma com cp entre 1 e 1,33

Fonte:Costa (2004)



Figura 5 – exemplo de histograma com cp maior que 1,33

Fonte:Costa (2004)

3.6. Variabilidade

Quando do surgimento de problemas, a ação deve ser no processo (causa) que gerou o defeito e não no produto (efeito) em si (TORMINATO, 2004).

3.6.1. Causas Comuns

Causa comum é definida como uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais do processo. É resultante de diversas origens, sem que nenhuma tenha predominância sobre a outra. Um processo é dito sob controle, ou estatisticamente estável, quando somente causas comuns estiverem presentes e controladas (TORMINATO, 2004).

3.6.2. Causas Especiais

As causas especiais, esporádicas, aleatórias ou, ainda, assinaláveis são fatores geradores de variações que afetam o comportamento do processo de

maneira imprevisível, e não podem ser adequadamente explicadas, onde não se é possível obter um padrão.

A causa esporádica diferencia-se da causa comum pelo fato de produzir resultados totalmente discrepantes em relação aos demais valores.

Estas variações aleatórias são produzidas pelas interações entre mão-de-obra, máquinas, materiais e métodos. Exemplos de causas especiais são: desregulagem ocasional da máquina, um lote de matéria-prima com problema, quebra de uma ferramenta e outras (TORMINATO, 2004).

4. METODOLOGIA

4.1. Procedimento Metodológico

Para atingir os objetivos deste trabalho, utilizou-se do método de estudo de caso dentro da empresa Cevipa Madeireira, utilizando do controle estatístico do processo, para melhor visualização das causas e controle do processo.

4.1.1. Problema

A empresa em questão, em atuação há apenas dois anos, nunca utilizou uma ferramenta de controle do processo. No entanto, apresenta, em seu processo produtivo, defeitos como a grande variação nas medidas dos produtos, além de alguns defeitos provenientes da matéria prima, como a grande quantidade de nós.

4.1.2. Implantação do Processo

A implantação do CEP na empresa ocorreu de forma simples. Foram recolhidas amostras, e suas dimensões foram medidas com a utilização de um paquímetro para a análise estatística de variação através de gráficos.

Com isso, após verificar a grande variação nessas medidas, o ajuste das máquinas começou a ser feito com maior frequência, evitando assim, diferenças ainda maiores.

4.1.3. Monitoração

Para a realização deste trabalho, foi monitorado durante o mês de Fevereiro de 2012, o processo de produção de tábuas, onde avaliou-se os níveis de variação nas medidas das mesmas.

4.2. Estudo de Caso

4.2.1. Empresa

A serraria em questão, localizada no município de Buri - SP, conta com 13 funcionários no setor produtivo, 2 no setor administrativo e mais 4 no transporte. O produto principal são as tábuas, mas a empresa também produz pranchas e pontaletes, todos produzidos com pinus.

O mercado de atuação é todo nacional, tendo como maior consumidor o estado de São Paulo, embora parte da produção seja destinada a outros estados, com destaque para Minas Gerais e Piauí.

Produção

A capacidade produtiva da empresa é de 1.000 metros cúbicos mensais, tendo em média 9% de madeira de segunda classe, que são aproveitamentos das costaneiras.

Os valores diários de produção variam muito e dependem de diversos fatores como a qualidade da matéria prima, a manutenção das máquinas, visto que ocorrem paradas para a manutenção corretiva, diâmetro das toras, entre outros.

4.3. Processo de fabricação

O processo produtivo possui uma linha de serragem, simples, contando com apenas 4 máquinas de corte, sendo duas de serra fita e duas com serras circulares.

4.3.1. Layout

- Carrinho Pneumático: Máquina de serra fita vertical onde é feito o primeiro corte na tora, eliminando as costaneiras e fazendo bloco da madeira, dividindo depois as toras em fatias de duas ou três tábuas.
- Refiladeira: Serra circular múltipla, para retirar os refilos e ajustar as tábuas nas suas devidas larguras, aproveitando ao máximo a tora. Além disso, na refiladeira é feito o aproveitamento da costaneira.
- Desdobro: Máquina com dois cabeçotes com serra fita horizontal, que divide o bloco retirado no carrinho, e já refilado, em tábuas.
- Destopadeira: Duas serras circulares distanciadas de 3 metros, onde é feito o corte final que determina o comprimento das peças.

- **Banho Químico:** Mistura aquosa de fungicida, para o tratamento da madeira. Após serem banhadas as peças estão prontas para serem empacotadas e transportadas, ou se for o caso, depois de um dia, podem ser levadas ao varal para a secagem.

4.4. Controle de qualidade

O controle de qualidade é feito por inspeção dimensional e, principalmente, por inspeção visual das peças, apenas para verificar se há grande variação nas medidas, principalmente se essa variação for negativa, já que uma espessura muito abaixo da estabelecida não agrada ao consumidor.

Embora a maior preocupação seja com a variação negativa, ou também a variação de espessura em pontos diferentes em uma mesma peça, visando a qualidade do produto, também existe uma preocupação com as peças muito espessas, o que acarreta em perda no processo.

Os defeitos da madeira, como o caso dos nós, são irrelevantes para este tipo de produto, portanto não é feita uma inspeção para verificar esses tipos de defeito.

As figuras 6, 7 e 8 mostram a variação na espessura que pode ocorrer nas tábuas de 21mm de espessura, independentemente da largura da peça.



Figura 6 – Tábuas de 21mm de espessura por 100mm de largura.



Figura 7 – Tábuas com 250 e 150mm de largura, com 21mm de espessura.

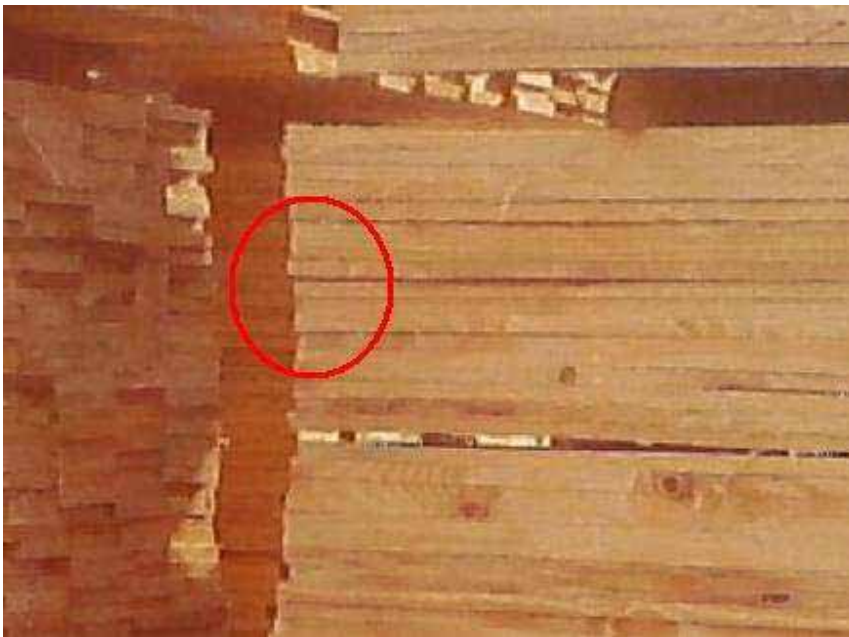


Figura 8 – Destaque de grande variação na espessura de uma mesma peça.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Levantamento dos Níveis de Dimensão – Inspeção Dimensional

Com a ajuda dos gráficos de controle XbarraR e o histograma pode-se verificar essas especificações do produto, assim pode-se saber se o processo está sob controle.

Na empresa que foi realizado o trabalho, durante mês foram produzidas peças serradas, as quais variam em espessura e largura, para isso logo abaixo é demonstrado uma tabela com espessura do produto de pinus de 21mm.

Amostra	Medida 1	Medida 2	Medida 3
1	21,5	21,2	18,9
2	20,2	21,1	21,1
3	20,1	22,1	21,2
4	20,2	20,1	20,4
5	21,9	22,0	22,0
6	21,1	21,4	21,3
7	22,8	23,0	22,9
8	20,1	22,1	22,0
9	21,2	23,1	23,0
10	23,1	23,1	23,1
11	23,0	23,1	22,5
12	23,9	24,8	24,2
13	23,3	23,2	23,3
14	23,4	23,4	23,5
15	24,2	26,2	24,1
16	19,9	21,4	20,9
17	21,1	21,7	21,0
18	22,2	22,2	22,0
19	16,3	20,8	21,3
20	22,0	21,9	21,9

Tabela 1 – Medidas de 20 amostras de espessura 21mm.

A tabela seguinte mostra os valores das medidas para as peças com 23mm de espessura.

Amostra	Medida 1	Medida 2	Medida 3
1	20,1	21,3	21,0
2	22,8	22,5	21,2
3	21,9	22,1	22,2
4	22,2	22,2	22,2
5	21,3	22,9	23,1
6	22,5	22,5	22,4
7	23,1	21,3	21,6
8	22,0	22,1	22,1
9	21,3	21,2	19,8
10	24	24,2	24,2
11	23,7	23,2	23,1
12	22,8	22,9	23,4
13	23,2	23,0	23,0
14	21,6	23,1	23,1
15	23,0	23,0	22,9
16	21,6	21,7	22,9
17	21,0	21,0	20,8
18	23,5	23,6	23,6
19	23,1	23,1	23,7
20	21,9	22,1	22,0

Tabela 2 – Medidas de 20 amostras de espessura 23mm.

Amostra	Medida 1	Medida 2	Medida 3
1	26,7	26,0	26,2
2	26,1	26,4	26,8
3	26,9	26,3	27,6
4	25,0	24,2	25,5
5	26,2	27,2	27,2
6	26,1	26,8	26,5
7	25,1	26,1	26,3
8	24,4	26,1	26,1
9	20,4	20,5	20,8
10	23,2	24,8	24,9
11	27,5	27,5	27,3
12	24,0	23,9	23,8
13	25,0	26,5	25,1
14	25,2	25,3	25,2
15	25	25,1	25,4
16	25,8	25,8	26,9
17	22,9	25,9	25,3
18	25,1	25,5	25,6
19	24,3	25,8	25,9
20	26,0	25,7	26,7

Tabela3 – Medidas de 20 amostras de espessura 25mm.

5.2. Avaliação XbarraR para Espessura

Amostra	Média	Amplitude	LI - A	C - A	LS - A	LI - M	C - M	LS - M
1	20,53333	2,6	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
2	20,8	0,9	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
3	21,13333	2	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
4	20,23333	0,3	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
5	21,96667	0,1	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
6	21,26667	0,3	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
7	22,9	0,2	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
8	21,4	2	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
9	22,43333	1,9	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
10	23,1	0	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
11	22,86667	0,6	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
12	24,3	0,9	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
13	23,26667	0,1	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
14	23,43333	0,1	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
15	24,83333	2,1	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
16	20,73333	1,5	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
17	21,26667	0,7	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
18	22,13333	0,2	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
19	19,46667	5	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484
20	21,93333	0,1	0	1,08	2,781	20,89516	22	23,10484

Tabela 4 – Valores de limite inferior e superior para Amplitude e Média para a espessura de 21mm.

A figura 9 mostra um gráfico para os valores do limite inferior, limite superior, e média das medidas apresentadas para a espessura de 21mm e, como pode-se observar existe um grande número de amostras fora desse limite, o que implica numa variação considerável de medidas entre amostras.

Além da grande variação pode-se observar também que o valor médio não é o valor esperado para a espessura, que seria de 21mm, sendo na verdade de 22mm na média.

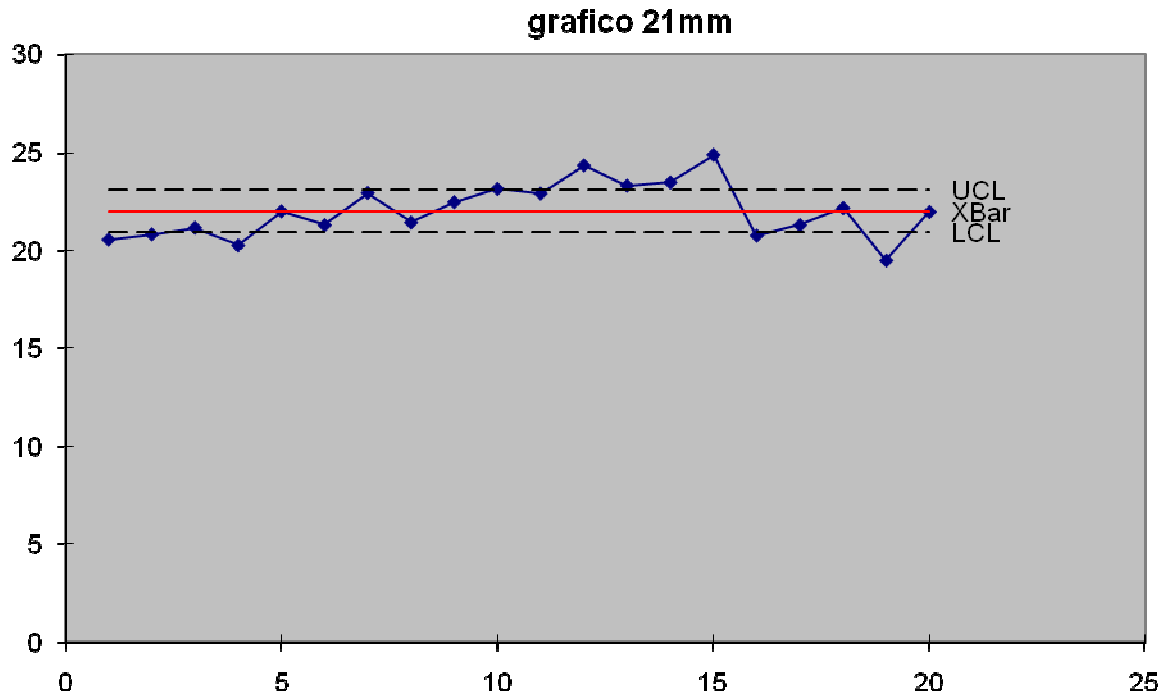


Figura 9 – Gráfico de média para a espessura de 21mm.

Foi também feito um gráfico para os valores de amplitude, incluindo limite inferior e limite superior, como mostra a figura 10. Nesse caso, somente uma amostra está fora do limite, o que implica numa menor variação dentro da mesma peça.

Sendo assim foi constatado que embora haja uma grande variação nas medidas de uma peça para outra, dentro de uma mesma peça a espessura é mais homogênea.

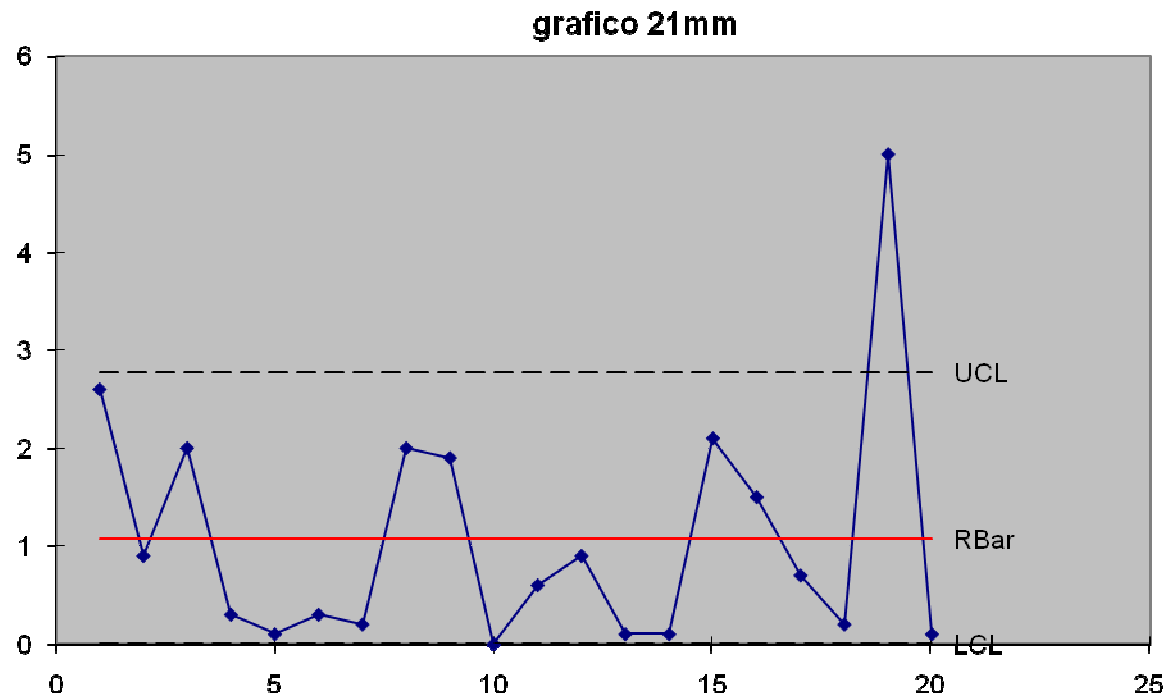


Figura 10 – Gráfico de amplitude para espessura de 21mm.

Os mesmos procedimentos foram tomados para as espessuras de 23mm e 25mm. A tabela 5 mostra os valores de média e amplitude e seus limites inferiores e superiores para a espessura de 23mm.

Amostra	Média	Amplitude	LI - M	C - M	LS - M	LI - M	C - M	LS - M
1	20,8	1,2	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
2	22,16667	1,6	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
3	22,06667	0,3	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
4	22,2	0	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
5	22,43333	1,8	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
6	22,46667	0,1	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
7	22	1,8	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
8	22,06667	0,1	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
9	20,76667	1,5	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
10	24,13333	0,2	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
11	23,33333	0,6	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
12	23,03333	0,6	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
13	23,06667	0,2	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
14	22,6	1,5	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
15	22,96667	0,1	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
16	22,06667	1,3	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
17	20,93333	0,2	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
18	23,56667	0,1	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
19	23,3	0,6	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443
20	22	0,2	0	0,7	1,8025	21,68223	22,39833	23,11443

Tabela 5 – Valores de limite inferior e limite superior para média e amplitude das espessuras de 23mm.

Para a espessura de 23mm, alguns valores médios estão fora do limite assim como no caso anterior, como mostra a figura 11. Já no gráfico de amplitude mostrado na figura 12, nenhuma amostra está fora, apesar de um bom número estar no limite. Isso mostra que a variação de medidas entre peças continua considerável, embora diferentes medidas de espessura dentro de uma mesma amostra não diferem estatisticamente.

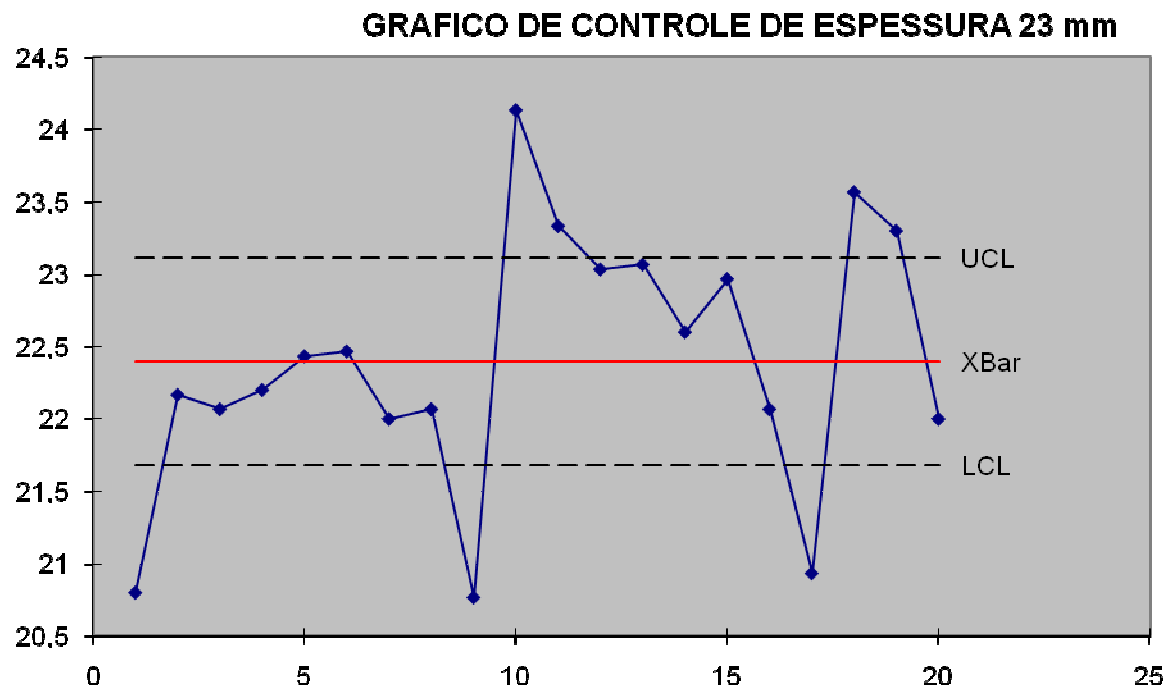


Figura 11 – Gráfico da média para espessura de 23mm.

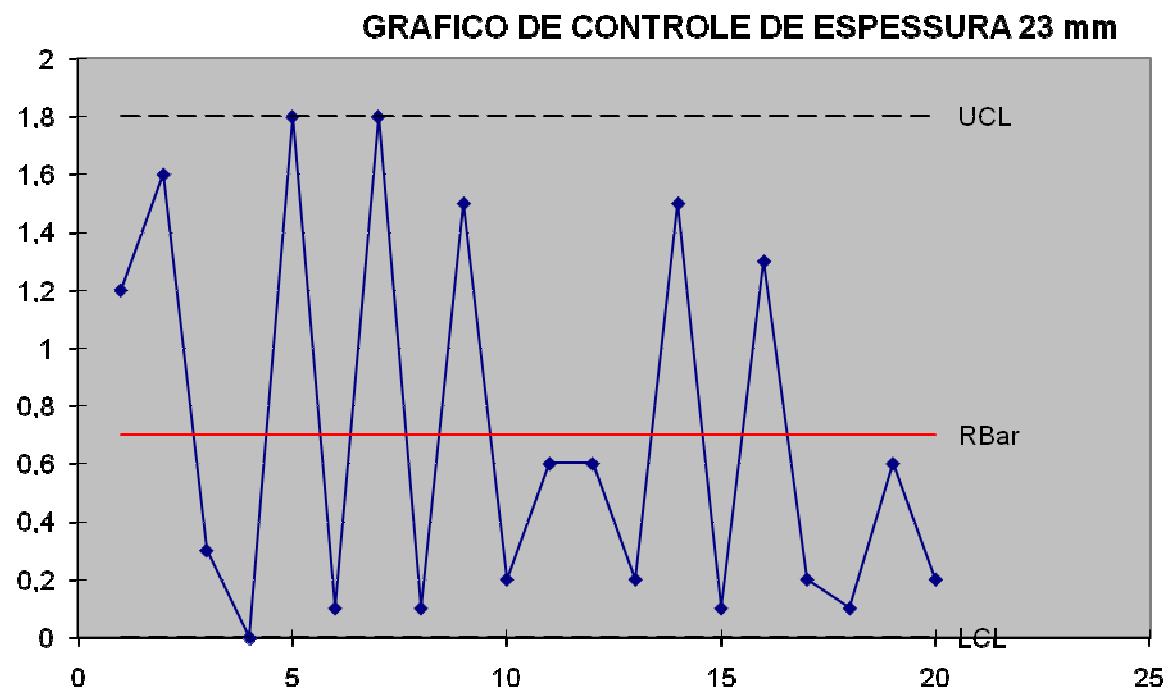


Figura 12 – Gráfico de amplitude para espessura de 23mm.

A última espessura analisada foi a de 25mm. A tabela 6 apresenta os valores de limite inferior e superior para as médias, e limite inferior e limite inferior para os valores de amplitude.

A figura 13, que apresenta o gráfico da média das medidas, mostra que, para essa espessura, a variação entre as peças é menor, porém ainda ocorrem medidas fora do limite.

Para as amplitudes, assim como no primeiro caso, apenas uma amostra está fora do limite, confirmando que cada peça tem uma homogeneidade na espessura mas que, de uma peça para outra existe uma variação, conforme mostra a figura 14.

Amostra	Média	Amplitude	LI - A	C - A	LS - A	LI - M	C - M	LS - M
1	26,3	0,7	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
2	26,43333	0,7	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
3	26,93333	1,3	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
4	24,9	1,3	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
5	26,86667	1	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
6	26,46667	0,7	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
7	25,83333	1,2	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
8	25,53333	1,7	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
9	20,56667	0,4	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
10	24,3	1,7	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
11	27,43333	0,2	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
12	23,9	0,2	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
13	25,53333	1,5	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
14	25,23333	0,1	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
15	25,16667	0,4	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
16	26,16667	1,1	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
17	24,7	3	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
18	25,4	0,5	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
19	25,33333	1,6	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501
20	26,13333	1	0	1,015	2,613625	24,41832	25,45667	26,49501

Tabela 6 – Valores de limite inferior e limite superior para média e amplitude para espessuras de 25mm.

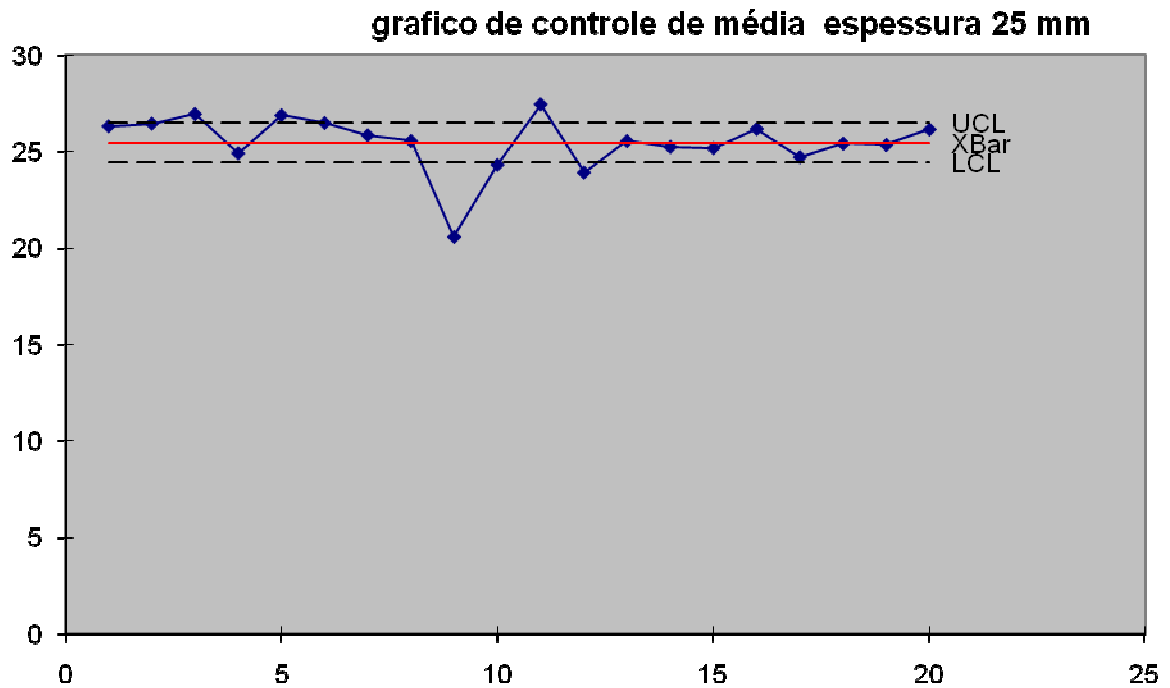


Figura 13 – Gráfico com as médias para espessura de 25mm.

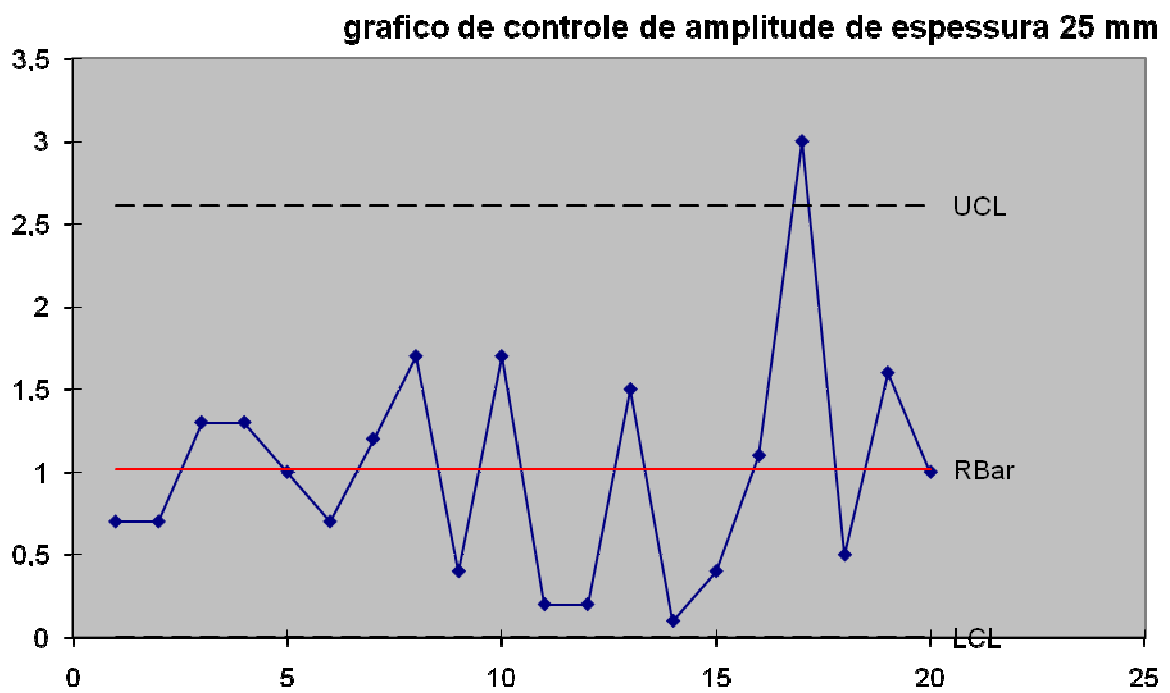


Figura 14 – Gráfico de amplitude para espessura de 25mm.

5.2. Discussões Finais

Os gráficos de controle mostram que existe uma grande variação nas espessuras de uma peça para outra. Isso, na prática, implica numa qualidade menor, o que acarreta em perda de concorrência e até perda no processo.

Essa ferramenta será usada para corrigir eventuais problemas e evitar que aconteçam novamente, para isso deve-se fazer um acompanhamento contínuo no processo e corrigir as falhas.

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar os níveis de qualidade do processo de produção de tábuas em uma serraria de pinus, de modo a identificar através de controle estatístico, o grau de variação nas medidas e os problemas existentes no processo produtivo na empresa a fim de melhorar o processo.

A ferramenta CEP utilizada na empresa mostra-se ineficiente e necessita de melhorias na sua implantação e com isso controlar o processo trazendo melhorias para a empresa. A empresa necessita de uma mudança cultural, para que o CEP, como outras ferramentas da qualidade, sejam aceitas e utilizadas de maneira correta.

Os gráficos mostraram uma grande variação nas medidas entre as peças, além de uma diferença considerável entre a média das medidas e a medida desejada.

Caso não ocorram mudanças de postura em relação à política de qualidade da empresa, os processos podem não atender mais as especificações do mercado levando assim a perdas de concorrência, pois as empresas buscam cada dia mais a eficiência do processo e a qualidade total do produto.

O estudo de caso também avaliou as necessidades para que O CEP possa funcionar corretamente na empresa, necessitando de algumas mudanças para que assim, seja uma ferramenta adequada no controle de processo.

A grande variação entre as medidas pode estar relacionada a várias causas, podendo ser pessoal ou, principalmente, pelas máquinas que já estão com certo tempo de uso.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARÇANTE, L. C. **Qualidade Total, uma visão brasileira**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total no estilo japonês** 8. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 2004

CAMPOS, R. V. M.; ROCHA, R. P. O Controle Estatístico de Processos (CEP) para o monitoramento da qualidade do farelo de soja no processo do óleo de soja na empresa CAC. In: **IV Encontro de Produção Científica e Tecnológica**, 4, 2009, Campo Mourão – PR. *Anais...* Campo Mourão: NUPEM, 2009, 13p.

Disponível em:

<http://www.fecilcam.br/nupem/anais_iv_epct/PDF/engenharias/06_CAMPOS_ROCHA.pdf>. Acesso em: 12 set 2010.

CARVALHO, M.M. et al. **Gestão da Qualidade: teoria e casos** 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004.

FIATES, G. G. S. **Utilização do QFD como suporte a implementação do TQC em empresas do setor de serviços**. 1995. 31p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa em Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/fiates/indice/index.htm#sumario>>. Acesso em: 23 ago 2010.

INDEZEICHAK, V.; LEITE, M. L. G. Análise do controle estatístico da produção para empresa de pequeno porte: um estudo de caso. In: **XIII SIMPEP, 13, 2006**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2006, 12p. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/445.pdf>. Acesso em: 20 set 2010.

INDEZEICHAK, V.; LEITE, M. L. G. Dificuldades para implantação do Controle Estatístico de Processo (CEP). In: **XII SIMPEP, 12, 2005**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2005, 9p. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak_V_Dificuldades%](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=Indezeichak_V_Dificuldades%>)>. Acesso em: 20 set 2010.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 7. ed. São Paulo: Gente, 1993.

LONGO, R. M. J. **Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação.** In: *Gestão da Qualidade na Educação: Em Busca da Excelência*, nov. 1995. **Anais... São Paulo: SENAC, 1995**, 16p. Disponível em: <<http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/ceq/Material%20complementar/historia.pdf>>. Acesso em: 21 set 2010.

MARIANI, C. A.; PIZZINATTO, N. K.; FARAH, O. E. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos produtivos: Um estudo de caso.** In: **XII SIMPEP, 12, 2005**, Bauru – SP. *Anais...* Bauru: SIMPEP, 2005, 12p. Disponível em: <<http://www.bibliomed.ccs.ufsc.br/CM0650.pdf>>. Acesso em: 20 set 2010.

MELLO, F. M. **Análise da correlação dos escores de atividade de doença na artrite reumatóide.** 2008. 54p. Dissertação (Graduação em Medicina) – Programa de Graduação em Medicina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.bibliomed.ccs.ufsc.br/CM0650.pdf>>. Acesso em: 30 jun 2010

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ROSÁRIO, M. B. **Controle estatístico de processo: um estudo de caso em uma empresa de eletrodoméstico.** 2004. 112f. Mestrado Profissionalizante em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5663/000473690.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 set 2010.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle Estatístico do Processo.** São Paulo: Pioneira, 1997.

TOLEDO, J. C. **Qualidade Industrial: concertos, sistemas e estratégias.** São Paulo: Atlas, 1987.

TORMINATO, S. M. **Análise Da Utilização Da Ferramenta CEP: Um Estudo De Caso Na Manufatura de Autopeças.** 2004. FOLHAS. Dissertação (mestrado profissional) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

XAVIER FILHO, J. L. J. **Abordagem História da Qualidade.** Garanhuns- PE, 2010. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/9C57861777ED4728832572C80017DA40/\\$File/ABORDAGEM%20HIST%C3%93RIA%20DA%20QUALIDADE.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/9C57861777ED4728832572C80017DA40/$File/ABORDAGEM%20HIST%C3%93RIA%20DA%20QUALIDADE.pdf)>. Acesso em: 22 set 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005