

Recebido: 23-04-2013 Aceito: 08-08-2014

Avaliação da qualidade de portas de madeira maciça por meio de cartas de controle

Natália Dias de Souza¹, Helena Souza Lima², Alexandre Monteiro Carvalho³, Alexandre Miguel do Nascimento³, Ananias Francisco Dias Júnior^{4*}

¹Engenheira Florestal, Professora Msc. Assistente do Departamento de Produtos Florestais, UFRRJ, Seropédica, RJ.

²Engenheira Florestal, UFRRJ, Seropédica, RJ.

³Engenheiro Florestal Professor Dr. Associado do Departamento de Produtos Florestais, UFRRJ, Seropédica, RJ.

⁴Engenheiro Florestal, Pós-Graduando em Recursos Florestais, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

RESUMO O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e avaliar o processo de fabricação de portas a partir de cartas de controle de variáveis. Para caracterizar o processo produtivo de uma indústria de portas, foi realizada uma visita técnica a mesma com intuito de mapear e descrever sua cadeia produtiva. Para a avaliação do processo de fabricação, foram mensuradas as variáveis: largura, espessura e altura de trinta portas de madeira maciça da espécie cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Baseando-se nas variáveis largura e espessura, constatou-se que o processo de fabricação de portas está sob controle estatístico, visto que nenhum dado amostrado ultrapassou os limites. Em relação a variável altura, não ocorreram diferenças entre as mensurações sendo dispensável a construção de cartas de controle. Dessa forma, o processo atende às especificações de qualidade do produto.

Palavras-chave: controle de qualidade, controle estatístico do processo, esquadrias de madeira.

Evaluation of quality of massive wooden doors through control charts

ABSTRACT The objective of this paper was to characterize and evaluate the process of manufacture of massive wooden doors through control charts for variables. Technical visit was performed to characterize the production process of the industry, mapping and describing the productive chain. For the evaluation of manufacturing process, the following variables were measured: width, thickness and height of thirty massive wooden doors of cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). For width and thickness variables, we found that the manufacturing process is in statistical control, since no wooden doors, exceeded the limits. Regarding from height variable, we did not find differences between the measurements, which dispensed the use of control charts. Therefore, the process is in accordance to the specifications of quality of the product.

Keywords: quality control, statistical control of process, wooden frames.

Introdução

Em razão de seus ativos e da capacidade empreendedora de suas indústrias, o Brasil vem ampliando sua participação na produção e no comércio mundial florestal. É um dos países que tem investido em novas tecnologias e modelos para melhor atender as especificações do mercado atual. Segundo ABIMCI (2004), o setor de portas vem se destacando, aumentando suas exportações e assim, contribuindo com a economia do país.

A porta de madeira é uma peça que gira por dobradiças ou corre sobre trilhos, com a finalidade de fechar abertura em parede que dá entrada ou saída para algum ambiente (ABIMCI, 2004). Geralmente, as portas desse tipo são confeccionadas a partir de madeira de folhosa tropical. As portas podem ser de três tipos: lisas (ocas), sólidas e engenheiradas, em que as últimas correspondem àquelas feitas com painéis reconstituídos, tais como MDF (*Medium Density Fiberboard*) e compensados.

Estão acontecendo transformações nas indústrias de portas, tais como a modernização das tecnologias, principalmente com a substituição da matéria-prima (madeira propriamente dita) por OSB (*Oriented Strand Board*) e MDF. Essa substituição ampliou as exportações do Brasil de US\$ 70 milhões em 1997, para US\$ 210 milhões em 2004 (BUAINAIN; BATALHA, 2007). A tríade preço, qualidade e consumidor é a base da competitividade, e isso tem levado muitas empresas a repensarem seus conceitos para se manterem em um mercado cada vez mais competitivo (CHRISTINO et al. 2010).

Deste modo, a busca por um diferencial vem se tornando ponto determinante. As principais mudanças empresariais estão correlacionadas com a adoção de sistemas de gestão da qualidade, padronização dos produtos, programas de qualidade e normalização dos produtos.

No setor de portas, a norma NBR 15930 (ABNT, 2011) concentra informações relativas à terminologia, simbologia, requisitos de desempenho e parâmetros de padronização referentes às portas de madeiras utilizadas nas edificações. A adoção da certificação no setor contribui para a melhoria da competitividade internacional, proporcionando a conquista de novos mercados e uma concorrência mais justa. Da mesma forma, auxilia no desenvolvimento de um produto mais uniforme, valoriza a marca do produto e estimula a melhoria contínua (LOPES, 2013).

Outro fator que merece enfoque nas indústrias de portas, é a gestão da qualidade. Nesta forma de gestão os gerentes sabem que as mudanças precisam começar em si próprios, e por isso, estão aprendendo essa nova maneira de dirigir a empresa, cultivando corporações saudáveis, com objetivos de sobrevivência a longo prazo e não apenas em lucros. Os empregados têm sido valorizados, contribuindo com seus conhecimentos na melhora dos processos produtivos. Os clientes estão sendo analisados, visando atender as suas reais necessidades (ANTUNES; TREVIZAN, 2000).

Segundo Toledo; Carpinetti, (2000), a gestão da qualidade pode ser entendida como um sistema de suporte aos processos de negócios primários, cujo objetivo é a melhoria da satisfação do cliente quanto ao produto e também quanto às dimensões extrínsecas ao produto, como pontualidade, prazos de entrega e flexibilidade. Ou seja, a gestão de qualidade é uma forma de administração que visa garantir a qualidade de serviços e produtos.

A gestão da qualidade proporcionou o desenvolvimento de muitas formas de controle de qualidade ao longo do tempo, desde os gráficos de controle de Walter Andrew Shewhart por volta de 1924, chegando a Armand Feigenbaum. Nos anos 50, os autores citados formularam o sistema de controle de qualidade total (CQT), que influenciaria fortemente o modelo proposto pela série ISO

9000 em 1987 (CARVALHO, 2005), que hoje permanece em vigor com a ISO 9001:2008.

O controle de qualidade é aplicado nas empresas, tanto na parte de produção como na parte dos grupos de trabalho e isto é bastante simples desde que se tenha um bom treinamento. A análise da qualidade busca formas de prevenir e/ou eliminar defeitos que possam aparecer no processo de produção. Para a implantação de controle de qualidade nas empresas, tem-se à disposição as chamadas ferramentas da qualidade que auxiliam no desenvolvimento de um controle visando um melhor processo produtivo.

Trindade et al. (2007) definiram as ferramentas da qualidade como instrumentos utilizados por grupos de trabalho para auxiliar e dinamizar as reuniões, elaborar projetos, padronizar atividade, organizar informações, priorizar seus problemas a serem desenvolvidos e o seu encaminhamento para soluções, contribuindo para melhor gerenciamento da atividade produtiva.

Para Doliveira; Silva (2008), a utilização das ferramentas da qualidade tem o propósito de gerar vantagens econômicas para o setor, mediante o desenvolvimento de práticas de melhoria e de garantia da competitividade. O controle estatístico de processo (CEP) é uma ferramenta de qualidade com base estatística, de auxílio ao controle da qualidade nas etapas do processo, particularmente no caso de processo de produção repetitivo, visando garantir a estabilidade e a melhoria contínua de um processo de produção (ALLIPRANDINI; TOLEDO, 2004).

A melhoria do processo não resultará apenas em um produto de qualidade, mas também de baixo custo, com diminuição de desperdício de matéria-prima, com diminuição de peças defeituosas e o seu retrabalho (TRINDADE et al. 2007).

Na avaliação através do CEP, o processo pode sofrer variações que determinam se este estará ou não sob controle

estatístico. Muitos autores classificam essas variações em causas especiais e causas comuns, mas para Samohyl (2005) são classificadas em três: especiais, comuns e estruturais.

De acordo com Trindade et al. (2007), as causas comuns são aquelas que ocorrem ao acaso e, individualmente, têm pouca influência no processo e sua eliminação requer análise mais detalhada, o que geralmente é inviável economicamente. Já as causas especiais, são aquelas que ocorrem em grandes proporções, alteram a normalidade do processo, e sua eliminação é inevitável.

Para Samohyl (2005), a causa estrutural pode ser confundida com a causa especial por ser eliminável ou compensável, porém a causa estrutural ocorre periodicamente. Conforme Trindade et al. (2007), um processo está sob controle estatístico quando as variações são decorrentes de causas comuns, ou seja, não há presença de qualquer causa especial. No CEP, existem ferramentas que auxiliam no monitoramento do processo de forma a melhorá-lo. Uma dessas ferramentas é a carta ou gráfico de controle, que são de base estatística e que alerta para a presença de causas especiais na linha de produção (SAMOHYL, 2005).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivos comparar o processo de fabricação de portas de madeira maciça com o descrito pela Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI, 2004) e analisar por meio da aplicação de cartas de controle de variáveis o processo de produção de portas de madeira de cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke).

Material e Métodos

Reconhecimento do local

Este trabalho foi realizado em uma empresa localizada no município de Tietê, estado de São Paulo, a qual utiliza madeiras tropicais e pinus na produção de batentes, janelas e

portas. Para caracterizar o processo de fabricação de portas da indústria, foi realizada uma visita técnica com intuito de mapear e descrever a cadeia produtiva, conforme ilustra a Figura 1.

Após esse levantamento, efetuou-se uma comparação com os dados descritos pela ABIMCI (2004) para produção de portas de madeira maciça.

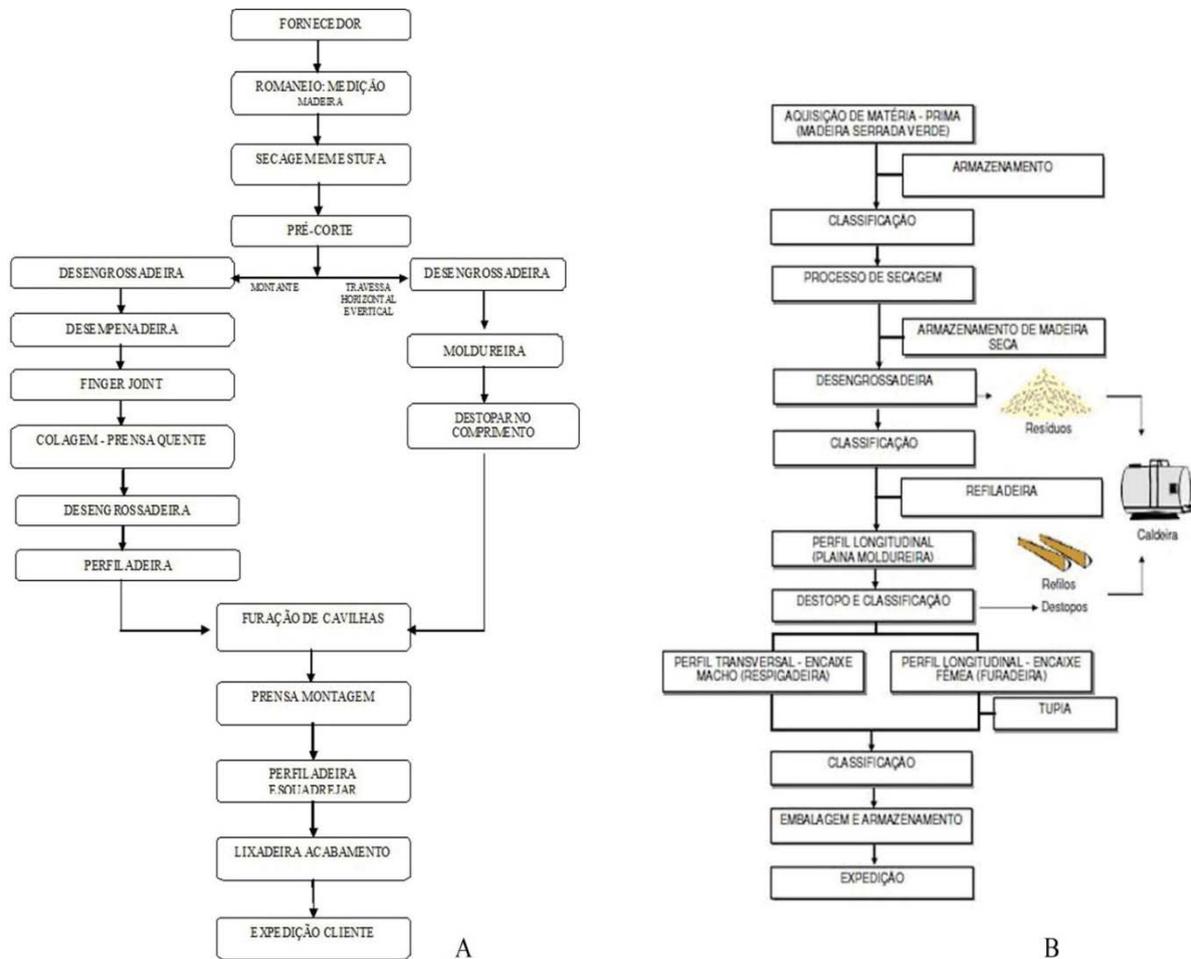


Figura 1. Fluxograma do processo de fabricação de portas de madeira maciça da indústria estudada (A) e fluxograma de produção de portas de madeira maciça, segundo ABIMCI (2004) (B).

Figure 1. Flowchart of the manufacturing process of massive wooden doors of the industry studied (A) and flowchart of the production of massive wooden doors according to ABIMCI (2004) (B).

Estudo de qualidade

Avaliaram-se as portas, denominadas “linha moderna” (Figura 2), fabricadas com madeira de cedroarana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), provenientes dos estados do Pará e Rondônia.

Para o controle de qualidade, foram avaliadas 30 portas semiacabadas (peças que ainda não foram lixadas e acabadas).

As variáveis mensuradas foram espessura (mm), largura (mm) e altura (cm). Para espessura e largura, utilizou-se o paquímetro digital como instrumento de medição e para altura foi utilizada uma trena (Figura 3).

Considerou-se para uma porta acabada (peça que passou por toda etapa de processamento), as seguintes

especificações: altura= 2,10 m, largura= 102 mm e espessura= 33 mm.



Figura 2. Porta de madeira maciça da linha moderna da indústria.

Figure 2. Massive wooden doors of the modern line of the industry.

Para o controle de qualidade, foram avaliadas 30 portas semiacabadas (peças que ainda não foram lixadas e acabadas). As variáveis mensuradas foram espessura (mm), largura (mm) e altura (cm). Para espessura e largura, utilizou-se o paquímetro digital como instrumento de medição e para altura foi utilizada uma trena (Figura 3).

Considerou-se para uma porta acabada (peça que passou por toda etapa de processamento), as seguintes especificações: altura= 2,10 m, largura= 102 mm e espessura= 33 mm.

Cartas de controle

Foram feitas cartas de controle por variáveis, a partir do gráfico individual e de amplitude móvel. Para o gráfico individual, cada amostra é única e a amplitude móvel é calculada pela diferença entre dois dados consecutivos. As cartas apresentam a dispersão dos dados, a linha média (LM), o limite superior de controle (LCS) e o limite inferior de



Figura 3. Medições realizadas nas portas: A) Espessura da porta com um paquímetro digital; B) Largura da porta com um paquímetro digital; C) Altura da porta com uma trena.
Figure 3. Measurements performed in the doors: a) thickness of the door with a digital caliper; b) width of the door with a digital caliper; c) height of the door with a measuring tape.

controle (LCI). Os limites de controle foram calculados a partir das Equações 1 e 2 apresentadas por Samohyl (2005).

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{R}{d_2} \quad \text{Equação 1}$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{R}{d_2} \quad \text{Equação 2}$$

Em que: LSC = limite superior de controle; LIC = limite inferior de controle; \bar{x} = média dos dados; R = média da amplitude móvel; $d_2 = 1,128$ (coeficiente de Shewhart, obtido da tabela de coeficientes para os gráficos de controle, com tamanho da amostra $n = 2$ - amostras individuais).

Depois da construção das cartas de controle para as variáveis, interpretou-se cada gráfico de acordo com os critérios apresentados por Bonduelle (2006), em que a distribuição dos pontos nos gráficos aleatoriamente em torno da Linha Média (LM) significa que não se deve interferir no processo, pois está sob controle estatístico. A distribuição dos pontos nos gráficos acima do LSC ou abaixo do LIC é interpretada como indicativo de que o processo deve estar fora de controle e alguma ação corretiva é necessária.

Análise das causas e sugestões de ações corretivas

Após a interpretação dos gráficos, as propostas de ações corretivas foram sugeridas de duas situações: a primeira supõe que o processo produtivo se encontra sob controle estatístico e assim, não há necessidade de sugerir ações corretivas, processo conforme, ou seja, os fatores que afetam o processo não alteram as especificações do produto. Na segunda situação, o processo produtivo está fora de controle estatístico, ou seja, há necessidade de analisar as possíveis causas da variabilidade do processo e sugerir ações corretivas para solução dos problemas constatados na linha de produção.

Resultados e Discussão

Caracterização do processo de fabricação de portas da indústria

Na indústria estudada, a porta maciça (folha) da linha moderna foi montada a partir de duas peças: o montante engenheirado (estruturas verticais confeccionadas de madeira tropical) e a travessa maciça (estruturas horizontais de madeira lisa de cedroarana). O montante engenheirado foi revestido por uma folha de cedroarana.

Após caracterizar o processo de fabricação das portas (Figura 1A), verificou-se que a maioria das etapas descritas coincidiu com o fluxograma de produção de portas de madeira maciça apresentado pela ABIMCI (2004) (Figura 1B). A principal diferença observada entre os processos de produção foi a confecção dos montantes das portas, onde aparece a etapa denominada “finger joint” (pequenos dentes, com encaixe macho-fêmea, que unem duas peças de madeira). Este procedimento consiste na ligação de peças de madeira de menor comprimento e tem como objetivo

aperfeiçoar as propriedades do painel e a sua qualidade, induzindo o maior aproveitamento da madeira (REVISTA DA MADEIRA, 2011).

Avaliação do processo de fabricação de portas através das cartas de controle por variáveis

Foram construídas cartas de controle para as variáveis largura e espessura, não sendo possível a construção para a variável altura, pois a mesma foi mensurada com uma trena, não observando-se diferenças entre as medidas. Esse resultado pode ser explicado pelo uso da trena, a qual é menos precisa do que o paquímetro. Enquanto no paquímetro os resultados são obtidos em mm (maior facilidade de haver diferença), na trena os resultados são em cm. Esses instrumentos de medição foram utilizados, pois são os mesmos que a indústria emprega para coletar os dados do processo.

Posteriormente às mensurações dos dados das variáveis espessura e largura, foram construídas cartas de controle, através das quais pode ser verificado que o processo de produção está sob controle estatístico, visto que todos os dados mensurados estão entre os limites de controle calculados (Figuras 4 e 5).

Com esses resultados, a aplicação de ações corretivas para solução dos problemas na linha de produção das portas é desnecessária, visto que o sistema, tanto para a variável espessura, quanto para largura, encontra-se sob controle estatístico (padrão). Quando necessária, a ação corretiva deve ser executada com intuito de prevenir a repetição de uma ação indesejada nos processos de medição (NORONHA; MAGALHÃES, 2008).

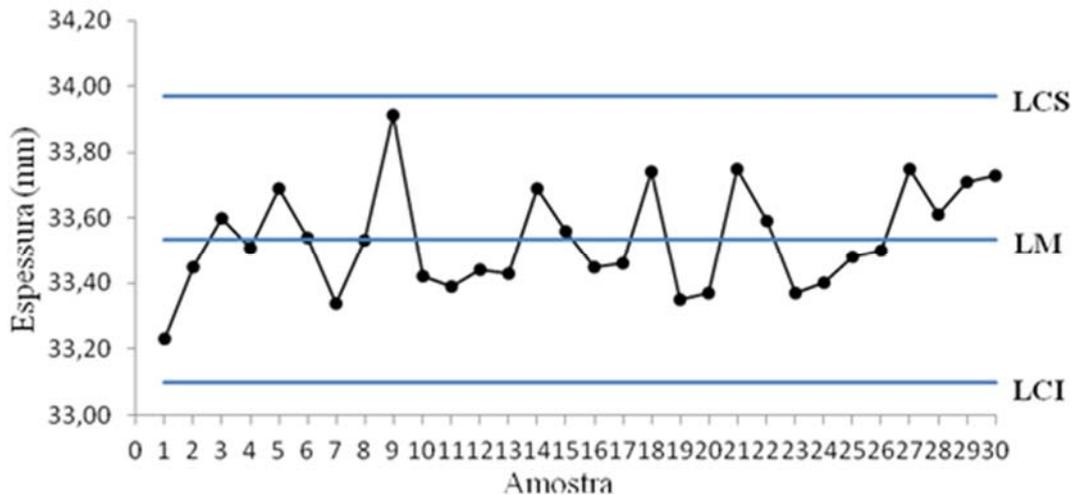


Figura 4. Carta de controle da variável espessura.

Figure 4. Control chart of the variable thickness.

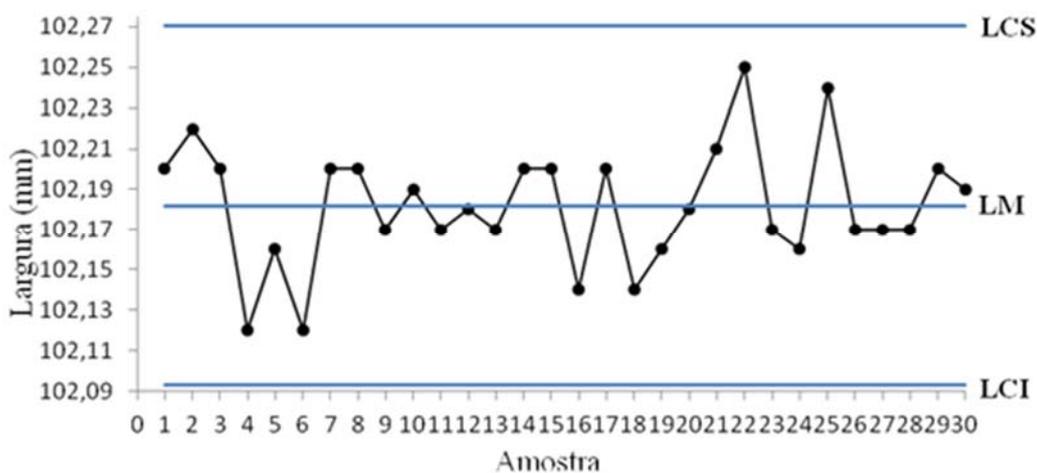


Figura 5. Carta de controle da variável largura.

Figure 5. Control chart of the variable width.

Christino et al. (2010), estudando o processo de fabricação de pisos sólidos de tauari, encontraram dados fora dos limites de controle, mostrando alta variabilidade no processo produtivo. Tal estudo apresentou ações corretivas para solucionar os problemas do processo de fabricação, que foram o treinamento e capacitação do pessoal do controle de qualidade responsável pelas medições e elaboração de gráficos de controle dos pisos fabricados por dia.

Cademartori et al. (2011), ao estudar o processo produtivo de duas serrarias de médio porte da Região Sul do Rio Grande do Sul, verificaram que ambas não apresentaram

controle estatístico de processo mínimo necessário para uma produção adequada. Devido a isso, os autores recomendaram a implementação da metodologia de controle estatístico de processo (CEP) em indústrias do setor madeireiro visando o controle da linha de produção.

Conclusões

A indústria madeireira estudada apresentou um processo de produção bem adequado e planejado, visto que seu fluxograma coincidiu com a maioria das etapas descritas pela ABIMCI.

Um destaque para cadeia produtiva da indústria de portas foi à etapa finger joint.

A avaliação do processo a partir da análise de cartas de controle para as variáveis largura e espessura, constatou que o processo de fabricação de portas está sob controle estatístico, visto que nenhum dado amostrado ultrapassou os limites de controle. Dessa maneira, o processo atende às especificações do produto.

Para que o controle do processo seja mais preciso, sugere-se uma avaliação periódica, bem como a análise de outras variáveis não contempladas neste trabalho.

Referências

- ALLIPRANDINI, D.H.; TOLEDO, J.C. **Controle Estatístico da Qualidade**. São Carlos: UFSCAR, 2004. 53p.
- ANTUNES, A.V.; TREVIZAN, M.A. Gerenciamento da qualidade: utilização no serviço de enfermagem. **Revista Latino Americano de Enfermagem**, v. 8, n. 1, p. 35-44, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). Produtos de Madeira. In: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004. **Anais...** Curitiba: FNBF, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15930: Portas de madeira para edificações - Parte 1: Terminologia e simbologia**. Rio de Janeiro, 2011. 14p.
- BONDUELLE, G. M. **Gestão da qualidade total para a produção florestal**. Curitiba: UFPR-PECCA, 2006. 49p.
- BUAINAIN, A.M.; BATALHA, M.O. **Série agronegócios: cadeia produtiva de madeira**. Brasília: IICA, 2007. 84p.
- CADEMARTORI, P.H.G.; SCHNEID, E.; HAMM L.G.; GATTO, D.A. **Controle estatístico do processo na indústria madeireira da região sul do Rio Grande do Sul**. In: XIII Encontro da Pós-Graduação da UFPel, 2011. **Anais...** Pelotas: XII ENPOS, 2011.
- CARVALHO, M. M. **Gestão da Qualidade – Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 366p.
- CHRISTINO, E.M.; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. Aplicação de cartas de controle no processo de fabricação de pisos sólidos de Tauari. **Revista Cerne**, v.16, n. 3, p. 299-304, 2010.
- DOLIVEIRA, S.L.D.; SILVA, A.Q. Identificação da Gestão da Qualidade no Setor Madeireiro. **Revista Capital Científico**, v. 6, n. 1, p. 87-106, 2008.
- LOPES, R. P. **Case: Certificação de Portas**. Disponível em: <http://expomadeira.com.br>. Acesso em: 16 jun 2014. 30p.
- NORONHA, J.L.; MAGALHÃES, J.G. Implantação do sistema de gestão da qualidade para laboratório de metrologia de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2008; Rio de Janeiro-RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABREPO, 2008. p. 11787.
- REVISTA DA MADEIRA. **Adesivos: Otimização da Madeira através da Colagem**. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=493&subject=Adesivos&title=Otimiza%C3%A7%C3%A3o%20da%20madeira%20atrav%C3%A9s%20da%20colagem>. Acesso em 23 de set. de 2011.
- SAMOHYL, R.W. Controle Estatístico do Processo e Ferramentas da Qualidade. In: PALADINI, E.P.; BOUER, G.; FERREIRA, J.J.A.; CARVALHO, M.M.; MIGUEL, P.A.C.; SAMOHYL, R.W.; ROTONDARO, R.G. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 376p.
- TOLEDO, J.C.; CARPINETTI, L. C.R. **Gestão da qualidade na fábrica do futuro**. São Paulo: Banas, 2000. 20p.
- TRINDADE, C.; JACOVINE, L. A.G.; REZENDE, J.L.P.; SARTÓRIO, M. L. **Ferramentas da Qualidade: aplicação na atividade florestal**. Viçosa: UFV, 2007. 159p.