



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL E EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL

ARTUR DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *DESIGN FOR* SEIS SIGMA, NA IMPLANTAÇÃO
DO PROJETO LOGMETER® (SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MADEIRA), EM UMA
EMPRESA DE GRANDE PORTE DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL**

**CURITIBA
2011**

Rua dos Funcionários n. 1540 - CEP 80.035-050 – Fone/fax (041) 3350-5787



PECCA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL E EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FLORESTAL

ARTUR DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *DESIGN FOR* SEIS SIGMA, NA IMPLANTAÇÃO
DO PROJETO LOGMETER® (SISTEMA DE MEDIÇÃO DE MADEIRA), EM UMA
EMPRESA DE GRANDE PORTE DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL**

Trabalho apresentado para obtenção do título de Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do dep. de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Ivone Namikawa

CURITIBA

2011

Rua dos Funcionários n. 1540 - CEP 80.035-050 – Fone/fax (041) 3350-5787

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha adorável esposa, familiares e amigos,
pelo incentivo, apoio, paciência e principalmente pela compreensão
dos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

A minha adorável esposa pelo apoio, incentivo, compreensão e companheirismo.

Aos meus pais, avós e demais familiares, pelos exemplos de vida.

Aos meus colegas de trabalho, em especial ao: Adilson Honório, Sebastião Galanti, Roberto Florentino, Adriano Souza e Glauco Silveira e ao meu superior imediato, Gilberto Moraes, pela minha indicação e suporte no projeto.

A empresa que trabalho, por acreditar no meu potencial para realizar este projeto.

Às valiosas orientações prestadas pelo Consultor do INDG Cristián Carranza.

Às valiosas orientações prestadas pela minha orientadora Profa. Ivone Namikawa.

Aos amigos da Woodtech que tive o prazer de conhecer e realizar este trabalho em conjunto.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3. JUSTIFICATIVA	14
4. PROBLEMA	14
5. OBJETIVO	15
6. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
6.1 INÍCIO DOS TRABALHOS	16
6.2 CUBAGEM RIGOROSA	16
6.3 O CICLO DMADV E A PLANILHA <i>COCKPIT</i> LOGMETER	17
6.4. DEFINIÇÃO (DEFINE).....	18
6.5 MENSURAÇÃO / MEDIÇÃO (MEASURE)	19
6.6 ANÁLISE (ANALYSE).....	23
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
8. CONCLUSÃO	30
9. GLOSSÁRIO	32
10. REFERÊNCIAS.....	35
11. ANEXOS	37

LISTA DE FIGURAS

1. CAPA DA PLANILHA COCKPIT LOGMETER.	18
2. ANÁLISE DE R&R	19
3. CARTA DE CONTROLE X-AM PARA A % DE DIFERENÇA ENTRE A MEDIÇÃO DO LOGMETER ® COM A CUBAGEM RIGOROSA DO FEIXE.....	20
4. ANÁLISE DE CAPACIDADE PARA A % DIFERENÇA MEDIÇÃO LOGMETER ® COM A CUBAGEM RIGOROSA DOS FEIXES DE MADEIRA.....	21
5. CRONOGRAMA RESUMIDO DE MODELAGEM E ESTABILIZAÇÃO DO PROCESSO	22
6. MAPA DE PROCESSOS (RESUMIDO).....	23
7. TESTE DE NORMALIDADE RYAN JOINER SITE A MODELO 1	25
8. GRÁFICO SUMÁRIO SITE A MODELO 1	25
9. CARTA DE CONTROLE X-AM SITE A MODELO 1	26
10. QUADRO RESUMO SITE A MODELO 1.....	27
11. TESTE DE NORMALIDADE RYAN JOINER SITE A MODELO 2.....	28
12. GRÁFICO SUMÁRIO SITE A MODELO 2	28
13. CARTA DE CONTROLE X-AM SITE A MODELO 2	29
14. QUADRO RESUMO SITE A MODELO 2.....	30
15. CURVA “S” DAS ATIVIDADES DO PROJETO	38

LISTA DE TABELAS

1. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DO PROJETO	37
---	----

RESUMO

A quantificação da entrada de madeira em uma empresa de grande porte de celulose e papel é de extrema importância, pois vários outros processos e indicadores de performance da empresa, estão atrelados a estes números. A apuração do rendimento real da conversão: volume de madeira roliça (m^3) para toneladas de celulosa seca ao ar (tsa), ou seja, o principal elo de ligação entre a Área Florestal e a Área Industrial, se deve a metodologias de quantificação de entrada de madeira. Neste âmbito, a empresa sempre irá buscar metodologias robustas, que gerem resultados precisos, confiáveis e realistas, garantindo assim a transparência no seu processo e junto aos seus fornecedores. Atendendo aos anseios da alta gestão da empresa, que buscavam por um sistema / equipamento com tecnologia de ponta para a quantificação da entrada de madeira e que também atendesse as legislações pertinentes, a empresa está implantando nos seus sites de atuação, o Sistema Logmeter 4000[®], buscando a medição / quantificação de 100% da entrada de madeira nos seus parques industriais. Com o objetivo de implantar este projeto corporativamente, a empresa designou um funcionário *Black Belt*, para que, com o apoio de toda uma equipe multidisciplinar, para suporte do projeto, desenvolve-se o mesmo seguindo a Metodologia *Design For Six Sigma*, garantindo assim, o atendimento a padrões de qualidade do projeto desde o seu início e aprofundamento de análises estatísticas para realizar de forma clara, objetiva e transparente a transição entre os Sistemas de Medição de Madeira: Xilômetro (Sistema Atual) para o Logmeter[®] (Sistema Futuro).

Palavras-chave: Sistemas de Medição de Madeira, Logmeter[®], Xilômetro e *Design For Six Sigma*.

1 INTRODUÇÃO

A determinação do volume de pilhas de madeira é uma preocupação constante dos profissionais ligados à área de mensuração e das empresas florestais brasileiras, porque estimativas imprecisas do volume real de madeira das pilhas acarretam resultados distorcidos quanto aos rendimentos de processos de produção e quanto ao pagamento de serviços relacionados ao corte e transporte da madeira, bem como problemas na venda da madeira. Além disto, em muitos casos os volumes das pilhas de madeira são expressos em metros estéreo - unidade muito comum na comercialização de madeira no Brasil (SOARES et al., 2003).

Esta metodologia vem sendo utilizada desde os tempos coloniais e é utilizada para a comercialização de quase todos os tipos de madeira. Porém, a medida em estéreo não faz parte do Sistema Internacional (SI) de unidades de medidas.

Embora o volume sólido de uma pilha de madeira possa ser obtido através do somatório dos volumes dos toros individualmente, este procedimento envolve um grande esforço de mão-de-obra e de tempo para sua realização (SOARES et. al., 2003).

Além da medição em estéreo, que é dada através da multiplicação das dimensões: comprimento x largura x altura da carga de madeira e que é transformada para volume sólido (m^3) através de um fator de conversão, existem vários outros sistemas, baseados em diferentes princípios e procedimentos, que visam quantificar a entrada de madeira nas fábricas brasileiras.

Dentre os sistemas mais comuns podem-se destacar os baseados no Princípio de Arquimedes (empuxo): Pivotex e Xilômetro; outros que são baseados em fotografias: Digitora, além dos sistemas de medição manual: Cubagem Rigorosa e os sistemas que se utilizam de laser e *scanner*: Logmeter®.

Em todos os casos, o denominador deles é comum: gerar a melhor quantificação de entrada de madeira nas fábricas (mais próximo possível ao volume real).

Diante deste cenário, considerando-se a plena expansão da empresa (a qual é uma grande produtora brasileira de celulose e papel, com unidades fabris localizadas em SP e BA e plantios de eucalipto nos Estados de SP, BA, ES, MG, MA

e PI), fica evidenciada a real necessidade de processos cada vez mais dinâmicos, precisos e confiáveis, além de estarem em consonância com a legislação pertinente.

Neste âmbito, a alta gestão da empresa, optou pela implantação do Sistema de Medição Logmeter ® 4000, em substituição ao atual Sistema Xilômetro, justamente, pelo fato do Logmeter ® ser um sistema com tecnologia de ponta, baseada em medição a laser / escaneamento da carga, censo de todas as cargas de madeira, possibilitando a precisão da informação, armazenamento da mesma (imagens dos caminhões e números – volume sólido m³), além da possibilidade de rastreamento de cada medição (Sistema Auditoria).

Já visando a implantação simultânea de 3 equipamentos Logmeter ® em 3 diferentes sites da empresa, foi formada uma equipe multidisciplinar, com a dedicação exclusiva de um Black Belt, para dar suporte a implantação do projeto.

Visando atendimento a padrões e processos de qualidade desde o início do projeto, o mesmo foi implantado seguindo a Metodologia *Design For Six Sigma*, metodologia que preconiza a implantação de projetos buscando padrões de qualidade desde o início do mesmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO DA BUSCA PELA QUALIDADE

A nossa sociedade tem passado por constantes mudanças culturais, políticas, econômicas e sociais. O cenário empresarial tem sido um dos principais afetados por essas transformações. As empresas vêm buscando resultados e diminuição de seus custos, ampliando assim, cada vez mais, o foco na qualidade, produtividade, competitividade e excelência (MATTOS, 2002).

A cada dia, as tradicionais abordagens da administração vêm sendo substituídas por outras mais modernas que atendam mais rapidamente as necessidades de mudança. Em consequência, são desenvolvidas diversas ferramentas que auxiliam as empresas a obter mais informações para a realização de suas mudanças organizacionais, como exemplo pode-se citar *benchmarking*, gestão pela qualidade total, aprendizagem organizacional, *empowerment* e reengenharia (MATTOS, 2002).

No âmbito da gestão pela qualidade total, algumas empresas estão buscando a implantação de programas visando à redução drástica dos desperdícios em seu processo industrial (CARRANZA, 2008).

Cada vez é mais comum, palavras e conceitos como: *Seis Sigma*, ciclos PDCA, SDCA, DMAIC, entre outros, fazer parte do cotidiano das empresas brasileiras.

A Estratégia Seis Sigma busca melhorar a performance econômica / financeira, através da transformação de oportunidades em resultados para os negócios, com a diminuição da variabilidade, maior conhecimento dos processos, satisfação dos clientes, dados e fatos (DOMENECH; DOMENECH, 2011).

Existe uma série de outras ferramentas de qualidade total, como por exemplo: 5W2H; *kaizen*, CEP (Controle Estatístico de Processo), Diagrama de Pareto, Cartas de Controle, Análise de Capacidade, entre outras, com o foco e objetivo em controle de processos, detecção e redução de variabilidade.

Este projeto se utilizou dos conceitos, processos, ferramentas e terminologias contidas na Metodologia Seis Sigma, com foco em implantação de um novo projeto / tecnologia na empresa (*Design for Seis Sigma*).

2.2 O CICLO PDCA E O CICLO DMAIC

O ciclo PDCA, ciclo de [Shewhart](#) ou ciclo de [Deming](#), é um ciclo de desenvolvimento que tem foco na melhoria contínua. O PDCA foi idealizado por Shewhart e divulgado por Deming, que foi quem efetivamente o aplicou. Inicialmente deu-se o uso para estatística e métodos de amostragem. O ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da [gestão](#), como por exemplo, na [gestão da qualidade](#), dividindo-a em quatro principais passos (CARRANZA, 2008).

Plan (P) - planejamento da qualidade; *Do* (D) - execução da qualidade; *Check* (C) - verificação da qualidade e *Act* (A) - ações corretivas sobre os processos de planejamento, execução e auditoria (FALCONI, 2004 a; FALCONI, 2004 b).

Outro ciclo muito utilizado nos programas Seis Sigma é o ciclo DMAIC. Similar ao PDCA, o DMAIC, apresenta algumas fases a mais: Defina (D) identificação do problema; Meça (M) análise do fenômeno; Analise (A) análise do processo; *Improve* ou Melhore (I) estabelecimento e execução do plano de ação e

Controle (C) verificação do resultado, padronização ou ação corretiva (AGUIAR, 2006; CARRANZA, 2008).

O ciclo DMAIC está contido e relacionado com o ciclo PDCA, porém o mesmo apresenta uma etapa de planejamento mais detalhada (Definir, Medir e Analisar).

Porém, a metodologia Seis Sigma pode ser aplicada utilizando-se os dois ciclos, sem perda de conceitos.

Algumas consultorias no Brasil defendem a utilização de Programas Seis Sigma mais focados em identificação do problema e plano de ação (*Lean Sigma*). Outras, já se baseiam na metodologia completa, seguindo todas as etapas do ciclo DMAIC.

2.3 SEIS SIGMA

O Programa Seis Sigma começou a ser difundido por volta de 1987 ao se fazerem conhecidos os resultados obtidos pela Motorola e, posteriormente, com a divulgação dos ganhos conseguidos pela *General Electric* (GE), *Allied Signa* e outras empresas de porte (AGUIAR, 2006).

É um programa de excelência que visa à melhoria drástica dos resultados empresariais, com melhoria da eficiência e da produtividade; melhoria da qualidade; redução de custos; redução de ciclos; aumento da lucratividade; aumento da satisfação dos clientes e melhoria das ineficiências: falhas, erros, desperdícios e retrabalho (CARRANZA, 2008).

Os tipos de problemas relacionados a uma empresa podem ser: de Solução Conhecida (resolvidos através de Gerenciamento de Projeto); de Solução Desconhecida (projetos simples resolvidos pelo *Kaizen*, projetos complexos resolvidos pelo Seis Sigma) e de Saltos Incrementais (desenvolvimento de novos produtos e processos, com a aplicação do DFSS – *Design for Seis Sigma*) (DOMENECH; DOMENECH, 2011).

O objetivo do Programa Seis Sigma é aumentar a capacidade crítica e analítica dos profissionais da empresa, para resolver problemas crônicos e atingir metas desafiadoras (CARRANZA, 2008).

2.4 DESIGN FOR SEIS SIGMA

Na verdade, quando se fala em fabricar produtos que já nasçam com níveis de qualidade Seis Sigma, não significa que seja mandatório que se obtenha a honrosa relação de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, mas sim que proporcionem resultados positivos em relação à melhoria da qualidade, otimização de custos, redução do tempo de desenvolvimento, vislumbrando o mais importante de todos os aspectos: o total entusiasmo do cliente (FIORAVANTI, 2005).

O Seis Sigma visto como estratégia de melhoria, relacionado ao tempo de vida da empresa, pode ser dividido em: melhorias “muitas e vantajosas”, o ideal neste momento é a aplicação de técnicas de *Kaizen*; melhorias “poucas e vitais”, aplicação da metodologia Seis Sigma e pontos de ruptura, novos produtos / processos “poucos e vitais”, é recomendável a adoção da metodologia *Design for Seis Sigma* (DOMENECH; DOMENECH, 2011).

Um grande diferencial do Programa Seis Sigma é a importância dada, durante a sua implementação / condução, à transformação do método padrão de solução de problemas (PDCA, DMAIC ou outro) em cultura da empresa, além de aumentar a eficiência do método com a melhoria da capacidade da equipe em transformar informações em conhecimento. Esse aumento de eficiência na solução de problemas é alcançado com a integração das ferramentas da qualidade e do conhecimento técnico ao método de solução de problemas (AGUIAR, 2006).

2.5 O CICLO DMADV

O ciclo DMADV é subdividido em (AGUIAR, 2006):

- ✓ **Define:** definir - identificar novos produtos e/ou serviços e/ou processos a serem projetados;
- ✓ **Measure:** medir – planejar e conduzir pesquisas para entender e conhecer as necessidades dos clientes; transformar as necessidades dos clientes em características de qualidade mensuráveis;
- ✓ **Analyse:** análise – desenvolver conceitos alternativos do produto e/ou serviço e/ou processo; escolher o melhor;

- ✓ **Design:** protótipo – desenvolver e detalhar o projeto do produto e/ou serviço e/ou processo; avaliar a capacidade do projeto; desenvolver planta para teste piloto;
- ✓ **Verify:** verificação – construir planta com todas as funções em versão limitada; validar as funções; transferir a planta para os donos do processo.

2.6 SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE MADEIRA – XILÔMETRO

Consiste de um tambor metálico no qual é feita uma graduação para obter o volume de madeira através do deslocamento de água. Este, estando em nível, é cheio de água, até o ponto que corresponde ao zero da graduação. A partir deste ponto, adicionam-se quantidades constantes de água. A mudança de nível ocorrida a cada acréscimo de quantidade de água, indica no tubo colocado ao lado do tambor, um novo volume (SCOLFORO; FIGUEIREDO FILHO, 1992). Desta forma, ao serem colocadas toras de madeira dentro do xilômetro, o volume de água deslocado, corresponde ao volume da tora de madeira.

O método do xilômetro fornece resultados bastante precisos, especialmente para objetos de formas irregulares ou com superfícies não expressas por funções matemáticas, mas possui custo elevado de instalação do equipamento e dificuldades no manuseio de grandes peças de madeira (HUSCH; MILLER e BEERS, 1972).

O xilômetro também pode ser usado para se obter o volume sólido de pilhas de madeira baseado na pesagem da pilha em duas situações. A pilha é pesada inicialmente em situação normal “ao ar”. Em seguida, ela é mergulhada num tanque com água e pesada rapidamente, geralmente utilizando uma grua com sensor especial (xilômetro). A diferença entre a *massa real* da pilha, obtida na situação normal, e a *massa aparente*, obtida quando a pilha é mergulhada em água, é o volume sólido da pilha. Esse método se fundamenta no conceito de “empuxo” (BATISTA; COUTO, 2002).

Quando um objeto é mergulhado num líquido, o peso desse objeto é “aliviado” pela resistência que o líquido exerce quando o objeto afunda. Essa força é chamada de empuxo (E) e pode ser calculada, quando o líquido é a água (massa específica = 1 Kg/m³), pela equação:

$$Empuxo = V_{madeira} * \rho_{H_2O} * G$$

Onde:

Empuxo: peso do volume da água deslocada pela madeira

ρ_{H_2O} : massa específica da água = 1 Kg/m³

G: Aceleração da gravidade.

$$Fator\ PesoVolume(Kg / m^3) = \frac{Peso\ da\ Madeira(kg)}{Empuxo}$$

2.7 SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE MADEIRA – LOGMETER ®

O Logmeter ® 4000, fornecido pela empresa chilena Woodtech, é um sistema de medição de madeira integrado, composto por sensores laser scanner 3D de última geração e um software de aplicação. Trata-se de um sistema confiável, com alto nível de automação, o que reduz a intervenção humana no processo de medição, além de ser um sistema totalmente auditável com medição de 100% das cargas que entram na fábrica (IPEF, 2009).

Diferentemente do sistema tradicional - estéreos - que considera os espaços entre as toras de madeira, o sistema Logmeter ® 4000 utiliza algoritmos para medir as variáveis de todas as cargas e, com o uso de modelos matemáticos de alta precisão, o sistema calcula o volume das mesmas em metros cúbicos sólidos. Os modelos são compostos por variáveis como: diâmetro, comprimento, coeficiente de variação dos diâmetros e das alturas, desvio dos ângulos horizontais, coeficiente de curvatura e desvio dos diâmetros (IPEF, 2009).

O Logmeter ® 4000 utiliza tecnologia laser 3D juntamente com software de reconhecimento de imagens para medir o volume sólido de madeira carregada sobre caminhões em menos de um minuto. Para cada caminhão que chega à planta, o sistema gera imagens 3D. Estas imagens 3D ficam armazenadas com as imagens fotográficas, os resultados e a informação administrativa num poderoso sistema de auditoria para sua posterior revisão (COLHEITA DE MADEIRA, 2010).

3. JUSTIFICATIVA

Visando a melhoria na quantificação da entrada de madeira nas suas Unidades Fabris, conseqüentemente na informação do fator de conversão volume sólido de madeira (m^3) para tonelada de celulose seca ao ar (tsa), a empresa buscou no mercado um sistema que utiliza tecnologia de ponta, com medição de 100% de suas carretas e cargas de madeira e com alta precisão.

Desta forma, a alta gestão da empresa, optou por substituir o seu Sistema de Medição de Madeira (Xilômetro, baseado no Princípio de Arquimedes e que trabalha por amostragem, para a quantificação da madeira posto-fábrica), para o Logmeter ® (sistema baseado em laser / *scanner*, com censo de todas as cargas de madeira).

Foi formada uma equipe multi-disciplinar, com o gerente do projeto sendo um Black Belt, para assegurar a metodologia da implantação do projeto e o alinhamento do mesmo, nos 3 diferentes sites: 2 na BA e 1 em SP (projeto corporativo).

4. PROBLEMA

Um problema de rotina enfrentado pelas empresas do Setor Florestal Brasileiro é a quantificação precisa da entrada de madeira nas suas unidades fabris, ou seja, a madeira posto-fábrica.

Até o presente momento, não existe no Brasil legislações específicas para o tratamento da questão, ou sistemas / equipamentos que sejam homologados por órgãos ou institutos de metrologia.

No Brasil é muito comum a medição de madeira roliça, utilizando-se a unidade “estéreo”, porém esta não faz parte do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Neste contexto, a empresa, buscou no mercado, uma alternativa para melhorar a quantificação da madeira posto-fábrica, através de um sistema que realize a medição de toda a madeira que está entrando na fábrica (censo), que utilize tecnologia de ponta, garantindo precisão e exatidão no seu processo e que o resultado final seja expresso em volume sólido (m^3), unidade pertencente ao SI.

Como existiam 3 equipamentos (Logmeter ®), sendo instalados simultaneamente, nos 3 diferentes sites, a empresa optou por formar um grupo multidisciplinar, que abrangesse desde: Setor de obras de Infraestrutura, Tecnologia da Informação (TI), Importação / Alfândega, além da Florestal (Recebimento de Madeira, Fomento, Inventário, Planejamento, Auditoria e Controles Internos).

Com a finalidade de garantir a execução do projeto e o seu alinhamento de forma corporativa, a empresa deslocou um Black Belt, para gerenciar o projeto e aplicar desde o seu início, a metodologia Seis Sigma.

Por se tratar de um projeto de implantação de uma metodologia nova na empresa, foi utilizado o conceito do *Design for Seis Sigma*, ou seja, implantar o projeto já seguindo os padrões de análise e qualidade exigidos pela metodologia.

5. OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho foi implantar um sistema de medição de madeira (Logmeter ®), na empresa estudada, baseando-se na metodologia *Design For Seis Sigma*.

Como objetivos específicos, destacam-se:

- a. Melhoria dos controles e quantificação da entrada de madeira na empresa;
- b. Atendimento a legislações pertinentes;
- c. Implantar o projeto já seguindo padrões de controles e qualidade (*Design for Seis Sigma*).

6. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia *Design for Seis Sigma*, foi utilizada neste projeto, visando a sua implantação seguindo os padrões de qualidade e análises, para garantir uma boa transição, baseada em fatos e dados (análises estatísticas), do atual sistema de medição de madeira (Xilômetro) para o Logmeter ®.

6.1 INÍCIO DOS TRABALHOS

Paralelamente aos trabalhos de infraestrutura para adequar cada localidade para a instalação do Logmeter ®, com a confecção da pista por onde o caminhão iria passar e onde seria fixado o pórtico do sistema, e toda a parte elétrica, civil e cabeamento de rede de TI, o grupo começou a levantar quais seriam os riscos e impactos deste projeto para a empresa.

Ao todo foram mapeados 29 possíveis riscos, que abrangem desde precisão e exatidão do sistema, falhas, prevendo casos de pane na utilização do sistema, quantificando a entrada da madeira posto-fábrica, através de um plano de contingência. Outros possíveis riscos seriam relacionados à modelagem do sistema, automação do mesmo, integração com outras plataformas e softwares já utilizados pela empresa, suporte técnico, possível homologação pelo INMETRO, entre outros.

Cada risco foi classificado quanto a sua probabilidade, impacto e tratamento (evitar, mitigar, acompanhar ou transferir). A multiplicação da pontuação dada em probabilidade e impacto classificaria o risco em maior ou menor perigo. Para cada risco, foi elaborado um plano de ação, contingência e responsável pela contingência.

Uma etapa muito importante nesta fase inicial do trabalho foi a elaboração dos cronogramas das Cubagens Rigorosas, para elaboração dos modelos e validação dos mesmos.

6.2 CUBAGEM RIGOROSA

Para a elaboração de cada modelo e posteriormente a sua validação, é necessária a etapa da Cubagem Rigorosa, ou seja, a medição manual de tora a tora de madeira (comprimento e diâmetro).

O objetivo desta etapa é cruzar a medição feita pelo equipamento e a medição do volume real da madeira (cubagem), para através da utilização de técnicas avançadas de matemática, incluindo poderosas regressões matemáticas, modelagem e seus respectivos coeficientes, chegar a um modelo para ser instalado no equipamento.

Para que a medição do equipamento seja feita em volume sólido (m^3), é preciso instalar um modelo no mesmo, seguindo os passos descritos acima.

Cada modelo é baseado no comprimento predominante da madeira (2 m, 3 m ou 6 m) e presença ou ausência de casca.

Considerando-se os 3 sites, foram utilizados 8 modelos, de forma a abranger todas as possíveis combinações de madeira que entra ou entrará em cada respectivo site.

Para a empresa, ficou acertado com os fabricantes do Logmeter ®, que cada modelo seria composto pela Cubagem Rigorosa de 40 feixes de madeira (1 feixe é igual a um compartimento de um caminhão), para a elaboração dos modelos. Posteriormente para a validação “cega” dos modelos, ou seja, a confrontação da medição da Cubagem Rigorosa (informação com acesso restrito da empresa) versus a informação do volume sólido (m^3) calculada pelo Logmeter ®, foram cubados mais 20 feixes de madeira, totalizando então, por modelo, 60 feixes de madeira cubada.

A instalação dos modelos no Logmeter ® só é permitida pela empresa, desde que a comparação entre os resultados da Cubagem Rigorosa x Volume sólido (m^3) calculado pelo Logmeter ®, dos 20 feixes da validação “cega”, tenham um erro médio menor que 1% e um desvio padrão máximo de 7% (parâmetros repassados pelo fabricante do Logmeter ® e em consonância com o INMETRO).

6.3 O CICLO DMADV E A PLANILHA *COCKPIT* LOGMETER ®

Por se tratar de um projeto de inovação para a empresa, ou seja, a implantação de um novo sistema de medição de madeira, o *Black Belt* em conjunto com o grupo de suporte do projeto, optou por utilizar a metodologia *Design for Six Sigma*, baseando-se no ciclo DMADV (*Define* – Definição; *Measure* – Medição / Mensuração; *Analyse* – Análise; *Design* – Protótipo e *Verify* – Verificação).

Para facilitar o acompanhamento do projeto e fornecer um banco de dados sólido para a empresa (permanecer como histórico para a mesma), foi desenvolvida uma planilha, com a utilização do Microsoft Excel ®, que através de uma sequencia de macros simples (*aplicação do Visual Basic Applications* – VBA), fosse criado um sistema com todas as fases do projeto (DMADV), de fácil manuseio e autoexplicativa. O principal objetivo da planilha *Cockpit* Logmeter ®, é reunir em um único local todas as principais informações do projeto, garantindo a manutenção da informação (atualização) em um único local (FIGURA 1).



FIGURA 1: Capa da Planilha *Cockpit Logmeter* ®.

6.4 DEFINIÇÃO (DEFINE)

Dentro da definição do projeto, um dos principais pontos é estabelecer o conceito do produto / processo, ou seja, com a implantação do Logmeter ® 4000, o que a empresa espera deste novo processo.

Após consenso com as partes interessadas, ficou definido que o Logmeter ®, tem que ser um sistema: a) Preciso (seguindo os critérios de Repetibilidade - R&R); b) Exato (sem vício). Na etapa inicial do projeto foi comparado o volume real cubagem (por feixe) com medição Logmeter ® (por feixe). Posteriormente, foram comparados os dados do Xilômetro com o Logmeter ®, por caminhão; c) Com baixa taxa de falhas; d) Homologado pelo INMETRO; e) Específico (Modelos representativos da realidade da madeira posto fábrica); f) Automático; g) 100% integrado (Balança x SAP x Logmeter ®); h) Robusto (funcionar sem interrupções); i) Com baixa necessidade de taxa de releitura.

Na sequência, foram definidas as especificações do projeto, desde as características físicas do equipamento e importância do projeto para a empresa, informações de benchmark (outras empresas no Brasil que já instalaram o Logmeter

®), projeção financeira do projeto (orçamento anual de entrada de madeira em cada site da empresa) e por último a definição de cada modelo (madeira) para cada site, para após a instalação do Logmeter ®, termos abrangido todo o tipo de madeira que entra em cada site.

6.5 MENSURAÇÃO / MEDIÇÃO (MEASURE)

Nesta fase foram definidos os parâmetros críticos para a qualidade do projeto e do sistema (*Critical to Quality* - CTQ), onde para cada conceito elaborado na fase *Define*, fosse correlacionado com um CTQ.

6.5.1 Preciso

Como o caminhão na fase de modelagem precisava passar 5 vezes pelo Pórtico do Logmeter ®, aproveitou-se esta leitura para realizar as análises de Repetibilidade e Reprodutibilidade – R&R (FIGURA 2)

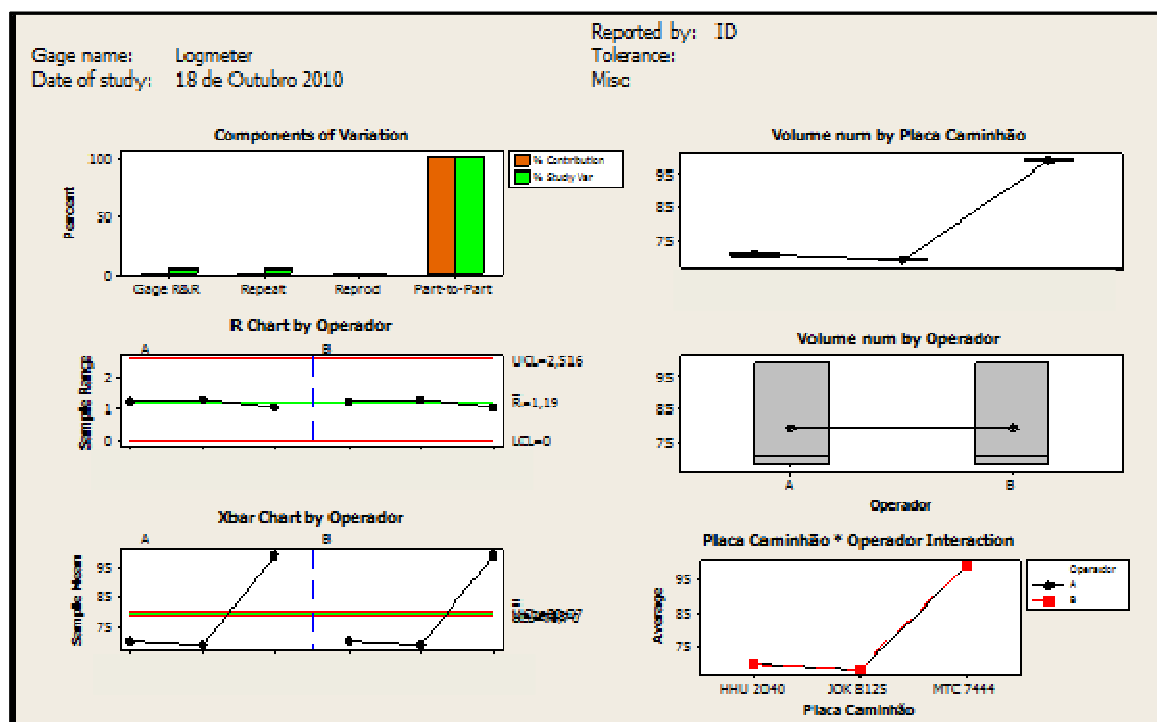


FIGURA 2: Análise de R&R.

Ao analisarmos a figura acima, verificamos que as variações na Repetibilidade são devidas ao processo (*Part to Part*: 99,90 de peso na variação do processo), ou seja, devido aos diferentes tipos de caminhões que passaram pelo Pórtico do sistema, com madeira do mesmo modelo. A leitura do Logmeter ® é estável, não variando muito nas 5 passadas de um mesmo caminhão (boa Repetibilidade).

6.5.2 Exato

Qual a diferença (em %) dos resultados obtidos pelo Logmeter ® de volume sólido (m^3) por feixe do caminhão, quando comparada com a Cubagem Rigorosa (FIGURAS 3 e 4).

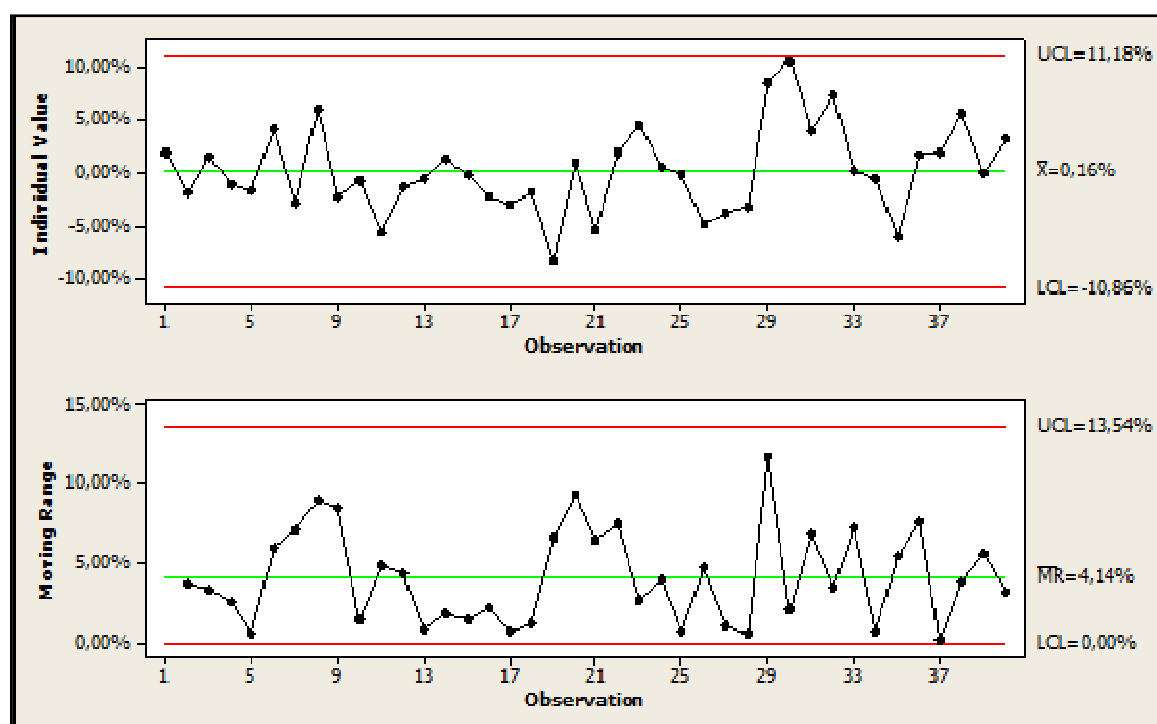


FIGURA 3: Carta de Controle X-AM para a % de diferença entre a medição do Logmeter ® com a cubagem rigorosa do feixe.

Ao analisar a carta de controle acima, foi verificado que a % de diferença entre a medição do Logmeter ®, quando comparada com a Cubagem Rigorosa do feixe, é devida à causas comuns de variação do processo e que estão centradas próximas a média (0,16%).

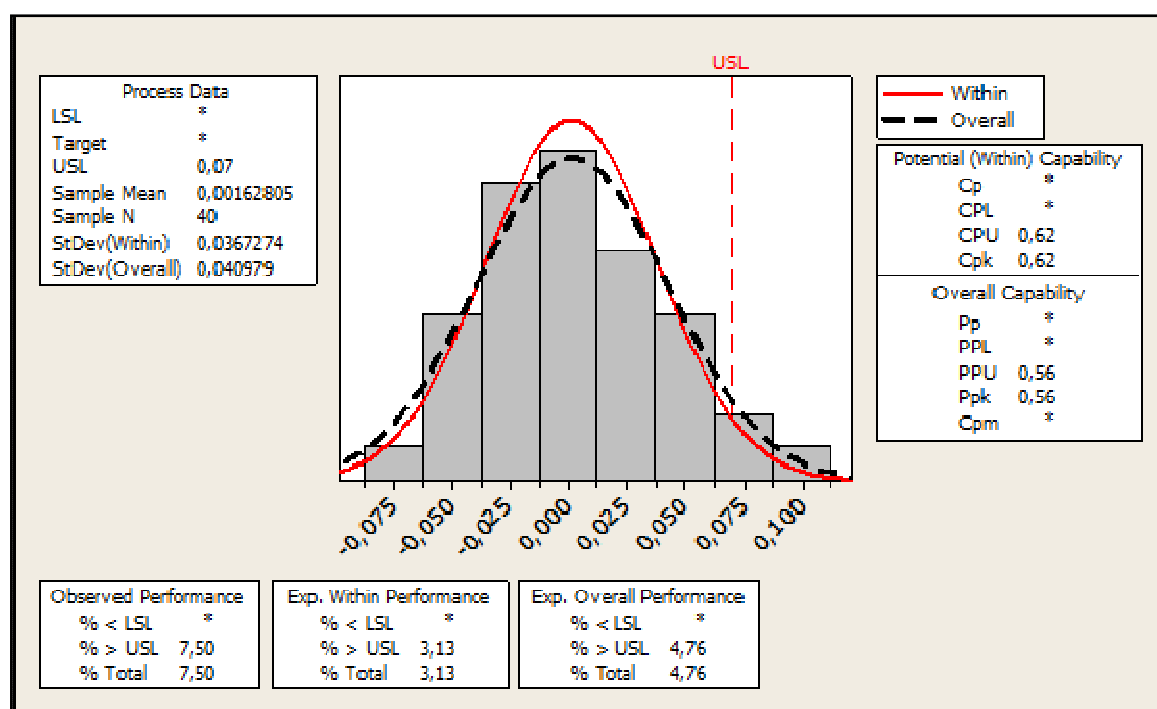


FIGURA 4: Análise de capacidade para a % diferença medição Logmeter ® com a cubagem rigorosa dos feixes de madeira

Considerando o limite superior de 7% de desvio aceitável (parâmetros fornecidos pelo fornecedor do equipamento), apenas 3,13% dos dados (dos 40 feixes medidos), ficaram acima de 7%, atestando a boa performance do equipamento, comparando-se a Cubagem Rigorosa.

Lembrando que é muito importante a análise durante o processo de modelagem do sistema (comparação dos resultados dos 40 feixes de madeira – leitura Logmeter ® com a Cubagem Rigorosa). Mas para um modelo estivesse apto para ser instalado, ele deveria passar pela etapa da “validação cega”, ou seja, onde foi informado para o fabricante do Logmeter ® apenas as informações do mesmo. O volume sólido (m^3) foi calculado pelos fabricantes do sistema, baseados no modelo definido nos 40 feixes e repassados para a equipe de Inventário Florestal da empresa para que fosse comparado com os resultados da Cubagem Rigorosa. Se o erro médio (Logmeter ® x Cubagem Rigorosa), fosse menor que 1% e o desvio padrão máximo menor igual a 7%, o modelo estaria apto para a instalação. Caso negativo seria necessário realizar uma nova “validação cega” (Cubagem de mais feixes de madeira).

6.5.3 Com baixa taxa de falhas, automático, robusto e com baixa necessidade de releitura

Desde o início do projeto, foi desenvolvida uma planilha para acompanhamento das falhas do equipamento, abertura de chamados de manutenção junto ao fornecedor do equipamento e tempo de atendimento dos chamados.

O objetivo deste processo é acompanhar de perto a estabilidade do funcionamento do equipamento e a recorrência entre as falhas (garantir *no surprise* na implantação oficial do sistema na empresa).

6.5.4 Homologado pelo INMETRO e Estabilização do Sistema

A empresa está acompanhando de perto todo o processo de homologação do equipamento junto ao INMETRO.

Para garantir uma transição sem surpresas entre o Xilômetro e o Logmeter ®, a empresa optou por realizar um cronograma para acompanhamento e análise dos resultados (% de diferença entre a medição Logmeter ® e Xilômetro) (FIGURA 5)

TENS	O N	out/08		nov/08		dez/08		jan/09		fev/09		mar/09		abr/09		maio/09		jun/09		jul/09		ago/09		set/09		RESP
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
MODELAGEM	P																									GÊNEO DO PROJETO-001 S.0076 CEE A.0066 CEE A.000
	R																									
ESTABILIZAÇÃO E SISTEMA	P																									GÊNEO DO PROJETO-001 S.0076 CEE A.0066 CEE A.000
	R																									

FIGURA 5: Cronograma resumido de modelagem e estabilização do processo.

6.5.5 Específico

Já vislumbrando a oficialização da medição de madeira na empresa com o Logmeter ®, foi necessário um alinhamento entre as Áreas de Abastecimento, Colheita, Planejamento e Inventário Florestal, para desenhar todos os possíveis modelos de madeira em cada site.

Lembrando que o modelo é definido em função do comprimento da madeira (6m, 3m, 2m, etc) e presença ou ausência de casca.

6.5.6 100% integrado (Balança x SAP x Logmeter ®)

Desde 20 de Setembro de 2010, o grupo do projeto realiza reuniões à distância (*Conference Call*), com os fabricantes do Logmeter ® para alinhamento das principais pendências do projeto e possíveis melhorias para integração aos demais sistemas da empresa (Balança e SAP).

6.6 ANÁLISE (ANALYSE)

Nesta etapa foram elaborados o Mapa de Processos (para identificar os possíveis gargalos no processo – Controláveis e Ruídos, críticos ou não) e o Plano de Ação para minimização dos mesmos (utilizando a metodologia FMEA – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas) (FIGURA 6)

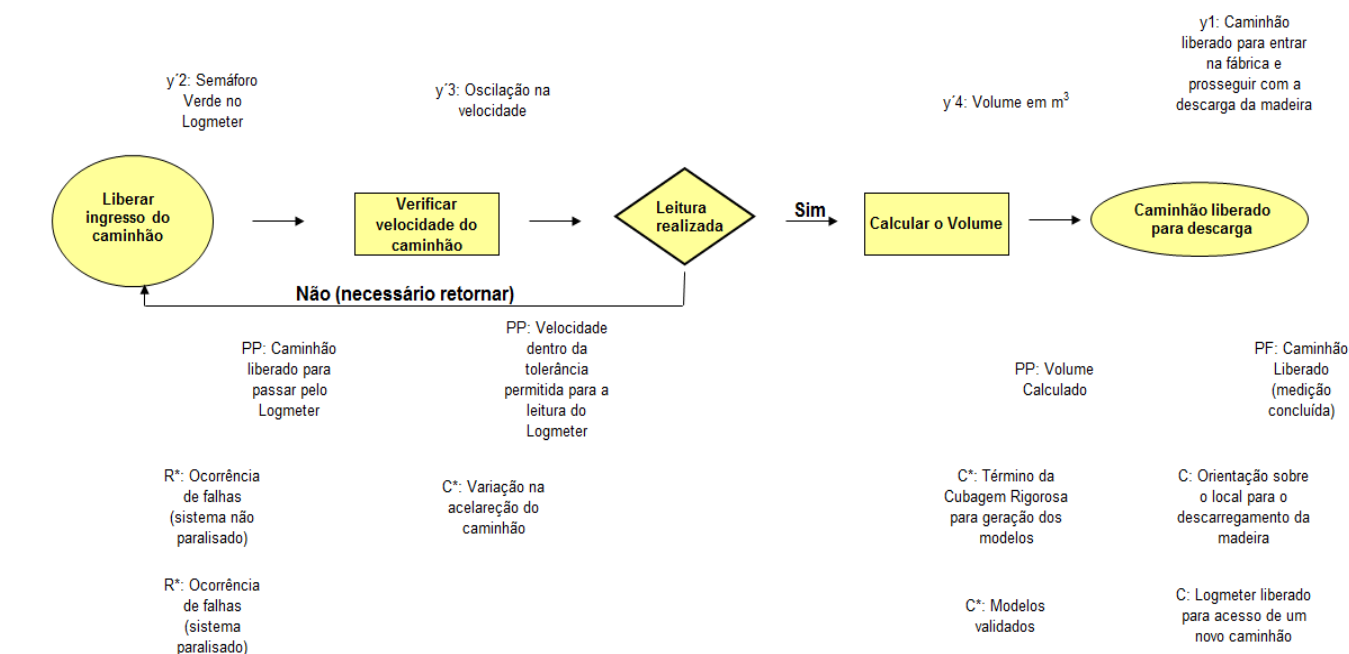


FIGURA 6: Mapa de processos (Resumido).

Como analisar a figura acima: na etapa "Liberar ingresso do Caminhão", o produto em processo é o "Caminhão liberado para passar pelo Logmeter ®", ou seja "Semáforo Verde no Logmeter ®" (y'2).

Nesta etapa foram identificados os Ruídos Críticos: “Ocorrência de Falhas (sistema não paralisado)” e “Ocorrência de falhas (sistema paralisado)”.

Estes Ruídos Críticos foram tratados no Plano de Ação (FMEA).

O funcionamento do FMEA foi analisar os parâmetros Controláveis e Ruídos Críticos, como modo de falha potencial e após a ação preventiva recomendada, classificando cada parâmetro quanto a sua severidade (s), ocorrência (o), detecção (d) e risco (multiplicação da pontuação de $s \times o \times d$).

As etapas do projeto *Design* e *Verify* serão melhor bordadas em resultados / discussão e conclusão.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já mencionado anteriormente, o projeto foi corporativo, sendo executado simultaneamente em 3 diferentes sites da empresa, ou seja, 3 equipamentos Logmeter ®.

Para facilitar o entendimento do leitor, optou-se por padronizar os nomes dos sites em: Site A, Site B e Site C.

Os resultados que serão apresentados e discutidos se referem ao Site A, tendo em vista que os Sites B e C ainda se encontram na fase final de modelagem / estabilização do sistema.

Para a transição entre o sistema de medição de madeira adotado na empresa (Xilômetro), até a oficialização do Logmeter ®, foram necessários vários meses de acompanhamento paralelamente, dos dois sistemas de medição de madeira, até que, após análises estatísticas aprofundadas do banco de dados coletado, a Diretoria da empresa e suas respectivas Gerências, tivessem segurança para realizar a transição de maneira tranquila, garantindo assim o *no surprise* (sem qualquer tipo de surpresas, principalmente surpresas negativas para a empresa).

A primeira análise feita, foi verificar se a diferença em % da medição Logmeter ® x Xilômetro, seguia a Distribuição Normal.

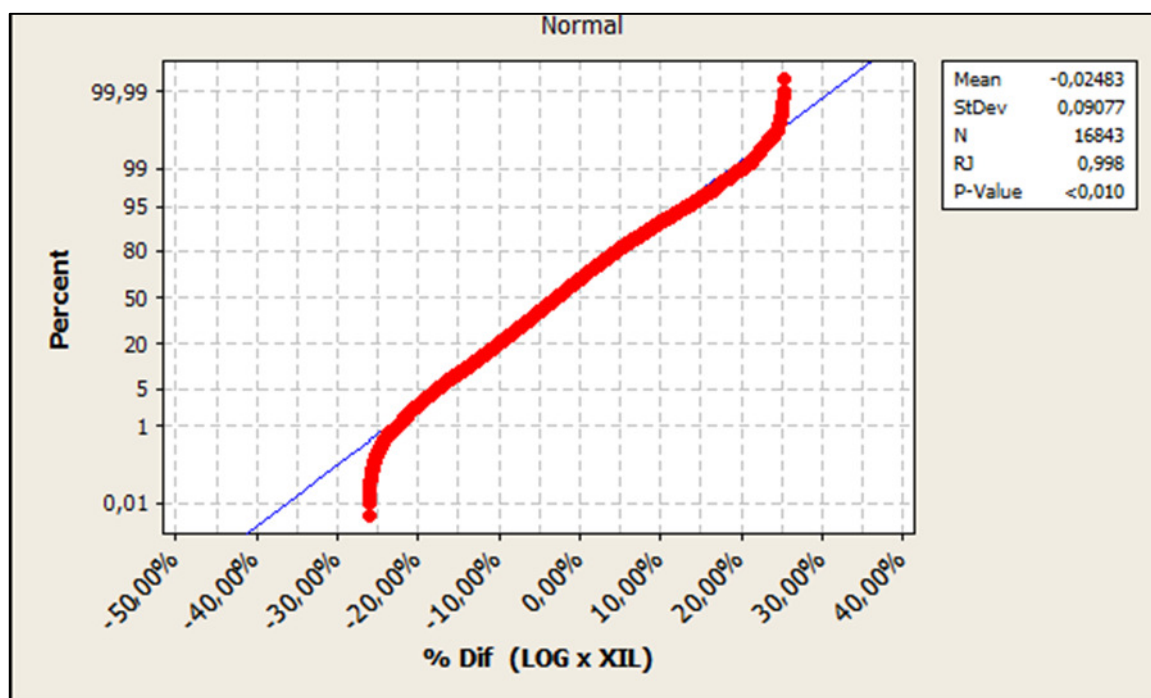


FIGURA 7: Teste de Normalidade Ryan Joiner Site A Modelo 1.

Como o valor de p (p -value), foi menor que 0,01 os dados não apresentam Distribuição Normal pelo Teste de Normalidade, sendo necessária a elaboração do Histograma (vide figura 8).

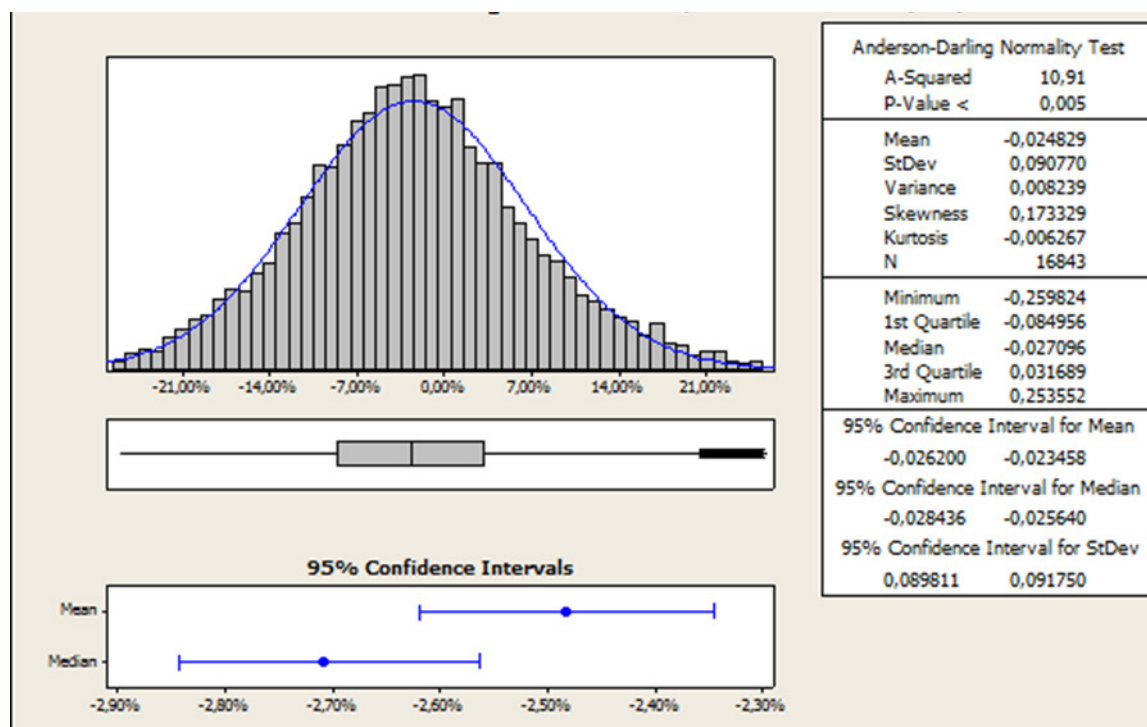


FIGURA 8: Gráfico Sumário Site A Modelo 1.

Pela análise da figura acima, consegue-se obter algumas informações importantes:

- ✓ Os dados da diferença em % das medições Logmeter ® x Xilômetro, tendem a seguir a Distribuição Normal, com alguns pontos discrepantes;
- ✓ Para o Site A Modelo 1, foram medidas 16.843 viagens (caminhões de madeira – valor N da figura acima);
- ✓ A média da diferença entre a medição Logmeter ® x Xilômetro em % é de -2,48%, ou seja, a medição com o Logmeter ® é um pouco inferior a medição com o Xilômetro;
- ✓ A variação da diferença em % (95% do Intervalo de Confiança da Média) está entre -2,62% e -2,34%, ou seja, a diferença entre os dados estão muito concentradas no valor de -2%, o que traz muita segurança para a empresa, pois a comparação da medição entre os dois sistemas não está oscilando muito (segue um padrão de diferença).

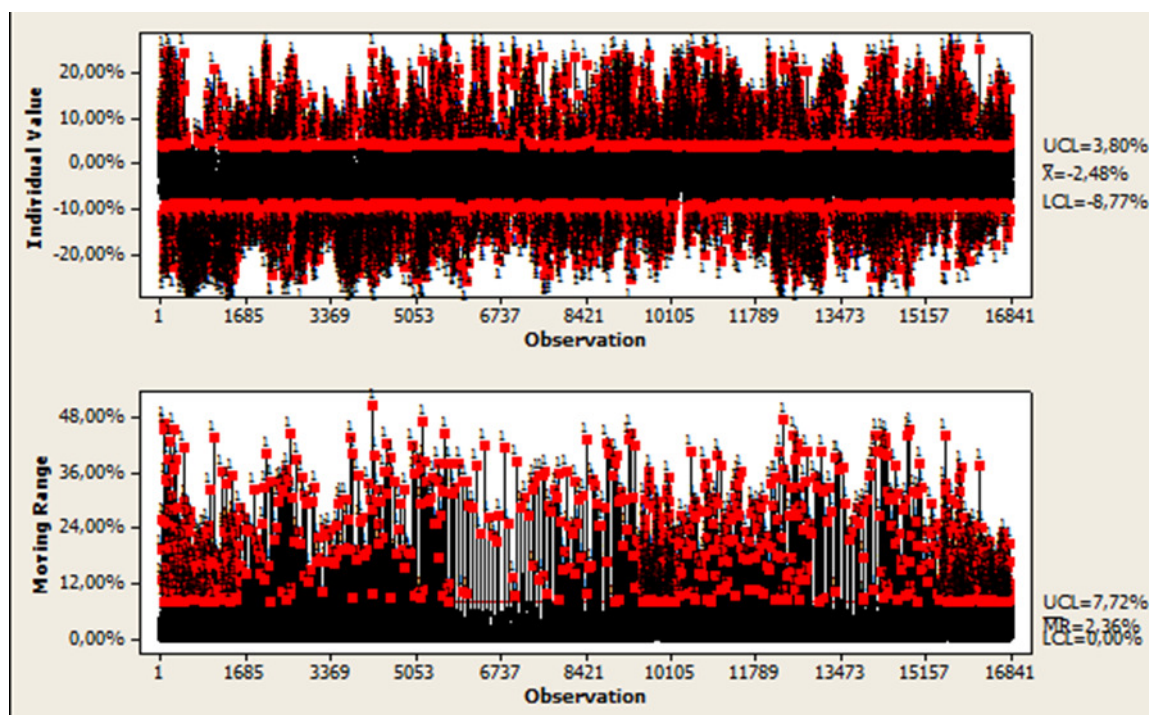


FIGURA 9: Carta de Controle X-AM Site A Modelo 1.

Ao se realizar a análise da Carta de Controle acima, conforme já foi percebido e mencionado na figura 8, a diferença em % entre a medição Logmeter ® x Xilômetro, na grande maioria das vezes, apresenta Causas Comuns de variação, com algumas Causas Especiais (pontos em vermelho). Lembrando que são 16.843 leituras comparativas entre os dois sistemas analisados.

Quantidade de Amostras (viagens):	16.843
Período Analisado:	21/10/2010 até 15/05/2011
Volume Total medido pelo Xilômetro:	1.093.114,03
Volume Total medido pelo Logmeter:	1.059.583,27
Diferença em m3 (Log - Xil):	(33.530,76)
Diferença média em % (Xil - Log):	-2,48%

FIGURA 10: Quadro Resumo Site A Modelo 1.

A figura acima resume todas as análises feitas entre as medições Logmeter ® x Xilômetro. O período analisado foi de aproximadamente 7 meses, e a diferença volumétrica apresentada entre os dois sistemas (em mais de 1MM de m³ medidos), foi de apenas 33.530 m³ (-2,48%, Logmeter ® a menor em relação ao Xilômetro).

Tal fato pode ser devido a:

- ✓ Xilômetro trabalha com amostragem, enquanto o Logmeter ® mede 100% das cargas de madeira;
- ✓ Xilômetro trabalha com fator peso volume, já o Logmeter ®, apenas com volume.

Existir diferenças entre os dois sistemas analisados, não necessariamente implica em dizer que um sistema está correto e o outro está errado, pois são sistemas diferentes, com metodologias de medição de madeira diferentes.

Nas figuras abaixo, serão apresentados os resultados do Site A Modelo 2.

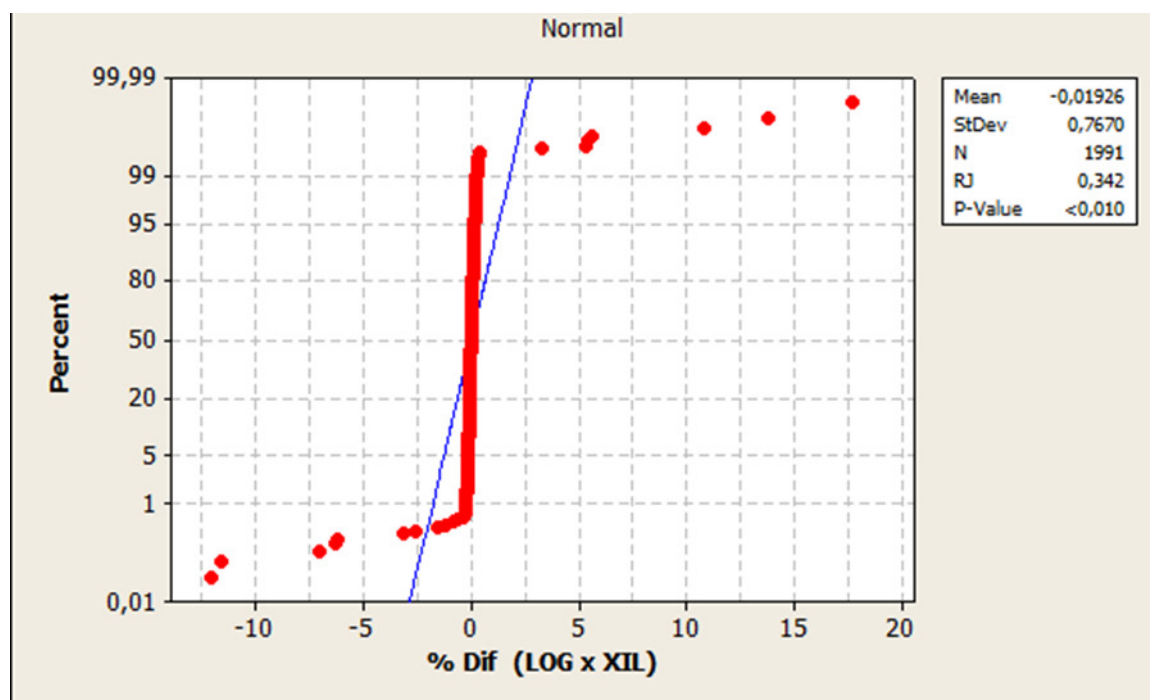


FIGURA 11: Teste de Normalidade Ryan Joiner Site A Modelo 2.

Como o valor de p (p -value), foi menor que 0,01 os dados não apresentam Distribuição Normal pelo Teste de Normalidade, sendo necessária a elaboração do Histograma (vide figura 12).

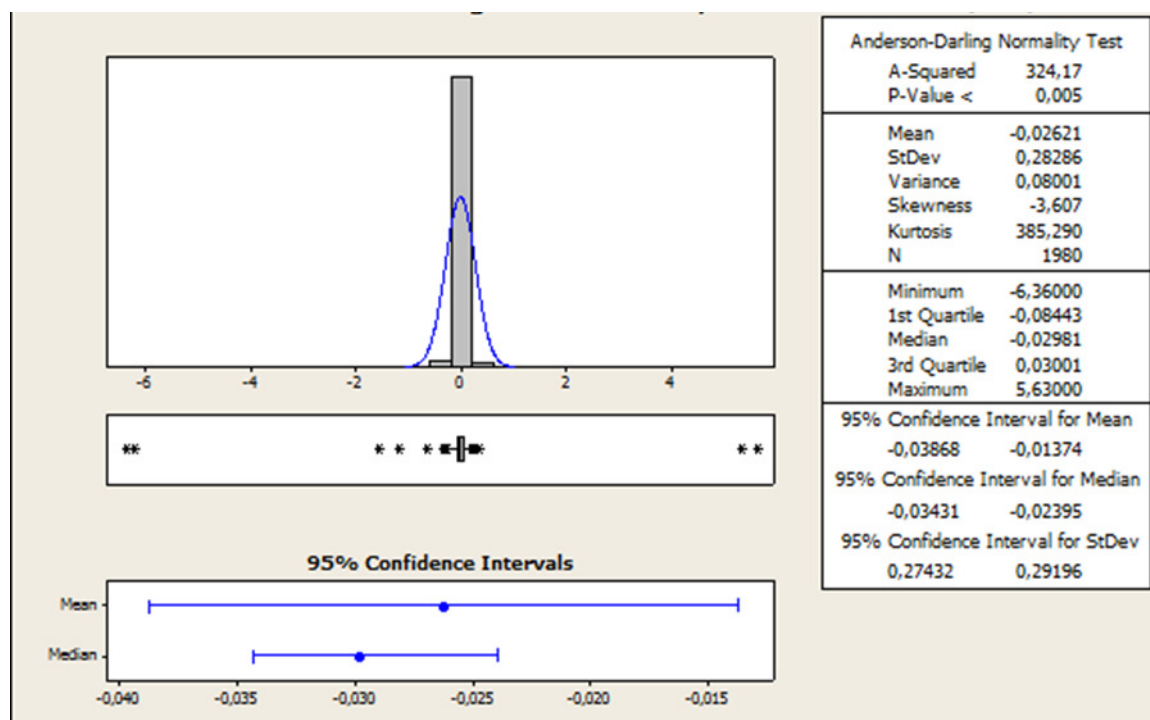


FIGURA 12: Gráfico Sumário Site A Modelo 2.

Pela análise da figura acima, consegue-se obter algumas informações importantes:

- ✓ Os dados da diferença em % das medições Logmeter ® x Xilômetro, tendem a seguir a Distribuição Normal, com grande concentração no valor de -2,62%;
- ✓ Para o Site A Modelo 2, foram medidas 1.980 viagens (caminhões de madeira – valor N da figura acima);
- ✓ A média da diferença entre a medição Logmeter ® x Xilômetro em % é de -2,62%, ou seja, a medição com o Logmeter ® é um pouco inferior a medição com o Xilômetro;
- ✓ A variação da diferença em % (95% do Intervalo de Confiança da Média) está entre -3,86% e -1,37%, ou seja, a diferença entre os dados estão muito concentradas no valor de -2%, o que traz muita segurança para a empresa, pois a comparação da medição entre os dois sistemas não está oscilando muito (segue um padrão de diferença), fato também observado no Modelo 1 do Site A.

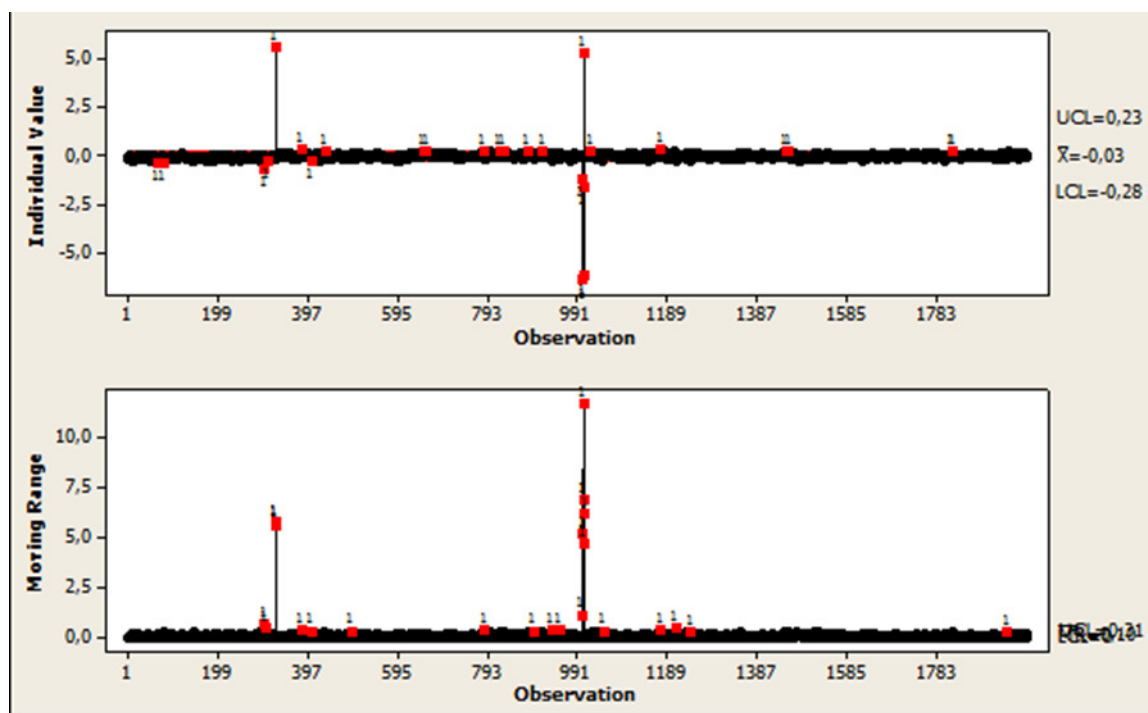


FIGURA 13: Carta de Controle X-AM Site A Modelo 2.

Ao analisar a Carta de Controle acima, conforme já foi percebido e mencionado na figura 12, a diferença em % entre a medição Logmeter ® x Xilômetro, na grande maioria das vezes, apresenta Causas Comuns de variação, com algumas Causas Especiais (pontos em vermelho). Lembrando que são 1.980 leituras comparativas entre os dois sistemas analisados.

Quantidade de Amostras (viagens):	1.980
Período Analisado:	19/11/2010 até 15/05/2011
Volume Total medido pelo Xilômetro:	98.027,86
Volume Total medido pelo Logmeter:	94.680,06
Diferença em m3 (Log - Xil):	(3.347,80)
Diferença média em % (Xil - Log):	-2,62%

FIGURA 14: Quadro Resumo Site A Modelo 2.

A figura acima resume todas as análises feitas entre as medições Logmeter ® x Xilômetro. O período analisado foi de aproximadamente 6 meses, e a diferença volumétrica apresentada entre os dois sistemas (em mais de 98.000 m³ medidos), foi de apenas 3.347 m³ (-2,62%, Logmeter ® a menor em relação ao Xilômetro).

Tal fato pode ser devido a:

- ✓ Xilômetro trabalha com amostragem, enquanto o Logmeter ® mede 100% das cargas de madeira;
- ✓ Xilômetro trabalha com fator peso volume, já o Logmeter ®, apenas com volume.

Existir diferenças entre os dois sistemas analisados, não necessariamente implica em dizer que um sistema está correto e o outro está errado, pois são sistemas diferentes, com metodologias de medição de madeira diferentes.

8. CONCLUSÃO

O comportamento da medição do Logmeter ®, comparando-se com a medição do Xilômetro, é mais estável, pois o mesmo trabalha diretamente com a mensuração do volume (em m³) e com a medição de todas as viagens / cargas de madeira que entram na Unidade Fabril da empresa. O Xilômetro trabalha com uma amostragem da carga de madeira (fator que não é obtido em todas as viagens de

madeira) e com o fator peso volume (que é diretamente influenciado pelo teor de umidade da madeira).

Os resultados do Logmeter ® são rastreáveis (através do módulo auditoria), onde além da informação do volume sólido, ficam armazenadas as imagens do caminhão (principalmente a leitura da carga), facilitando assim as auditorias e controles internos adotados na empresa, garantindo assim a transparência da empresa e do seu processo de recebimento de madeira.

A empresa optou pela implantação do sistema de medição Logmeter 4000 ® devido basicamente à: medição de 100% da madeira que está entrando na fábrica (melhorar a quantificação do fator de conversão m^3/t_{sa}); sistema robusto, preciso e com alta tecnologia de ponta (sistema mais moderno disponível no mercado atualmente); 100% auditável (sistema de auditoria); com resultado final em volume sólido m^3 (unidade pertencente ao SI, atendendo assim as legislações pertinentes) e automático (realiza as medições praticamente sem intervenção humana).

Até o presente momento, onde já temos a medição com o Logmeter ® oficializada em um site da empresa, desde Junho de 2011, os resultados demonstrados pelo equipamento e sistema têm sido bastante satisfatórios, fato pelo qual a empresa estará adotando este sistema, em seus futuros sites de produção fabril.

9. GLOSSÁRIO

ANÁLISE DE CAPACIDADE: estudo da capacidade de um processo, através da comparação da variabilidade própria do produto com as exigências ou especificações para o produto. A capacidade do processo é definida pela faixa $\mu \pm 3\sigma$ (faixa característica de um processo). Sob normalidade, 99,73% dos valores da variável devem pertencer a esta faixa (DÁVILA, 2007)

BENCHMARKING: trata-se de um processo contínuo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais entre os concorrentes mais fortes ou empresa conhecidas como líderes.

BLACK BELT: na empresa o programa *Black Belt* é composto de um treinamento de 4 semanas na metodologia Seis Sigma (com consultoria especializada no assunto), onde ao entrar para o programa, o funcionário fica afastado de suas funções rotineiras durante 2 anos, com a responsabilidade de fazer no mínimo 4 projetos que envolvam alta complexidade e alto retorno financeiro, além de ministrar os treinamentos internos para a formação de *Green Belts* e orientações dos mesmos em seus respectivos projetos. Ao término do período de 2 anos, o funcionário retorna para a sua área de origem ou outra área, geralmente com uma promoção.

CARTA DE CONTROLE: é um tipo de gráfico, muito utilizado como ferramenta de qualidade, para acompanhamento durante um processo. Nela é possível visualizar a média dos dados e os limites inferior e superior (calculados estatisticamente).

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP): apresenta como função básica, fornecer uma ferramenta para controle estatístico da variabilidade do produto / processo. O principal objetivo do CEP é padronizar a produção, para evitar a variabilidade.

CUBAGEM RIGOROSA: medição manual de toras de madeira (diâmetro e comprimento), para cálculo do volume sólido real da tora.

DIAGRAMA DE PARETO: representação gráfica utilizada para evidenciar os fatores que contribuem para ressaltar a importância relativa entre vários problemas ou de determinadas situações. Baseia-se no princípio de Pareto, onde 20% dos fatores respondem por 80% dos resultados (VALLE et al., 2010).

EMPOWERMENT: se baseia em dar autonomia, delegação de poder de decisões para as pessoas e funcionários de uma empresa.

FMEA: análise do tipo e efeito de falha (Failure Model and Effect Analysis). É uma ferramenta que busca evitar por meio da análise das falhas potenciais e plano de ação (ações de melhoria), falhas no projeto ou processo.

KAIZEN: conceito baseado na filosofia do aprimoramento contínuo.

LOGMETER ®: O sistema de medição Logmeter ® é um sistema especializado que permite, através da mistura de software e hardware, medir a carga de madeira presente em todos os caminhões, que passam pelo pórtico do sistema, através da utilização de laser e retorno de um resultado em volume sólido e volume empilhado.

NO SURPRISE: garantia de ausência de surpresas ao longo do projeto ou processo em uma empresa.

PART TO PART: conceito associado à variação na repetibilidade das medições.

REENGENHARIA: sistema administrativo utilizado pelas empresas, baseado nos conceitos de Arquitetura Organizacional, visando à manutenção da competitividade da empresa.

XILÔMETRO: o xilômetro (xilo=madeira, metro=medição) consiste num sistema de medição da madeira por deslocamento de água. Pode ser feito de diversas maneiras: utilizando toretes, toras ou árvores inteiras.

5W2H: é uma técnica de qualidade, para encontrar a causa raiz de um problema e conseqüentemente a elaboração de um Plano de Ação. Os 5 W's correspondem a: *What* (o que fazer); *Why* (por que fazer); *Who* (quem, responsável pela ação); *Where*

(onde, local de aplicação da ação); *When* (quando, prazo para aplicação da ação) e os 2 H's correspondem a: *How* (como fazer a ação) e *How much* (quanto irá representar a ação – financeiramente).

10. REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2006. 234 p.

BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.T.Z. O estéreo. **Metrvim**, n. 2, 19 p., 2002.

CARRANZA, C. **Programa Seis Sigma Black Belts Sessão 1 Industrial Especial Suzano**. INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2008. Versão 1. 324 p.

COLHEITA DE MADEIRA. Suzano adquire um terceiro sistema de medição de madeira Logmeter ® 4000. 2010. Disponível em:<[http://www.colheitademadeira.com.br/informativos/106/suzano-adquire-um-terceiro-sistema-Logmeter ®-4000.html](http://www.colheitademadeira.com.br/informativos/106/suzano-adquire-um-terceiro-sistema-Logmeter-®-4000.html)>. Acesso em: 09 ago 2011.

DÁVILA, V.H.L. Análise da Capacidade de processos Aula 1. 2007. Disponível em:<<http://www.ime.unicamp.br/~hlachos/Anlise%20de%20Capacidade.pdf>>. Acesso em: 15 ago 2011.

DOMENECH, C.H.; DOMENECH, M.I. O Planejamento Experimental (DOE) gerando resultados rápidos no Seis Sigma. 2011. Disponível em:<<http://www.midomenech.com.br/admin/arquivos/DOE%20e%20o%20Seis%20Sigma.pdf>>. Acesso em: 08 ago 2011.

FALCONI, V.C. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 4. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004a. 300 p.

FALCONI, V.C. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004b. 266 p.

FIORAVANTI, A. **Aplicação da metodologia "Design for Six Sigma" (DFSS) em projetos automotivos**. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. 118 p. Disponível em: <http://www.automotiva-poliusp.org.br/mest/banc/pdf/fioravanti_alexandre.pdf>. Acesso em: 09 ago 2011.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 2. ed., New York: John Willey & Sons, 1972. 410p.

IPEF. **"IPEF Notícias"**. Número 196. Janeiro, Fevereiro, Março 2009. Ano 35. 12 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **"Portaria 130, de 07 de dezembro de 1999"**. 1999.

MATTOS, L.K. **As mudanças organizacionais e seus gestores nas empresas na era da informação**. Dissertação. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresa da Fundação Getúlio Vargas. 2002. 80 p. Disponível em:<<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3671/Lissandra.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 ago 2011.

SCOLFORO, J.R.; FILHO, A.F. **Mensuração florestal 2: Volumetria**. ESAL/FAEPE, p. 106-114, 1992.

SOARES, C.P.B; RIBEIRO, J.C.; NASCIMENTO FILHO, M.B.; RIBEIRO, J.C.L. Determinação de fatores de empilhamento através de fotografias digitais. **Revista Árvore** vol.27 no.4 Viçosa July/Aug. 2003

VALLE. A.B.; SOARES, C.A.P.; FINOCCHIO JR., J.; SILVA, L.S.F. **Fundamentos de Gerenciamento de Projetos**. 2. ed., Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010. 172 p.

11. ANEXOS

TABELA I: Cronograma das atividades do projeto

CRONOGRAMA PARA ACOMPANHAMENTO DA META DO PROJETO																
ITENS	Q U I N	jul/10		ago/10		set/10		out/10		nov/10		dez/10		RESP.	STATUS/ COMENTÁRIO	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
Início do Projeto (interação Artur com o projeto já em andamento)	P													Artur		
	R															
Reunião com a Woodtech	P													Artur		
	R															
Início da elaboração da planilha Gerenciamento do Projeto e Mapeamento de Riscos	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Finalizar Gerenciamento do Projeto e Mapeamento de Riscos	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Elaboração dos cronogramas de cubagem	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Levantamento das informações de Benchmarking	P													Artur		
	R															
Alinhamento das pendências de TI do projeto	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Reunião com a Diretoria para apresentar o andamento do projeto	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Início das reuniões semanais (Conference Call) para alinhamento da integração Logmeter x SAP	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Elaboração da planilha Cockpit Logmeter	P													Artur		
	R															
Início da comparação dos resultados Xilômetro vs. Logmeter	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Preparar material para 2ª reunião de alinhamento do projeto com a Diretoria	p													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															
Finalizar Mapa de Raciocínio do Projeto e entrar na etapa "Ok to Close"	P													Artur em conjunto com equipe de suporte do projeto		
	R															

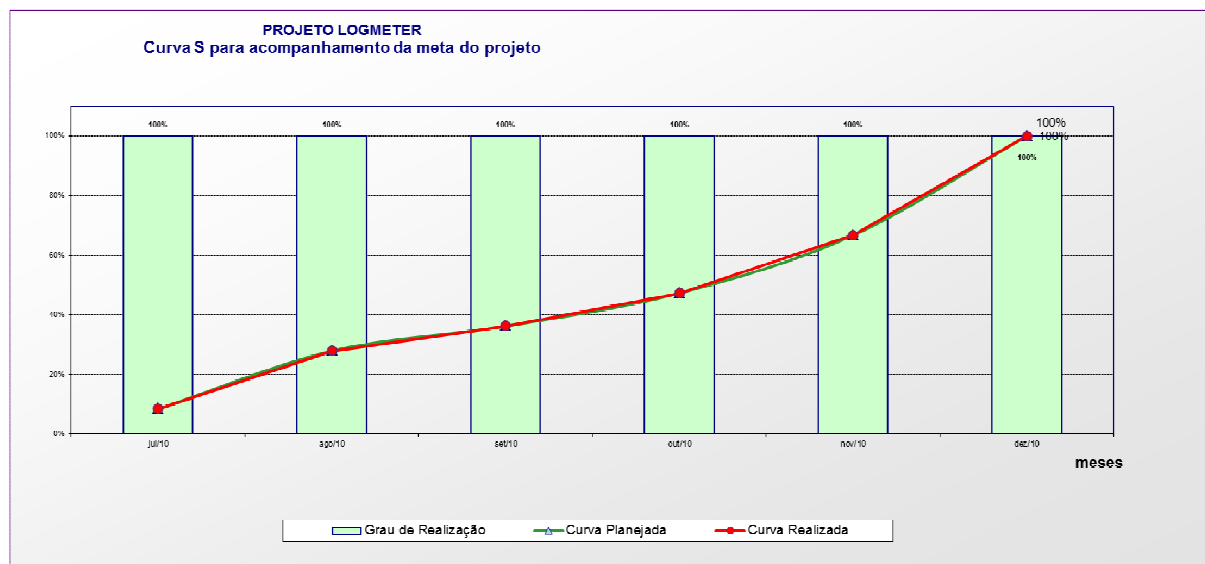


FIGURA 15: Curva “S” das atividades do projeto.