



PECCA

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

GUSTAVO TAKINAGA PIZZI

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *SEIS SIGMA* NA REDUÇÃO DA VARIAÇÃO DA
ÁREA DE SOLO PREPARADA NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, NA UNIDADE
DE NEGÓCIO FLORESTAL BAHIA,
SUZANO PAPEL E CELULOSE S/A**

CURITIBA

2010



PECCA

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

GUSTAVO TAKINAGA PIZZI

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *SEIS SIGMA* NA REDUÇÃO DA VARIAÇÃO DA
ÁREA DE SOLO PREPARADA NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, NA UNIDADE
DE NEGÓCIO FLORESTAL BAHIA,
SUZANO PAPEL E CELULOSE S/A**

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: Dra. Ghislaine Miranda Bonduelle

CURITIBA

2010

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

DEDICATÓRIA:

Dedico este trabalho aos profissionais que tanto contribuem para a pesquisa e para o desenvolvimento do setor florestal brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Para que um trabalho deste porte termine no prazo e com o conteúdo planejado é necessário o suporte de muitas pessoas. Pela conclusão deste trabalho, agradeço e presto minha homenagem:

Aos meus pais, pelo exemplo de simplicidade e humildade que carregarei por toda minha vida.

Ao meu orientador, Aguinaldo José de Souza, que com profissionalismo e praticidade me indicou e esclareceu os melhores caminhos para chegar à conclusão de mais esta etapa da minha carreira profissional.

Aos meus líderes, Eduardo Mello e Atus Ventura Lemos, que acreditaram na minha proposta de executar este trabalho e vêm incentivando meu crescimento profissional.

Aos patrocinadores do projeto Seis Sigma, Atus Ventura Lemos e Marcelo Geraldo Meira, por terem oferecido todo apoio para o andamento do projeto.

Ao amigo e Black Belt Artur de Almeida por ter contribuído na metodologia Seis Sigma.

A todos os colegas da Suzano Papel e Celulose S/A UNF-BA, por terem proporcionado oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas de trabalho Marcos Antônio Marinho e Paulo Calazans por terem oferecido apoio na coleta de dados da atividade de subsolagem.

Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não havia pobreza no mundo e ninguém morreria de fome.

Mahatma Ghandi

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA2

3. JUSTIFICATIVA6

4. PROBLEMA8

5. OBJETIVO11

6. MATERIAL E MÉTODOS.....11

6.1 Fase D - Identificação do Problema..... 11

6.2 Fase M – Análise do Fenômeno 14

6.3 Fase A – Análise do Processo 16

6.4.1 Fase I – Estabelecimento do Plano de Ação 17

6.4.2 Fase I – Execução do Plano de Ação 17

6.5.1 Fase C – Verificação dos Resultados 18

6.5.2 Fase C – Padronização ou Ação Corretiva 18

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO19

8. CONCLUSÃO.....33

9. GLOSSÁRIO35

10. REFERÊNCIAS36

11. ANEXOS39

LISTA DE FIGURAS

1. PREPARO DE SOLO NÃO ATENDENDO A RECOMENDAÇÃO TÉCNICA 9

2. PREPARO DE SOLO ATENDENDO A RECOMENDAÇÃO TÉCNICA..... 9

3. MAPA DE PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM E ITENS DE MAIOR CRITICIDADE
LEVANTADOS EM REUNIÃO DE “BRAINSTORMING”..... 23

I. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, PREPARO DE
40 CM E 60 CM 40

II. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, PREPARO DE
80 CM 41

III. CHECK LIST DA ATIVIDADE DE SUBSLAGEM 42

LISTA DE GRÁFICOS

1. ANÁLISE TEMPORAL DOS DESVIOS OBTIDOS DA ÁREA DE SOLO PREPARADA NOS MESES
DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2009 10

2. DESVIO PADRÃO DOS ÍNDICES OBTIDOS DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2009 E A
PROJEÇÃO DA META A SER ALCANCADA ATÉ SETEMBRO DE 2010 12

3. CONTRIBUIÇÃO DAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE PREPARO DE SOLO NA VARIAÇÃO
DAS ÁREAS DE SOLO PREPARADAS 19

4. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE
DE 40 CM 19

5. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE
DE 60 CM 20

6. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE
DE 80 CM 20

7. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META GERAL..... 30

8. ACOMPANHAMENTO GRÁFICO DO PROJETO 31

9. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO DE
40 CM 31

10. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO
DE 60 CM 32

11. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO
DE 80 CM 32

LISTA DE TABELAS

1. CÁLCULO DA META GERAL MÊS A MÊS 14

2. ESCALA SIGMA 21

3. NÍVEL SIGMA DO PERCENTUAL DE VARIAÇÃO NA ÁREA DE SOLO PREPARADA NA
ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, NOS PROBLEMAS CRÍTICOS IDENTIFICADOS..... 21

4. OBJETIVOS DE MELHORIA DOS VALORES DAS METAS ESPECÍFICAS..... 21

5. PARÂMETROS DO PROCESSO CONTROLÁVEIS (*C) / RUÍDOS CRÍTICOS (*R), QUE
INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DAS CAUSAS 25

6. DESCRIÇÃO DO FATOR CAUSAL, STATUS, ESPECIFICAÇÃO, AÇÃO ESTABELECIDADA E NÍVEL
DE PRIORIDADE 26

7. PLANO DE AÇÃO PARA AS METAS ESPECÍFICAS 28

I. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DO PROJETO..... 39

RESUMO

Visto a importância de um preparo de solo dentro das recomendações técnicas, com o mínimo de variação possível de área de solo preparada e garantir a homogeneidade e produtividade florestal, foi desenvolvido este trabalho, cujo objetivo é utilizar a metodologia Seis Sigma para reduzir a variação na área de solo preparada na atividade de subsolagem, na Suzano Papel e Celulose S/A, UNF-BA. Considera-se como foco do trabalho atingir a área máxima (potencial) de preparo de solo. Os problemas críticos identificados foram: preparo de solo de 40 cm de profundidade, preparo de solo de 60 cm de profundidade e preparo de solo de 80 cm de profundidade. A metodologia Seis Sigma, cujo princípio fundamental é o de reduzir de forma contínua a variação nos processos, foi utilizada e trabalhada neste projeto conforme metodologia DMAIC, de acordo com as fases: D (Identificação do Problema); M (Análise do Fenômeno); A (Análise do Processo); I (Estabelecimento e Execução do Plano de Ação); C (Verificação do Resultado) e C (Padronização ou Ação Corretiva). De acordo com o “nível de Qualidade Sigma” obtido para as 3 profundidades avaliadas, 40, 60 e 80 cm, o preparo de 80 cm apresentou o menor “Nível Sigma”, igual a 1,25, mostrando grande oportunidade de ganhos e contribuição para atingir a meta do projeto, visto que um Nível Sigma igual a 3 seria o ideal. A meta geral do projeto que seria reduzir o desvio padrão para 18,92% da área de solo preparada na atividade de subsolagem, na UNF-BA, até setembro de 2010 foi alcançada. Os fatores causais controláveis críticos levantados e relacionados à variação na área de solo foram: máquinas e subsoladores trabalhando fora das especificações técnicas recomendadas; ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem; ausência de indicadores de umidade do solo; presença de tocos altos deixados pela atividade de colheita e presença de resíduos da colheita na linha de subsolagem. O projeto contribuiu para melhorar a qualidade nos preparos de solo da empresa, além de proporcionar fundamentos gerenciais para possíveis ajustes nas recomendações técnicas de profundidade mínima de preparo do solo, baseado no banco de dados obtido. Além de influenciar na mudança de comportamento dos supervisores de silvicultura da própria Suzano, como dos prestadores de serviço, visto a necessidade de monitorar e controlar a qualidade da atividade de preparo de solo. Contribuiu também para que o conceito de monitoramento e controle de qualidade das atividades de silvicultura voltem a ser utilizados como procedimento organizacional na empresa.

Palavras-chave: subsolagem, metodologia seis sigma e área mobilizada.

1. INTRODUÇÃO

O extremo sul da Bahia vem adotando a silvicultura como uma de suas principais atividades econômicas, destacando-se o plantio de eucalipto para celulose. Empresas como Suzano, Veracel e Fibria expandiram suas áreas de plantio nos últimos anos, visando o aumento da disponibilização de madeira. Desde a década de 70, essas empresas e suas antecessoras vêm direcionando as suas pesquisas para selecionar materiais genéticos adaptados às condições locais. De acordo com SOUZA (2001), simultaneamente são desenvolvidas tecnologias de manejo de solo para garantir o pleno estabelecimento desses materiais (clones e sementes), bem como para o aumento da produtividade.

No plantio do eucalipto, vários são os fatores que interferem diretamente na produtividade. Dentre eles, pode-se destacar a precipitação pluviométrica e a profundidade efetiva do solo, SHORTER (1993). Quanto ao primeiro fator, AUGUST e FERRAZ (2000) citam que o extremo sul da Bahia apresenta uma precipitação média anual que varia de 1000 a 1600 mm, com boa distribuição de chuvas durante todo ano, favorecendo significativamente, o desenvolvimento do eucalipto. Porém essa região é reconhecida pela presença de solos coesos, originários da formação barreiras, que, muitas vezes, impedem a expressão máxima de materiais genéticos selecionados, segundo SOUZA *et al* (2001).

Para SIMÕES *et al* (1981), o preparo de solo para implantação de projetos silviculturais objetiva, de forma direta ou indireta, garantir a sobrevivência das plantas, melhorar o seu crescimento inicial e aumentar a produtividade florestal.

Os plantios florestais iniciados na década de 60 espelharam-se nos sistemas de preparo agrícola convencionais, com abertura de extensas áreas e revolvimento do solo com arados e grades, após a remoção da vegetação original. A pesquisa e inovação em termos de preparo de solo exigiram a reavaliação dos principais efeitos dessa atividade no sistema florestal, destacando-se o manejo de resíduos, alteração da física do solo, a dinâmica nutricional e manejo da água. A participação relativa de cada um desses aspectos no melhor desenvolvimento da floresta mostrou-se ser sítio-específico, demandando recomendações de preparo embasadas no conhecimento da planta, do meio físico (solo e clima) e das práticas e equipamentos disponíveis. Quanto maior a variabilidade desses fatores, maior a

possibilidade de suas interações com o preparo de solo na determinação da produtividade florestal, e mais criteriosa devem ser as decisões acerca do preparo de solo ideal.

Este é o caso do extremo sul da Bahia, onde os solos coesos da formação barreiras, com sérias restrições físicas e químicas à silvicultura, associada às altas variabilidades pluviométricas, mensais e interanuais, podem restringir ou inviabilizar a silvicultura se o preparo de solo não for adequadamente estabelecido e executado, EMBRAPA (2000).

Para NAMBIAR (1990), devido à destacada importância do componente hídrico no crescimento das florestas, o modelo de decisão de preparo deve levar em consideração as entradas, saídas e capacidade de armazenamento de água na camada de solo explorável pelo sistema radicular das árvores. Esta camada explorável irá depender de características próprias das plantas (material de sementes e clones), das características físicas do solo (textura, estrutura e adensamento), e do preparo de solo propriamente dito, na medida em que se pode eliminar parte destas restrições.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do preparo de solo na Suzano Papel e Celulose S/A, Unidade de Negócio Florestal-BA e propor melhorias para reduzir a variação na área de solo preparada na atividade de subsolagem, utilizando-se a metodologia Seis Sigma para tal finalidade e apresentar ações para minorá-las ou neutralizá-las.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para TINKER (1981), inúmeros trabalhos científicos mostram que há uma relação direta, positiva e estreita entre o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o volume da copa e a produção florestal. Não obstante o desenvolvimento radicular das plantas dependerem principalmente de fatores genéticos, certas limitações do solo podem inibi-lo, reduzindo o volume do raizame e conseqüentemente o de solo explorado, afetando o crescimento e desenvolvimento da planta. De acordo com OLIVEIRA (1991), as causas mais comuns em solo brasileiros são: substrato rochoso a pouca profundidade, presença de plinita, camada espessa de seixos, lençóis freáticos elevados ou drenagem deficiente,

camadas adensadas de origem antrópica (compactação) ou pedogenética (adensamento) e alumínio trocável em níveis tóxicos.

Segundo JACOMINE (1996), os tabuleiros distribuem-se por quase toda a faixa costeira do Brasil, desde o estado do Amapá até o Rio de Janeiro, estendendo-se até o vale do rio Paraíba do Sul, no estado de SP. Limitam-se na parte ocidental, com morros do cristalino, e, na parte oriental, com a baixada litorânea. Ocupam ainda, grande extensão de terras no médio e baixo vale do rio Amazonas e afluentes, nos estados do Maranhão e Piauí e nas áreas semi-áridas de Pernambuco e Bahia, estendendo-se para o sul e para a região do médio Jequitinhonha, em Minas Gerais. Estima-se que no Brasil, as áreas de tabuleiros abrangem extensão de 20.000 Km² (20 milhões de hectares).

Para JACOMINE (1996) e RIBEIRO (1998) os principais solos do ecossistema dos tabuleiros (Latosolos Amarelos e Podzólicos Amarelos) caracterizam-se como profundos, ácidos, álicos, com baixa capacidade de troca catiônica, pouca diferença morfológica entre horizontes e presença freqüente de horizontes coesos. As espécies vegetais, anuais e perenes, cultivadas nesses solos, algumas vezes com irrigação suplementar, geralmente apresentam baixo vigor vegetativo, reduzida longevidade e baixas produções, comparativamente aos mesmos cultivos realizados em outras unidades de paisagem, devido a uma relação solo-planta fortemente influenciados pela baixa disponibilidade de nutrientes, acidez elevada e pela estrutura dominante dos horizontes coesos.

REZENDE (1997) descreve que a presença dos horizontes coesos (duros) no perfil do solo afeta as relações entre drenagem, teor de água disponível, aeração, temperatura, penetração radicular e absorção de nutrientes, com reflexos negativos na produção agrícola. Por outro lado, além desses problemas associados à coesão, a acidez ativa e trocável dos solos coesos, aumentam ao longo do perfil (o pH varia de moderadamente ácido, abaixo da superfície, a fortemente ácido, nos horizontes superficiais), constituindo também um inibidor químico do desenvolvimento radicular e da atividade microbiana.

Considerando-se a expressão geográfica dos solos coesos dos tabuleiros costeiros (aproximadamente 10 milhões de hectares apenas no nordeste brasileiro) a sua importância socioeconômica, deve-se dispensar a devida atenção ao seu uso, manejo e conservação. As técnicas de preparo de solo, correção de acidez, manejo

de água e dos fertilizantes, por exemplo, devem ser melhores compreendidas e aplicadas.

No presente projeto iremos trabalhar com a metodologia Seis Sigma, que visa mensurar e monitorar processos para que os desvios à 'normalidade' sejam evitados ao máximo, além de reduzir a probabilidade de falhas.

Segundo RASIS (2002), Seis Sigma é a inflexível e rigorosa busca da redução da variação em todos os processos críticos para alcançar melhorias contínuas e quânticas que impactam os índices de uma organização e aumentam a satisfação e lealdade dos clientes. É uma iniciativa organizacional projetada para criar processos de manufatura, serviço ou administrativo que gerem no máximo 3,4 defeitos por milhão de oportunidade (DPMO). A ferramenta de melhoria empregada na implantação dos projetos Seis Sigma é o DMAIC, que significa: "Definir – Medir – Analisar – Implementar – Controlar.

De acordo com KLEFSJO (2001), a razão para o nome Seis Sigma foi porque 'sigma' é a medida estatística relacionada com a capacidade de um processo, ou a habilidade deste processo em produzir peças sem defeitos. No jargão estatístico, sigma é a medida da variação do processo ou o desvio padrão.

PYSDEK (2003) destaca que o conceito de Seis Sigma foi desenvolvido pela empresa Motorola faz menos de duas décadas, em meados da década de 80. A empresa estava seriamente ameaçada pelos concorrentes japoneses e seus executivos propuseram reduzir a variação de processos, de forma que eles gerassem menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. A aplicação desta metodologia assenta na implementação de um sistema baseado na mensuração e monitoramento de processos, para que os desvios à 'normalidade' sejam evitados ao máximo, por forma a que as conseqüências nefastas que daí possa advir, sejam igualmente evitadas.

RATH e STRONG (2001) descrevem que a metodologia Seis Sigma tem a finalidade de melhorar os processos, reduzindo variabilidade. A variabilidade é tratada como se fosse uma falha intrínseca ao processo, e desta forma, através de projetos de melhoria contínua e sustentável, se objetiva reduzi-la a níveis baixíssimos, visto que não existe processo sem variação.

Para WILSON (2000), os benefícios adquiridos com o alcance do Seis Sigma buscam atender e superar as expectativas dos clientes. Seis Sigma

representa mudança na cultura, estabelecimento de uma linguagem e métodos comuns para melhorias, simplificação de processos, redução de defeitos, redução de reparos no produto, redução de erros, melhorias no tempo de ciclo, melhorias de base e melhorias de mercado.

Segundo RATH e STRONG (2001), uma comparação entre uma visão clássica da Qualidade e uma visão Seis Sigma apresenta uma gigantesca diferença entre níveis de aceitação do que é qualidade. Na visão Clássica, um processo extremamente otimizado atinge 99% de eficiência, enquanto para uma visão Seis Sigma, um processo só é considerado adequado quando a eficiência deste atinge 99,99966%.

Conforme SCATOLIN (2005), Seis Sigma possui parâmetros claros de comparação e posicionamento de uma empresa em relação aos seus competidores: este parâmetro é o nível sigma. Muitas vezes, as empresas acreditam que reduzindo em 10% ou 20% seu nível de perdas seria o suficiente para competir com vantagens no mercado atual. Porém, o que diferencia as empresas com alta performance muitas vezes é um fator de 100 ou até mais de 1000 vezes melhor. Medindo o nível sigma, descobre-se o tamanho da oportunidade que se tem e até que ponto isso é possível de maneira econômica. A maioria das melhores empresas está localizada abaixo de quatro no padrão sigma.

Trata-se de uma metodologia que atravessa toda a empresa e que requerem responsáveis cuja responsabilidade passe unicamente pelo desenvolvimento de melhorias contínuas. Não se pense, porém, que se trata do envolvimento isolado de uma equipe. Todos os elementos envolvidos nos processos que possam surtir influência na perspectiva que o público tem sobre a organização necessitam obter formação adequada para que, no longo prazo conjuguem o seu desempenho com os padrões desejados.

Além disso, o Seis Sigma prioriza a escolha do pessoal que irá se envolver na implantação e aplicação do programa de forma criteriosa, além do treinamento e da formação das equipes para a seleção, implementação, condução e avaliação dos resultados obtidos com os projetos executados, que são a base de sustentação do programa.

Um dos maiores problemas do Seis Sigma é o fato de que muitas organizações não têm compreensão da metodologia fazendo com que os conceitos envolvidos sejam transmitidos de forma errônea, prejudicando a organização.

3. JUSTIFICATIVA

O preparo de solo em silvicultura pode apresentar vários objetivos, mas todos, direta ou indiretamente, atuam de forma a propiciar uma adequada sobrevivência pós-plantio, um acelerado desenvolvimento inicial e uma produtividade ao final da rotação superior àquele que seria obtido sem o preparo, justificando em parte, os seus custos operacionais. Estes objetivos são alcançados através do preparo, na medida em que este atua minimizando ou eliminando restrições ao estabelecimento e crescimento da floresta, ou propiciando seu melhor manejo. Estas limitações podem ser categorizadas em quatro grandes grupos de acordo com o seu principal efeito sobre a produção florestal: limitações operacionais, físicas, hídricas e nutricionais, STAPE et al (2002).

Para CAMARGO e ALLEONI (1987), entre os diversos fatores que prejudicam o desenvolvimento e crescimento das plantas cultivadas, a compactação e o adensamento do solo tomam, muitas vezes, dimensões sérias, pois ao causarem restrição ao crescimento e desenvolvimento radicular, acarretam uma série de problemas que afetam diretamente ou indiretamente a produção.

REZENDE (1997) cita que, a profundidade crítica para o crescimento e desenvolvimento de plantas dependerá da planta em questão, todavia, quando estão na ou próxima à superfície, sejam elas de qualquer natureza, sugerem a necessidade de sistemas de manejo diferenciados daqueles usualmente utilizados, a fim de se reduzir ou controlar o estresse provocado pela compactação.

A presença de camadas coesas nos principais solos dos tabuleiros costeiros, com elevada resistência à penetração, conforme mostra SOARES (1999), constitui um inibidor físico do crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

Como a compactação e o adensamento do solo provocam diminuição no tamanho dos poros, a ponto de impedir a passagem da raiz principal, a planta utiliza mecanismos de defesa via expansão de raízes laterais com diâmetros adequados para passar pelos poros. Essas raízes laterais parecem responder à imposição de

obstáculos mecânicos de maneira muito semelhante à principal. Assim, se o obstáculo é imposto a ambas, todo o sistema se tornará definhado, ficando inteiramente coberto por pêlos radiculares. A porcentagem de espaços vazios no volume de solo e, especialmente, seus aspectos geométricos, como número, tamanho, forma, distribuição, direção, continuidade e conexão, são, portanto, bastante relevantes para o desenvolvimento radicular.

Na Bahia é comum a prática de subsolagem para garantir êxito do reflorestamento com eucalipto, pois os horizontes subsuperficiais duros dificultam o desenvolvimento radicular das plantas, inclusive deformando-os.

A aeração e o impedimento físico (resistência à penetração) são as principais causas de inibição do crescimento radicular em solos compactos e/ou densos. A compactação e o adensamento do solo provocam diminuição da macroporosidade, justamente aquela responsável pela circulação do ar no solo. Isto ocorre nas camadas coesas dos principais solos dos tabuleiros costeiros, conforme mostram SANTOS e REZENDE (1989), SANTOS (1992) e NACIF (1994). A baixa aeração dificulta também a ramificação das raízes adventícias subsuperficiais e essa concentração de raízes leva a planta a utilizar a água localizada apenas nos primeiros centímetros do solo, podendo causar problemas de deficiência hídrica em período de seca.

Uma alternativa para contornar o problema da coesão é o uso de subsoladores. Trata-se de implementos de preparo profundo do solo cujos órgãos ativos são hastes, que não revolvem o solo, apenas removem-no, mantendo a sua ordem natural. O rompimento por subsolagem dos horizontes e/ou camadas compactas e/ou densas resulta nos seguintes benefícios imediatos: aumento da macroporosidade, e, portanto aeração do solo; diminuição da resistência do solo à penetração; aumento da drenagem interna, da taxa de infiltração e da infiltração acumulada; diminuição do encharcamento do solo e do deflúvio superficial em áreas planas ou com declives. Isto favorece o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas e a atividade microbiana.

O problema atual na Suzano Papel e Celulose UNF-BA é a elevada variação na área de solo preparada em relação aos padrões técnicos recomendados. Logo, foi escolhido este problema como escopo para estabelecer a meta do projeto, devido à importância de um preparo de solo dentro das

recomendações técnicas, com o mínimo de variação possível de área preparada, para garantir a homogeneidade e produtividade florestal.

A melhoria da qualidade dos solos preparados, que pode ser verificada pelo monitoramento de qualidade nas Unidades de Manejo realizadas e também pelas produtividades potenciais alcançadas pelas florestas, é uma ação de curto prazo que deve contribuir para o cumprimento dessa meta.

Vale à pena investir na solução do problema, pois a redução no percentual de variação de área de solo preparada permitirá que a subsolagem seja feita dentro das recomendações técnicas exigidas para cada Unidade de Produção subsolada, obtendo dessa forma ganhos em homogeneidade dos povoamentos e refletindo na produtividade potencial da floresta.

4. PROBLEMA

Uma das metas estratégicas da UNF-BA é o aumento da produtividade florestal, de 37,5 para 43,0 m³/ha/ano até 2017. Este problema foi escolhido como escopo para estabelecer a meta do projeto, devido à importância de um preparo de solo dentro das recomendações técnicas, com o mínimo de variação possível de área de solo preparada, para garantir a homogeneidade e produtividade florestal. Trata-se de um problema de rotina.

Em janeiro a fevereiro de 2009 foi realizado um trabalho em parceria com a Universidade Federal de Viçosa, cujos objetivos foram: avaliar a qualidade do preparo do solo; quantificar a área de solo preparada, em subsolagens profundas (localização das raízes), correlacionando volume da árvore média; comparar áreas de alta e baixa produtividade, dentro da mesma Unidade de Produção, em regiões de Formação Barreiras. Para mostrar o problema que ocorre na empresa foi selecionada, como exemplo, a Unidade de Produção 14A052, na Unidade de Manejo 1M, tipo de Solo PA7-A-1, Clone 2277 e profundidade mínima recomendada de preparo igual a 80 cm.

Os resultados mostraram que o preparo de solo foi aquém do desejado, ou seja, em uma das unidades de produção, a recomendação técnica de preparo de solo que seria de 80 cm de profundidade mínima, não foi atingida, ocasionando

dessa forma uma menor “caixa de solo” preparada, um menor desenvolvimento do sistema radicular da planta e uma menor produtividade florestal (FIGURA 1).

Em outra unidade de produção, a recomendação mínima de preparo de solo com que seria de 80 cm de profundidade foi atingida, contribuindo dessa forma para um melhor preparo da “caixa de subsolagem”, um melhor desenvolvimento do sistema radicular da planta e uma maior produtividade da floresta (FIGURA 2).



FIGURA 1. PREPARO DE SOLO NÃO ATENDENDO A RECOMENDAÇÃO TÉCNICA.



FIGURA 2. PREPARO DE SOLO ATENDENDO A RECOMENDAÇÃO TÉCNICA.

No GRÁFICO 1 pode-se observar a análise temporal dos desvios dos índices da área máxima de preparo de solo, obtidos nos meses de janeiro a dezembro de 2009. Os valores mensais indicam que quanto menor os desvios obtidos, melhor encontram-se os preparos de solo.

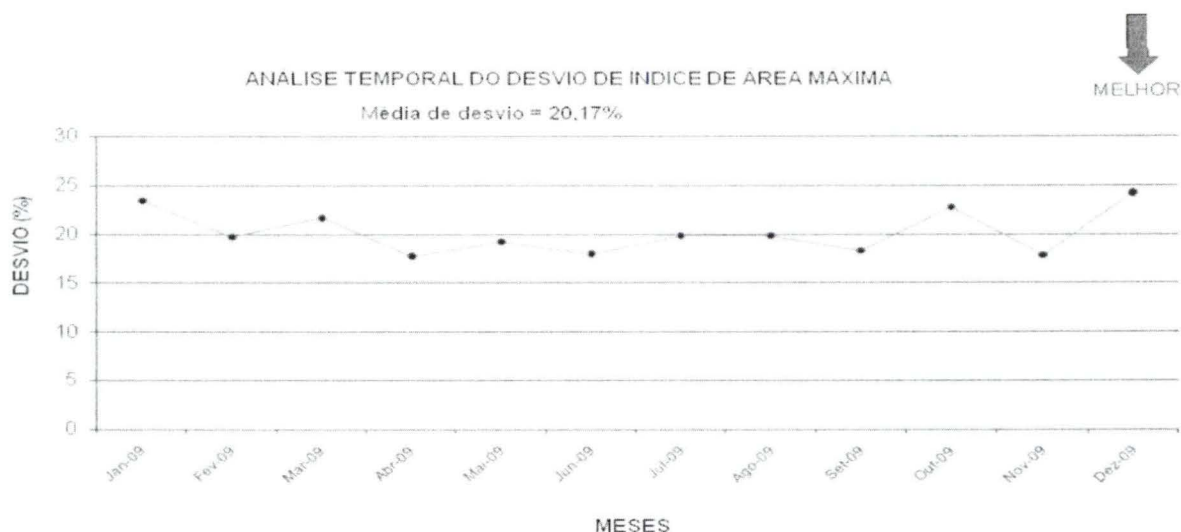


GRÁFICO 1. ANÁLISE TEMPORAL DOS DESVIOS OBTIDOS DA ÁREA DE SOLO PREPARADA NOS MESES DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2009.

É considerada elevada variação na área de solo preparada em atividades de subsolagem, na UNF-BA, as variações que excedem ou ficam abaixo do limite máximo recomendado de área de solo preparada. Considera-se como foco do trabalho atingir a área máxima (potencial) de preparo de solo. Ou seja, para um preparo de solo com profundidade mínima de 80 cm, foi estipulado um preparo de solo com profundidade máxima de 100 cm, sendo que a área preparada com 100 cm de profundidade será o preparo potencial desejado.

As variações na área de solo preparada em áreas de implantação e reforma no ano de 2009, dispersam mês a mês e o indicador não apresenta tendência, nem sazonalidade.

Os problemas críticos identificados foram: (1) Preparo de solo com no mínimo 40 cm de profundidade; (2) Preparo de solo com no mínimo 60 cm de profundidade e (3) Preparo de solo com no mínimo 80 cm de profundidade.

5. OBJETIVOS

O objetivo geral do projeto visa reduzir a variação da área de solo preparada na atividade de subsolagem, na UNF-BA. Reduzir o desvio padrão para 18,92% (média atual de 20,17%) o percentual médio de desvio de índice de área máxima de solo preparado, em atividades de subsolagem realizadas em áreas de reforma e implantação da UNF-BA, até setembro de 2010.

6. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia Seis Sigma foi utilizada nesse projeto, onde o princípio fundamental é o de reduzir de forma contínua a variação nos processos, eliminando defeitos ou falhas nos produtos e serviços dentro de uma organização, proporcionando aos seus clientes um serviço/produto, próximo da perfeição. As fases para execução do projeto Seis Sigma baseiam-se na metodologia DMAIC, onde:

- * D – Identificação do Problema: **I)** Identificação das prioridades e **II)** Estabelecimento da Meta Geral.
- * M – Análise do Fenômeno: **III)** Desdobramento do problema; **IV)** Determinação de oportunidades nas variações e **V)** Estabelecimento de metas específicas.
- * A – Análise do Processo: **VI)** Identificação das causas potenciais e **VII)** Quantificação, análise e priorização das causas potenciais.
- * I – Estabelecimento do Plano de Ação: **VIII)** Teste de medidas e Elaboração do plano de ação.
- * I – Execução do Plano de Ação: **IX)** Execução do plano de ação.
- * C – Verificação dos Resultados: **X)** Verificação.
- * C – Padronização ou Ação Corretiva: **XI)** Ações a serem executadas.

6.1 Fase D – Identificação do Problema

I) Identificação das prioridades: Conforme descrito no item 4, os problemas críticos identificados foram: (1) Preparo de solo com no mínimo 60 cm de

profundidade; (2) Preparo de solo com no mínimo 80 cm de profundidade; (3) Preparo de solo com no mínimo 40 cm de profundidade.

II) Estabelecimento da Meta Geral: Conforme já descrito no item 5, o objetivo do projeto será reduzir o desvio padrão para 18,92% (média atual de 20,17%) o percentual médio de desvio de índice de área máxima de solo preparado, em atividades de subsolagem realizadas em áreas de reforma e implantação da UNF-BA, até setembro de 2010.

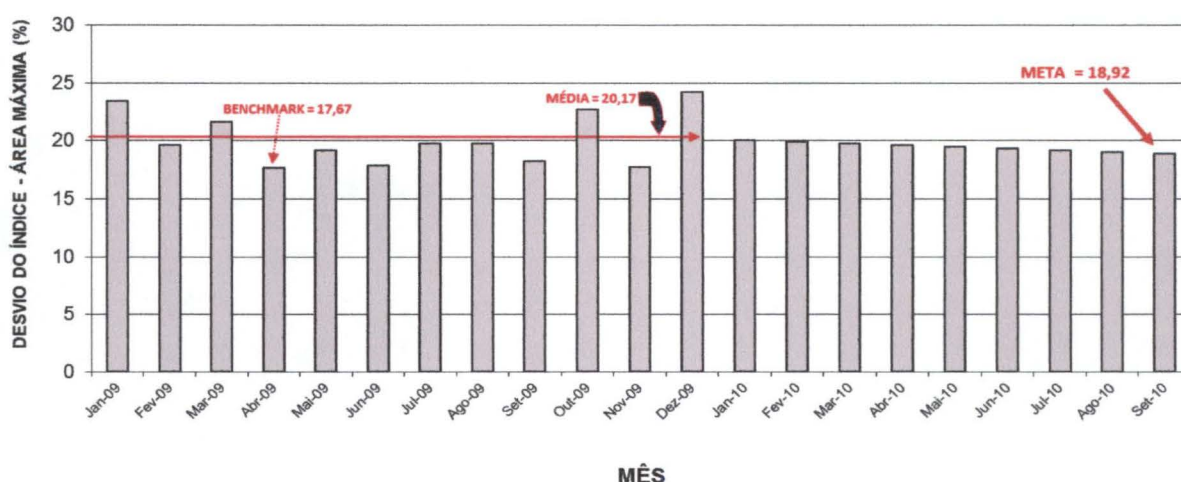


GRÁFICO 2. DESVIO PADRÃO DOS ÍNDICES OBTIDOS DE JANEIRO A DEZEMBRO DE 2009 E A PROJEÇÃO DA META A SER ALCANÇADA ATÉ SETEMBRO DE 2010.

Para o projeto em questão, o banco de dados foi criado pela digitação dos dados presentes nas fichas de monitoramento de qualidade da atividade de subsolagem coletados em campo. A consistência foi realizada com a exclusão dos dados incompletos presentes nas fichas de controle de qualidade e com a exclusão dos dados de qualidade referentes aos anos anteriores a 2009.

Para realização das análises, consideraram-se os dados de subsolagem em áreas de implantação e reforma das Unidades de Produção plantadas entre janeiro a dezembro de 2009.

O indicador utilizado para gerenciar as variações na área de solo preparada baseou-se em áreas mínimas e máximas recomendadas de solo preparado, ou seja, para um preparo mínimo de 40, 60 e 80 cm de profundidade, utilizou-se como profundidade máxima de preparo os valores de 60, 80 e 100 cm,

respectivamente. Obtidos os limites mínimos e máximos de profundidade de preparo, calcularam-se as áreas mínimas e máximas de cada preparo de solo, utilizando-se as seguintes fórmulas:

a) Para cálculo da área do preparo = área triângulo = $(\text{base} \times \text{altura})/2$;

b) Para cálculo do índice = $\sqrt{\text{área}}$.

Foi utilizado como indicador o desvio do índice recomendado da área máxima de solo preparada em relação ao desvio de índice máximo obtido nas medições de campo, para as profundidades de 40, 60 e 80 cm.

Existe informação de referência para estabelecer o valor a ser alcançado como meta, sendo o benchmark, a média do percentual de variação ocorrido no período de abril de 2009, com desvio padrão de 17,67%. A meta deverá ser alcançada até 30 de setembro de 2010, e será monitorada durante todo o ano de 2011. Para cálculo da meta geral utilizou-se a seguinte fórmula, conforme padrão Seis Sigma:

- Média Ponderada mensal em 2009 = $((100 - A) \times n_{40} / N) + ((100 - B) \times n_{60} / N) + ((100 - C) \times n_{80} / N)$. Sendo:

*A = média do desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 40 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

*B = média do desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 60 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

*C = média do desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 80 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

*n₄₀, n₆₀ e n₈₀ = número de amostras obtidas no mês y dos preparos de 40 cm, 60 cm e 80 cm, respectivamente.

*N = soma das amostras obtidas no mês y dos preparos de 40 cm, 60 cm e 80 cm.

- Média ponderada geral = média ponderada (Jan/2009 a dez/2009) = 20,17%.
- Benchmark (melhor resultado mensal obtido em 2009) = 17,67%.
- Média da diferença = $(20,17 - 17,67)/2 = 1,25\%$.
- Meta = $20,17 - 1,25 = 18,92\%$.
- Para estimar a projeção da meta de janeiro até o mês de setembro de 2010, utilizou-se o seguinte cálculo: $1,25\% / 9 \text{ meses} = 0,14\%$. Resultando dessa forma os valores estimados para cada mês, conforme TABELA 1.

TABELA 1. CÁLCULO DA META GERAL MÊS A MÊS.

	Meses								
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Cálculo	20,17 - 0,14	20,03 - 0,14	19,89 - 0,14	19,75 - 0,14	19,61 - 0,14	19,48 - 0,14	19,34 - 0,14	19,20 - 0,14	19,06 - 0,14
Meta (%)	20,03	19,89	19,75	19,61	19,48	19,43	19,2	19,06	18,92

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

6.2 Fase M – Análise do Fenômeno

III) Desdobramento do problema

Existem dados históricos confiáveis de variações das áreas de solo preparadas para auxiliar na definição do valor de redução a ser alcançado, pois os monitoramentos de controle de qualidade da atividade de subsolagem foram realizados em grande parte das Unidades de Produção subsoladas em 2009.

O desdobramento do problema será realizado por recomendação de preparo de solo baseado nas profundidades mínimas de preparo de 40 cm, 60 cm e 80 cm.

Serão utilizadas as ferramentas para desdobrar o problema: gráfico de pareto e seqüenciais para priorização do problema.

O indicador (% de desvio do índice da área máxima) será acompanhado pelas próprias fichas de monitoramento de qualidade padronizadas pela empresa Suzano. A avaliação dos dados será realizada mensalmente, até dezembro de 2011.

IV) Determinação de oportunidades nas variações

As variações nos valores de área de solo preparada deveriam ser avaliadas por meio de cartas de controle I-MR, gráficos, histogramas e índices de capacidade para todos os problemas críticos. No entanto, o banco de dados de qualidade do preparo de solo coletados em 2009, não apresentaram distribuição normal para as três profundidades analisadas (40, 60 e 80 cm), logo não será possível trabalhar com análises estatísticas, como as cartas de controle e índices de

capacidade. Para que os dados possuam distribuição normal, é necessário que o valor de P-Value seja maior que 0,1.

A transformação dos dados de profundidade, coletados em campo no período de 2009, em áreas e índices contribuíram para que os dados não apresentassem distribuição normal. Vale lembrar que houve a tentativa de transformar os dados coletados em 2009 para apresentar normalidade entre os mesmos, porém não houve sucesso.

Nessa fase será determinado o nível de qualidade na escala sigma do problema de variação da área de solo preparada nas profundidades consideradas críticas. Para calcular o nível de qualidade sigma, será utilizada a tabela de Escala Sigma, de acordo com o percentual de defeitos encontrado dos problemas críticos analisados. Lembrando-se que medindo o nível sigma, descobre-se o tamanho da oportunidade que se tem e até que ponto isso é possível de maneira econômica.

V) Estabelecimento de metas específicas

Foi necessário priorizar os problemas críticos para estabelecer as metas específicas. A profundidade mínima de preparo que apresentou grande contribuição para o desvio de área preparada foi priorizada para que a meta fosse atingida. O cálculo das metas específicas foi realizado da seguinte forma:

Para o cálculo das metas específicas utilizou-se a seguinte fórmula, conforme padrão Seis Sigma:

- $XA = 100 - A.$
- $XB = 100 - B.$
- $XC = 100 - C.$

Sendo,

*A = média desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 40 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

*B = média desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 60 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

*C = média desvio padrão do índice de área máxima para o preparo 80 cm no mês y (janeiro a dezembro de 2009).

- Média ponderada da profundidade analisada (40 cm, 60 cm ou 80 cm) = média ponderada XA, média ponderada XB ou média ponderada XC.
- Benchmark = menor valor obtido de XA, XB e XC nos meses de janeiro a dezembro de 2009.
- $Y = \text{Média ponderada da profundidade analisada (40 cm, 60 cm ou 80 cm)} - \text{Benchmark da profundidade de 40 cm, 60 cm e 80 cm.}$
- $Z = Y \times 80$ (* Redução de 80% é o estipulado pela metodologia Seis Sigma).
- Meta específica = Média ponderada da profundidade analisada (40 cm, 60 cm ou 80 cm) – Z.
- Redução da meta geral = $Z \times \% \text{ contribuição do problema, conforme gráfico de Pareto, para cada profundidade analisada (40, 60 e 80 cm).}$

6.3 Fase A – Análise do Processo

VI) Estabelecimento de causas potenciais

Será construído um mapa do processo, de forma seqüencial, gerador das falhas, além dos limites de especificação estabelecidos, para determinação das causas potenciais de cada problema. Por isso, será realizada uma reunião de brainstorming, com assistentes operacionais e contratadas, visando identificar, analisar e priorizar as causas potenciais envolvidas no processo da atividade de subsolagem, tornando-se mais fácil visualizar o processo gerador do problema.

Os fatores causais qualitativos após serem listados, serão classificados em Controláveis (C), Ruídos (R), Controláveis Críticos (C*) e Ruídos Críticos (R*). Os fatores Controláveis, como o próprio nome diz, fazem parte do processo e são passíveis de serem controlados. Já os Ruídos são interferências no processo e não devem existir. Para o plano de ação serão apenas trabalhados os fatores Controláveis Críticos (C*) e Ruídos Críticos (R*).

VII) Quantificação, análise e priorização das causas potenciais

Após levantar os fatores causais, elaborou-se um plano de ação, visando reduzir de forma contínua a variação no processo, contemplando os seguintes itens: fase, causa raiz, ações, responsáveis, prazos, local, como fazer, porque fazer, produto e prioridade.

Foi necessário priorizar os fatores causais e acompanhar o atendimento das especificações estabelecidas. A priorização dos principais fatores causais se deu pela importância de cada item no processo e pela facilidade de atuação.

Estabeleceram-se a verificação do atendimento dos efeitos causais por meio de treinamento, alterações no procedimento de trabalho e ficha de controle para verificação do atendimento das especificações estabelecidas.

6.4.1 Fase I – Estabelecimento do Plano de Ação

VIII) Teste de medidas e Elaboração do plano de ação

Para a obtenção das especificações dos fatores causais foi possível definir medidas de atuação direta sobre seus níveis. As medidas não poderão gerar efeitos colaterais, pois se trata de ações para atendimento das especificações previamente estabelecidas. O plano de ação foi elaborado em três etapas, Planejamento, Execução e Controle. Foi possível então montar o mesmo seguindo a ferramenta de controle de qualidade 5W + 1H, que significa as iniciais das palavras em inglês: O quê (What) ?; Onde (Where)?; Quem (Who)?; Quando (When)?; Por quê (Why)?; Como (How much)?.

6.4.2 Fase I – Execução do Plano de Ação

IX) Execução do plano de ação

Após o plano de ação ser elaborado (fase, causa raiz, ações, responsáveis, prazos, local, como fazer, porque fazer, produto e prioridade), o mesmo deverá ser executado para atingimento da meta.

6.5.1 Fase C – Verificação dos Resultados

X) Verificação do atendimento as metas

O atingimento da meta deverá ocorrer no mês de setembro de 2010, onde será a fase “Ok to Close” do projeto. Os indicadores mensais serão calculados até o mês de dezembro de 2010, onde encerrará a fase “Ok To End” e também serão calculados durante todo o ano de 2011, fase de “monitoramento” do projeto. O projeto encerra-se em dezembro de 2011.

6.5.2 Fase C – Padronização ou Ação Corretiva

XI) Ações a serem executadas

Espera-se com o projeto, padronizar o processo/sistema segundo as novas formas de trabalho e treinar os envolvidos com as mudanças. Além de realizar a verificação periódica das práticas implementadas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do projeto serão apresentados na seqüência das fases da metodologia DMAIC, conforme metodologia já descrita.

Verifica-se pelo gráfico de Pareto abaixo, que o preparo de solo com 80 cm de profundidade contribui com 39,3% dos problemas relacionados à variação na área de solo preparada, o preparo de 60 cm contribui com 34,2% e o preparo de solo de 40 cm contribui com 26,5% dos problemas.

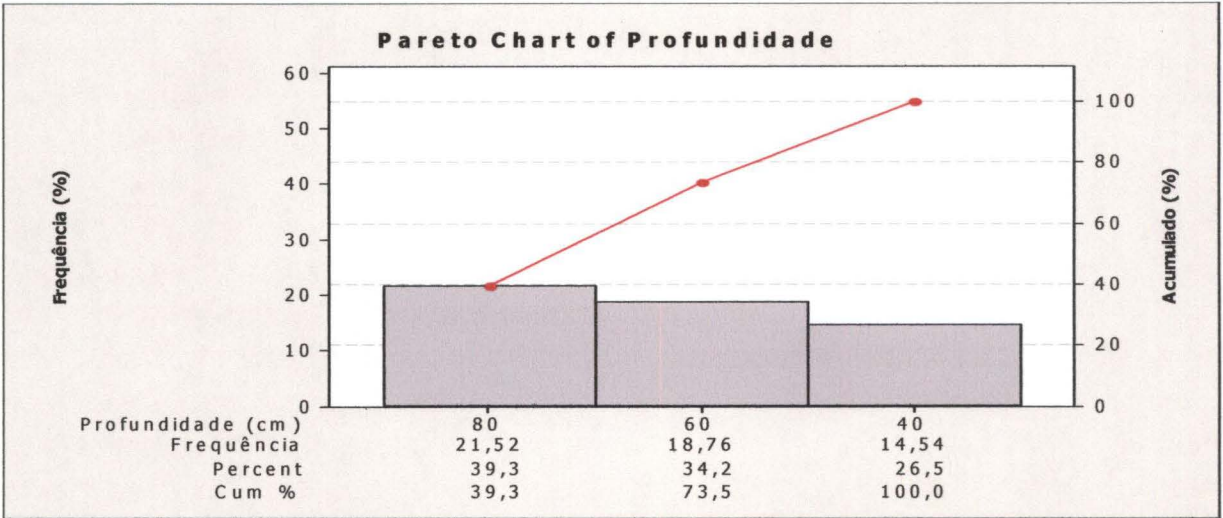


GRÁFICO 3. CONTRIBUIÇÃO DAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE PREPARO DE SOLO NA VARIAÇÃO DAS ÁREAS DE SOLO PREPARADAS.

De acordo com o banco de dados obtido em 2009, observa-se nos GRÁFICOS 4, 5 e 6 que, para as três profundidades avaliadas, os dados não apresentaram distribuição normal ($p\text{-value} < 0,1$). Logo, não será possível trabalhar com cartas de controle IM-R e análises de capacidade.

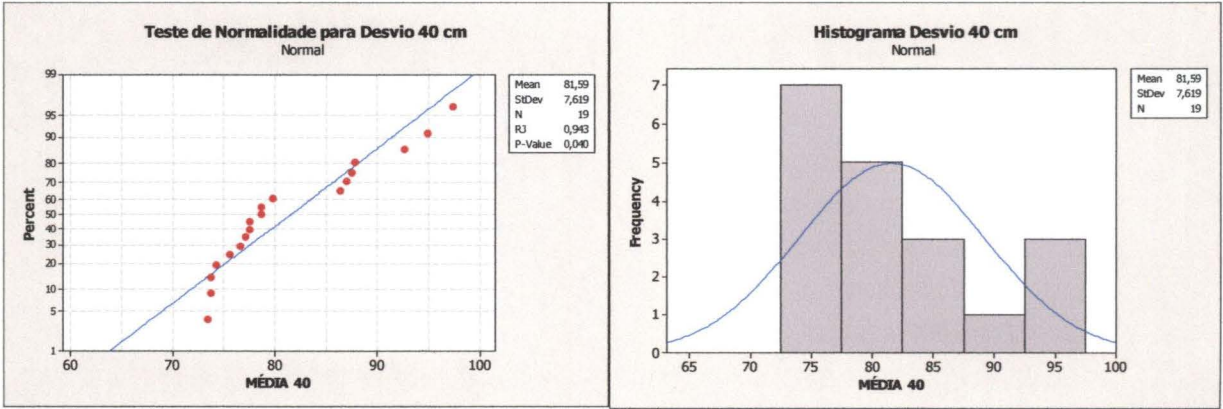


GRÁFICO 4. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE DE 40 CM.

Para o preparo de solo com 40 cm de profundidade o p – value obtido no gráfico de dispersão foi de 0,04, logo os dados não apresentam distribuição normal. No histograma ao lado, nota-se também que não existe distribuição normal entre os dados analisados.

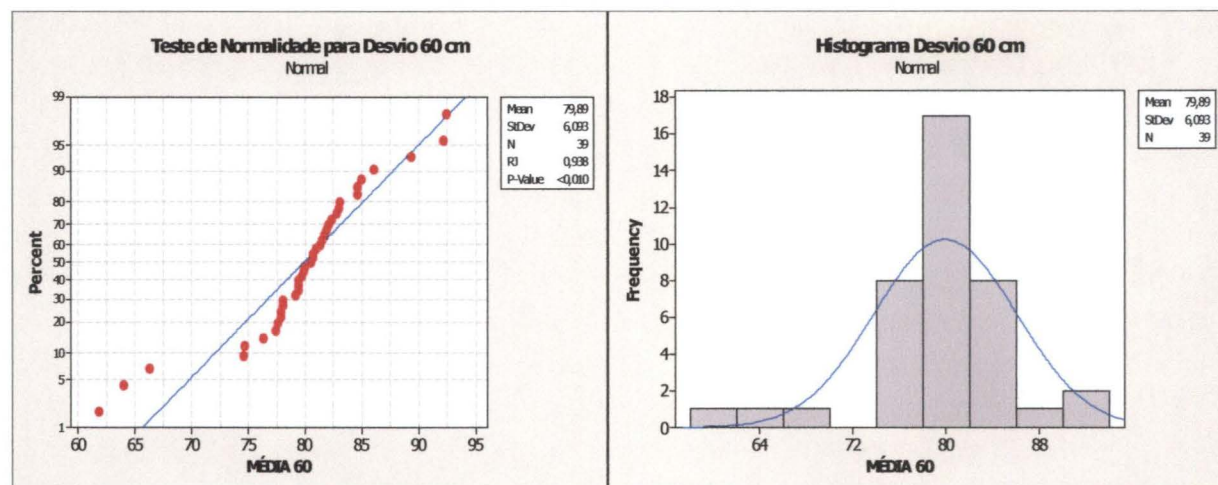


GRÁFICO 5. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE DE 60 CM.

Para o preparo de solo com 60 cm de profundidade o p – value obtido no gráfico de dispersão foi $< 0,01$, logo os dados não apresentam distribuição normal. No histograma ao lado, nota-se também que não existe distribuição normal entre os dados analisados.

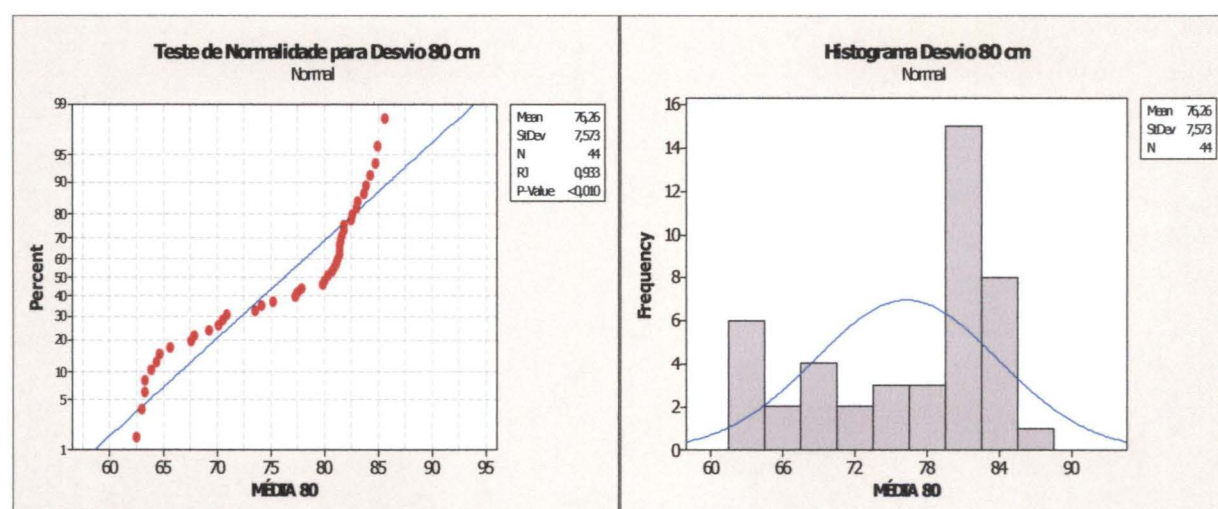


GRÁFICO 6. TESTE DE NORMALIDADE REALIZADO PARA OS DADOS OBTIDOS COM PROFUNDIDADE DE 80 CM.

Para o preparo de solo com 80 cm de profundidade o p – value obtido no gráfico de dispersão foi $< 0,01$, logo os dados não apresentam distribuição normal.

No histograma ao lado, nota-se também que não existe distribuição normal entre os dados analisados.

Para o cálculo do nível de qualidade Sigma, utilizou-se a tabela de Escala Sigma, de acordo com o percentual de defeitos encontrado dos problemas críticos analisados.

TABELA 2. ESCALA SIGMA.

Ordem	Qualidade Sigma	Percentual de defeito	ppm
59	1,45000000	14,70585192	147058,5192
54	1,32500000	18,51711513	18,5171,1513
51	1,25000000	21,12995473	21,1299,5473

FONTE: INDG (2010).

TABELA 3. NÍVEL SIGMA DO PERCENTUAL DE VARIAÇÃO NA ÁREA DE SOLO PREPARADA NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, NOS PROBLEMAS CRÍTICOS IDENTIFICADOS.

Problema Crítico	Percentagem Atual do Problema (%)	Nível Sigma
Preparo de 40 cm	14,54	1,45
Preparo de 60 cm	18,76	1,32
Preparo de 80 cm	21,52	1,25

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

A TABELA 3 nos mostra que quanto maior o percentual de contribuição do problema no processo, menor é o nível sigma, e para atingirmos um nível sigma igual a 3 (padrão adotado na Suzano Papel e Celulose S/A), tem-se um intervalo ou oportunidade de ganho. Ou seja, o preparo de solo com 80 cm de profundidade possui Nível Sigma igual a 1,25 (maior percentual de contribuição do problema), valor este menor que o Nível Sigma do preparo com 40 cm de profundidade igual a 1,45 (menor percentual de contribuição do problema), logo há uma oportunidade grande de melhoria no preparo de 80 cm para se atingir a meta.

TABELA 4. OBJETIVOS DE MELHORIA DOS VALORES DAS METAS ESPECÍFICAS.

Problemas Críticos	Priorização	Percentual de Redução (%)	Valor da Meta Especifica (%)	Redução da Meta Geral (%)	Total Reduzido (%)	Suficiente para alcançar a meta ?
Preparo de 80 cm	1°	80*	18,33	1,99	1,99	NÃO
Preparo de 60 cm	2°	80*	10,14	3,16	5,15	NÃO
Preparo de 40 cm	3°	80*	9,57	2,35	7,50	SIM

FONTE: PRÓPRIO AUTOR. * 80% é o percentual de redução utilizado na metodologia Seis Sigma.

A meta geral será reduzir em 6,20% (de 20,17% para 18,92%) o percentual médio mensal de variação das áreas de solo preparadas, em subsolagem realizada em áreas de reforma e implantação da UNF-BA, até setembro de 2010. Na TABELA 4 pode-se observar a priorização dos problemas críticos, o percentual de redução utilizado para estabelecer o valor da meta (*80%), o total possível em se reduzir o percentual de variação e a classificação de ser ou não possível alcançar a meta.

A priorização dos problemas críticos ficou definida como: 1° Preparo de 80 cm de profundidade, 2° Preparo de 60 cm de profundidade e 3° Preparo de 40 cm de profundidade. Note que se trabalharmos somente com o preparo de 80 cm de profundidade, não seria possível atingir o valor da meta (redução de 1,99%) e se trabalharmos com as profundidades de 80 e 60 cm, teremos uma redução de $(1,99\% + 3,16\% = 5,15\%)$, não sendo possível também atingir a meta. Logo será necessário trabalhar com os preparos de 80 cm e 60 cm e 40 cm para ser possível alcançar a meta $(1,99\% + 3,16\% + 2,35\% = 7,5\%)$, valor esse com redução, maior que a meta geral estabelecida de 6,20%.

Baseado na porcentagem de redução, descrita acima, foram estabelecidas três metas específicas não delegáveis, envolvendo três profundidades de preparo de solo (40 cm, 60 cm e 80 cm), sendo as mesmas suficientes para alcançar a meta.

- a) **Meta Específica 1:** Reduzir em 21,63% (de 23,39% para 18,33%) a porcentagem de ocorrência de variação no preparo de solo com profundidade mínima de 80 cm, em áreas de reforma e implantação, até setembro de 2010.
- b) **Meta Específica 2:** Reduzir em 47,7% (de 19,39% para 10,14%) a porcentagem de ocorrência de variação no preparo de solo com profundidade mínima de 60 cm, em áreas de reforma e implantação, até setembro de 2010.
- c) **Meta Específica 3:** Reduzir em 48,1% (de 18,44% para 9,57%) a porcentagem de ocorrência de variação no preparo de solo com profundidade mínima de 40 cm, em áreas de reforma e implantação, até setembro de 2010.

Na figura abaixo, pode-se observar o mapa de processo da atividade de subsolagem, elaborada com auxílio da reunião de brainstorming.

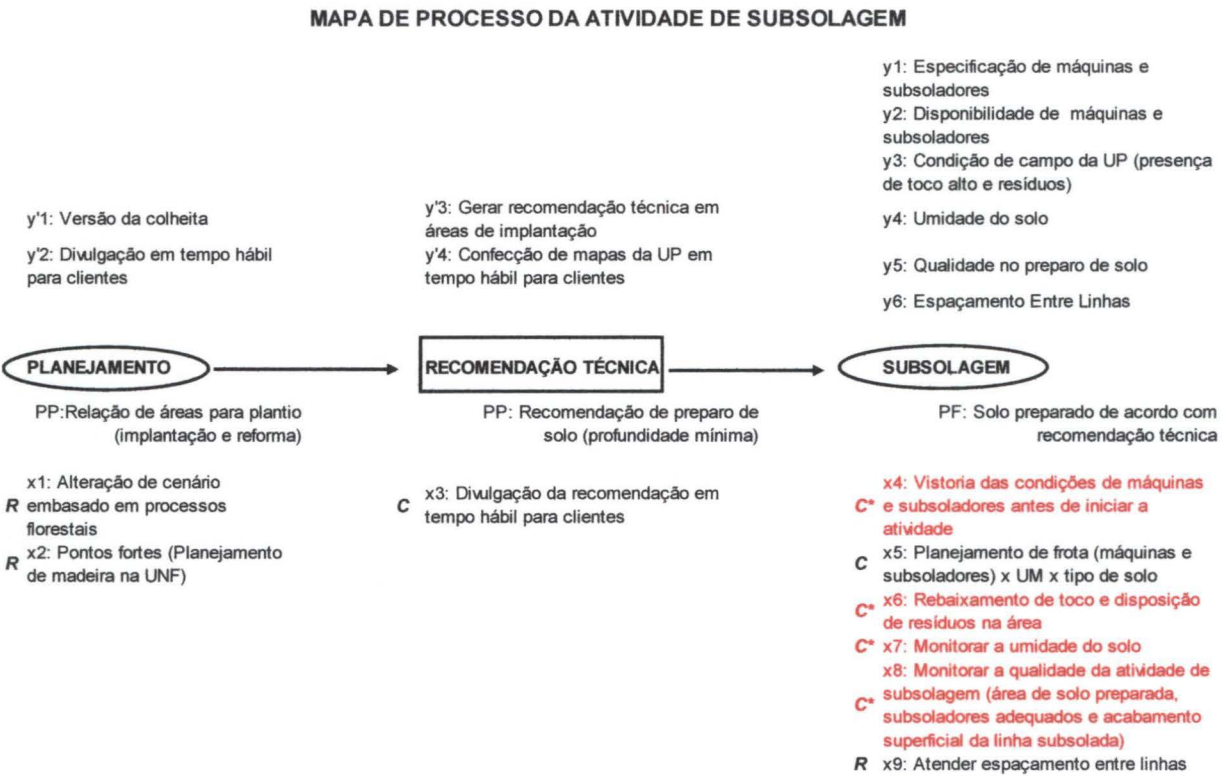


FIGURA 3. MAPA DE PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM E ITENS DE MAIOR CRITICIDADE LEVANTADOS EM REUNIÃO DE “BRAINSTORMING”.

O mapa de processo da atividade de subsolagem apresentado acima, foi dividido em três fases:

Planejamento, Recomendação Técnica e Subsolagem.

Para compreender o mapa de processo, observe que na fase Planejamento, x1 interfere em y'1 que interfere em PP (Planejamento). Assim como na fase Subsolagem, x7 (monitorar a umidade do solo) caso não seja controlada, irá interferir em y4 (umidade do solo), afetando de forma direta no preparo de solo (Subsolagem).

Na fase de Planejamento, cujo produto é a relação de áreas de implantação e reforma disponibilizadas para o plantio, duas causas foram levantadas consideradas Ruídos no processo, e que interferem diretamente no planejamento das áreas a serem subsoladas:

I) Alteração de cenários embasados em processos florestais que interferem nas versões de colheita;

II) Demandas da fábrica de papel e celulose, consideradas como “Pontos Fortes”, que interferem também nas versões de colheita.

Na fase de Recomendação Técnica, cujo produto é a recomendação técnica de preparo (profundidade mínima), uma causa controlável foi levantada:

I) Divulgação da recomendação de preparo em tempo hábil para os clientes, que interfere diretamente: **a)** Em gerar recomendação técnica de preparo de solo em áreas de implantação, visto que em áreas de reforma os mapeamentos de solo da empresa já foram levantados; **b)** Na confecção dos mapas da Unidade de Produção (UP), em tempo hábil para clientes (como exemplo a equipe de silvicultura).

Já na fase de Subsolagem, cujo produto é o solo preparado de acordo com recomendação técnica, as causas levantadas e que interferem na atividade de preparo de solo foram:

I) Ausência de vistoria nas máquinas e subsoladores antes de se iniciar o preparo de solo, interferindo no cumprimento das especificações técnicas recomendadas (Causa Crítica Controlável);

II) Falhas no planejamento de preparo de solo quanto a dimensionamento de máquinas e subsoladores e também no tipo de solo, influenciando na disponibilidade de máquinas e subsoladores e podendo contribuir para preparos de solo super ou subdimensionados (Causa Controlável);

III) Problemas com tocos altos e resíduos da floresta deixados pela colheita florestal, interferindo na trafegabilidade dos subsoladores, devido às condições de campo, na área de preparo (Causa Crítica Controlável);

IV) Ausência de monitoramento da umidade de solo antes de iniciar o preparo de solo, contribuindo para um preparo fora das recomendações técnicas desejáveis, devido ao teor de umidade presente no solo (Causa Crítica Controlável);

V) Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem, interferindo diretamente na qualidade do preparo de solo quanto à área de solo preparada/mobilizada e acabamento da superfície da linha subsolada (Causa Crítica Controlável);

VI) Existência de erros no espaçamento entre linhas em áreas de reforma, devido a erros cometidos no passado. Atualmente devem-se seguir as recomendações técnicas de espaçamento entre linhas de plantio, para atender a recomendação de área de solo disponibilizada por planta (Causa Controlável).

Sabe-se que, em geral, os fatores que influenciam a ocorrência das causas são parâmetros do processo Controláveis/Ruídos Críticos (*C e *R). Assim, identificaram-se os seguintes fatores causais.

TABELA 5. PARÂMETROS DO PROCESSO CONTROLÁVEIS (*C) / RUÍDOS CRÍTICOS (*R), QUE INFLUENCIAM A OCORRÊNCIA DAS CAUSAS.

FATOR CAUSAL (C*)
1. Máquinas e subsoladores fora das especificações recomendadas
2. Máquinas fora da dimensão correta
3. Umidade do solo
4. Presença de tocos altos que interferem no preparo do solo
5. Presença de resíduos e tocos na linha de deslocamento do subsolador
6. Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Os fatores Controláveis Críticos (C*), identificados em reunião de “brainstorming”, serão utilizados para elaboração do plano de ação.

A priorização dos principais fatores causais se deu pela importância de cada item no processo e pela facilidade de atuação. Estabeleceram-se 2 níveis de prioridades, considerando o nível 1 como sendo de maior dificuldade. Serão estabelecidas ações diferenciadas para cada nível.

TABELA 6. DESCRIÇÃO DO FATOR CAUSAL, STATUS, ESPECIFICAÇÃO, AÇÃO ESTABELECIDADA E NÍVEL DE PRIORIDADE.

FATOR CAUSAL (C*)	SITUAÇÃO ATUAL	ESPECIFICAÇÃO (condição ideal)	ESTABELECIDO	NÍVEL DE PRIORIDADE
Máquinas e subsoladores fora das especificações recomendadas	Máquinas + subsoladores realizando a atividade de subsolagem sem a devida recomendação técnica	Conforme recomendação técnica	Criar check list de subsolagem, essencial para que a atividade de subsolagem seja realizada dentro da recomendação técnica	1
Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem	Ausência de monitoramento e controle de qualidade da atividade de subsolagem	Subsolagem realizada dentro dos padrões técnicos recomendados de profundidade, estouramento lateral e acabamento da linha	Monitorar a qualidade da atividade de subsolagem com fichas próprias e treinamento para os envolvidos	
Máquinas subsoladoras fora da dimensão correta	Máquinas subsoladoras com sub ou superdimensionamentos	Máquinas subsolando com o devido dimensionamento para a atividade, de acordo com a recomendação técnica	Planejar frota de subsoladores com o devido dimensionamento para a atividade de subsolagem (máquinas+subsoladores) x UM x tipo de solo	
Umidade do solo	Ausência de indicadores de umidade de solo, em procedimento interno, para realização da subsolagem	Solo em estado de sação (nem muito úmido nem muito seco)	Elaborar Instrução técnica de recomendação de preparo de solo e umidade	2
Presença de tocos altos que interferem no preparo do solo	Presença de tocos altos deixados pela colheita florestal	Tocos rebaixados a uma altura que não interfira a trafegabilidade de subsoladores e a qualidade de subsolagem (abaixo de 15 cm de altura)	Minimizar o problema com tocos altos na colheita florestal	
Presença de resíduos na linha de deslocamento do subsolador	Presença de resíduos na linha de subsolagem que interferem na qualidade do preparo de solo	Linha de trafegabilidade do subsolador livre de resíduos	Melhorar a retirada de resíduos da linha de plantio	

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Dos fatores causais identificados, fazem parte do nível de prioridade 1, os itens:

- Subsoladores fora das especificações recomendadas;
- Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem;
- Máquinas subsoladoras fora da dimensão correta.

Como prioridade 2 podem-se destacar os seguintes fatores:

- Umidade do solo;
- Presença de tocos altos na área que interferem o preparo de solo;
- Presença de resíduos na linha de preparo do solo.

Foram estabelecidas as seguintes ações para cada fator causal identificado:

- Subsoladores fora das especificações recomendadas: Criar check list de subsolagem, essencial para checar se máquinas e subsoladores encontram-se com itens e dimensões conforme recomendação técnica;
- Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem: Monitorar a qualidade da atividade de subsolagem com fichas próprias (FM.06.00051 e

FM.06.00049), dando tratamento para as não conformidades encontradas e fornecendo treinamento para os envolvidos;

- c) Máquinas subsoladoras fora da dimensão correta: Planejar frota de subsoladores com o devido dimensionamento para a atividade de subsolagem (máquinas + subsoladores) x Unidade de Manejo x tipo de solo;
- d) Umidade do solo: Elaborar Instrução Técnica para o preparo do solo, de acordo com a profundidade de preparo e a precipitação durante o ano, conforme Instrução Técnica;
- e) Presença de tocos altos na área que interferem o preparo de solo: Projeto Seis Sigma do Green Belt Sérgio Lopes, que pretende reduzir a altura do toco no ato da atividade de colheita;
- f) Presença de resíduos na linha de preparo do solo: Projeto Valor Em Ação que contempla o uso do afastador de resíduos ou “limpa trilho” da linha de plantio.

Por meio da realização de Brainstorming com os assistentes operacionais e prestadores de serviço e pela avaliação dos desvios das recomendações, foi possível definir medidas a serem implementadas para cada fator causal. Pode-se observar o plano de ação na TABELA 7.

TABELA 7. PLANO DE AÇÃO PARA AS METAS ESPECÍFICAS.

Fase	Causas Raiz	Ações (O que fazer?)	Resp	Prazo	Local	Como	Por quê	Produto	Prioridade	Sinal
Planejamento	Máquinas e subsoladores fora da dimensão correta	Planejar frota de subsoladores com o devido dimensionamento para a atividade de subsolagem (máquinas+ subsoladores) x UM x tipo de solo	Equipe de Silvicultura	30-jul-10	Núcleos Operacionais	De acordo com as versões de colheita, disponibilidade de máquinas + subsoladores e recomendação técnica	Garantir o cumprimento do programa de plantio e a recomendação técnica de subsolagem (máquinas+subsoladores) x UM x tipo de solo	Subsolagem realizada com a devida recomendação técnica (dimensionamento correto de subsoladores)	1	
	Ausência de indicadores de umidade de solo para realização da subsolagem em procedimento interno	Elaborar Instrução técnica contendo a recomendação de preparo de solo de acordo com indicadores de umidade	Atus e Gustavo	15-nov-10	Instrução Técnica	Elaborar a tabela e acrescentá-la na Instrução Técnica	Recomendar/alertar à área operacional sobre as melhores épocas do ano para realizar o preparo de solo (melhores condições de umidade), de acordo com o tipo de solo, profundidade de preparo e o histórico da precipitação local	Subsolagem realizada com melhores padrões de umidade (melhor qualidade no preparo do solo)	1	
Fase	Causas Raiz	Ações (O que fazer?)	Resp	Prazo	Local	Como	Por quê	Produto	Prioridade	Sinal
	Máquinas + subsoladores realizando a atividade de subsolagem sem a devida recomendação técnica	Criar check list de subsolagem, essencial para que a atividade de subsolagem seja realizada com a qualidade desejada	Gustavo e Paulo Calazans	15-ago-10	Acesso na Intranet - Competitividade Online	Relacionando os itens necessários e as suas respectivas especificações, para a realização da atividade de subsolagem	Garantir as especificações técnicas do implemento do subsolador, adequação da potência da máquina e presença de materiais para monitorar a qualidade da atividade, contribuindo dessa forma, para uma maior qualidade no preparo de solo	Atividade de subsolagem sendo realizada conforme recomendação técnica, com padrões ótimos de qualidade	1	
	Máquinas + subsoladores realizando a atividade de subsolagem sem a devida recomendação técnica e ausência de monitoramento de qualidade do processo da atividade de subsolagem	Treinar os envolvidos para uso do check list de subsolagem, orientar no preenchimento da ficha de monitoramento de qualidade e padronizar a coleta de dados de qualidade em campo	Gustavo, Renato Seixas e Paulo Calazans	15-ago-10	Núcleos de Itabati e Teixeira de Freitas	Realizar treinamento com os envolvidos na atividade (prestadores de serviço e equipe própria)	Garantir que as máquinas e subsoladores estejam adequados, segundo recomendação técnica, para realizar a atividade e buscar monitorar e controlar a qualidade da atividade de subsolagem	Equipes treinadas e aptas para vistoriar se as máquinas e subsoladores encontram-se adequados para iniciar a atividade de subsolagem, além de capacitá-los para monitorar e controlar a qualidade da atividade	1	

Execução	Presença de tocos altos na área que interferem no preparo do solo	Minimizar o problema com tocos altos durante a colheita florestal	Sérgio Lopes	30-nov-10	Nas áreas de colheita florestal	Realizando o corte das árvores o mais rente possível ao solo. Esse trabalho contempla o projeto de Seis Sigma do Green Belt Sérgio Lopes dos Santos	Facilitar a trafegabilidade de máquinas subsoladoras dentro da área e garantir a qualidade da subsolagem (atingir a profundidade mínima recomendada)	Área de reforma com tocos baixos; preparo de solo realizado com qualidade, de acordo com recomendação técnica; atividade realizada com melhores rendimentos; menor quebra e manutenção de máquinas e subsoladores	2	
	Presença de resíduos provenientes da colheita na linha de subsolagem que interferem na qualidade de preparo do solo	Melhorar a retirada de resíduos da linha de plantio	GDOP	30-nov-10	Nas áreas que apresentem na linha de subsolagem resíduos provenientes da colheita	Utilizando o implemento afastador de resíduo ou "limpa trilho" para a limpeza da linha de subsolagem	Proporcionar uma linha para subsolar livre de resíduos (melhor qualidade no preparo de solo) e proporcionar também a mecanização da área	Linha de subsolagem livre de resíduos, maior rendimento do subsolador e preparo de solo realizado com qualidade	2	
	Ausência de uma ficha padrão de monitoramento de qualidade na atividade de subsolagem	Formular ficha de monitoramento de qualidade na atividade de subsolagem	Gustavo e Paulo Calazans	30-jul-10	Acesso na Intranet - Competitividade Online	Criar ficha padrão para coleta de dados de qualidade do preparo de solo em campo	Proporcionar coleta de dados de qualidade da atividade e fornecer informações necessárias para tomada de decisão imediata na ocorrência de não conformidades	Formulário de monitoramento de qualidade da atividade	1	
Fase	Causas Raiz	Ações (O que fazer?)	Resp	Prazo	Local	Como	Por quê	Produto	Prioridade	Sinal
Controle	Preparo de solo fora das recomendações técnicas	Monitorar e controlar a qualidade da atividade de subsolagem	Equipe de Silvicultura e Paulo Calazans	30-jul-10	Nos locais onde existir a atividade de subsolagem	O monitoramento de qualidade deve ser feito com fichas próprias, no momento em que a atividade estiver sendo realizada. O monitoramento deve abranger: qualidade de solo preparado (profundidade mínima recomendada, estouramento lateral e acabamento superficial da linha preparada (ausência de torrões) e adequação dos subsoladores utilizados para o preparo. Na ocorrência de não conformidades , devem ser realizadas ações corretivas de imediato e análise crítica, buscando ações preventivas	Garantir qualidade na área de solo preparada, contribuindo para uma maior produtividade florestal	Solo preparado dentro dos padrões técnicos recomendados	1	

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

O plano de ação contemplou as etapas de planejamento, execução e controle. As causas raiz foram priorizadas em 1 ou 2, sendo que as de número 1 tiveram prioridade maior, visto o grau do problema ser maior na atividade de subsolagem e também devido a necessidade de se atingir a meta.

Dentro da fase de Planejamento foram levantadas as seguintes causas e ações:

- Máquinas e subsoladores fora da dimensão correta: Planejar frota de subsoladores com o devido dimensionamento para a atividade de subsolagem (máquinas + subsoladores) x Unidade de Manejo x tipo de solo, evitando-se dessa forma máquinas + subsoladores super ou subdimensionados;
- Ausência de indicadores de umidade de solo para realização da subsolagem no Procedimento Florestal: Elaborar Instrução técnica contendo a recomendação de preparo de solo de acordo com indicadores de umidade;

Dentro da fase de Execução foram levantadas as seguintes causas e ações:

- Máquinas + subsoladores realizando a atividade de subsolagem sem a devida recomendação técnica:
 - I) Criar check list de subsolagem, essencial para que a atividade de subsolagem seja realizada conforme recomendação técnica;
 - II) Treinar os envolvidos para uso do check list de subsolagem, orientar no preenchimento da ficha de monitoramento de qualidade e padronizar a coleta de dados de qualidade em campo.
- Presença de tocos altos na área que interferem o preparo do solo: Minimizar o problema com tocos altos durante a colheita florestal;
- Presença de resíduos provenientes da colheita na linha de subsolagem que interferem na qualidade de preparo do solo: Melhorar a retirada de resíduos da linha de plantio;
- Ausência de uma ficha padrão de monitoramento de qualidade na atividade de subsolagem: Formular ficha de monitoramento de qualidade na atividade de subsolagem.

Dentro da fase de Controle foi levantada a seguinte causa e ação:

- Preparo de solo fora das recomendações técnicas: Monitorar e controlar a qualidade da atividade de subsolagem.

A execução do plano de ação vem sendo executada conforme cronograma e prazos estabelecidos. Os resultados estão sendo monitorados durante a execução do projeto evitando desvios.

Os indicadores mensais obtidos de janeiro a outubro de 2010, encontram-se no GRÁFICO 7. Interpreta-se o gráfico da seguinte maneira: quanto menor o valor dos indicadores mensais, melhor o resultado. O gráfico compara os valores das metas a serem alcançadas e os indicadores mensais obtidos.

Nota-se que no mês de abril de 2010 o indicador obtido (25,35%) foi maior que o valor da meta (19,61%), pois nesse mês ocorreu o início do projeto. A partir do mês de maio, o indicador obtido nas medições de campo da atividade de subsolagem, mostra-se abaixo dos valores da meta, até o mês de setembro de 2010 (14,65%). Ou seja, a meta estabelecida de 18,92% foi alcançada.

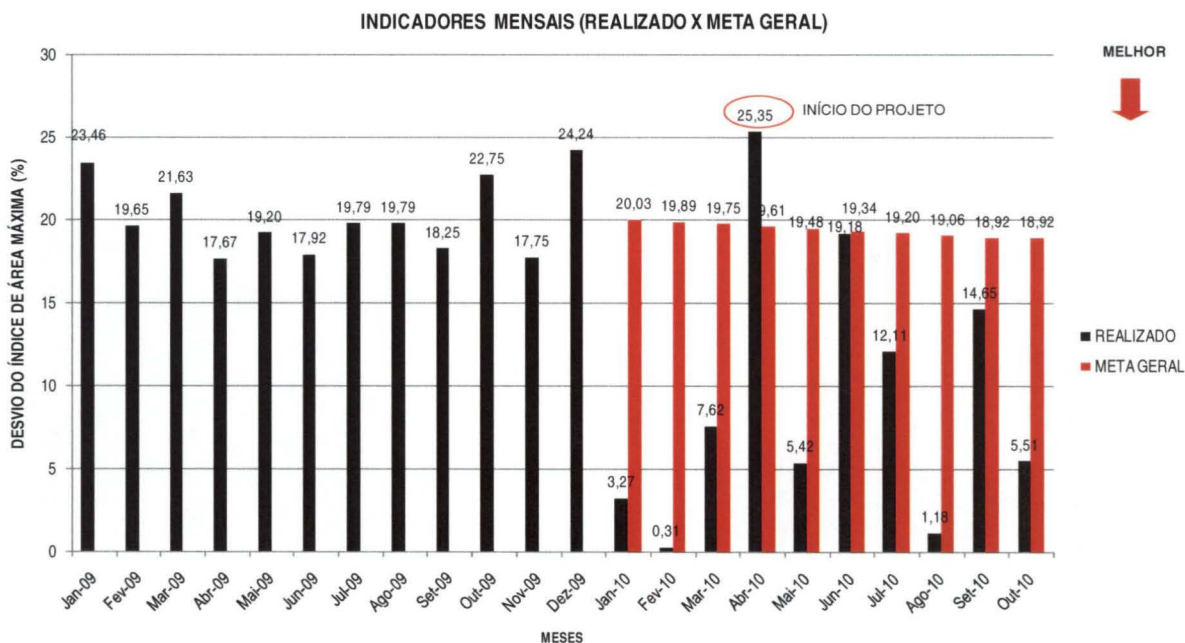


GRÁFICO 7. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META GERAL.

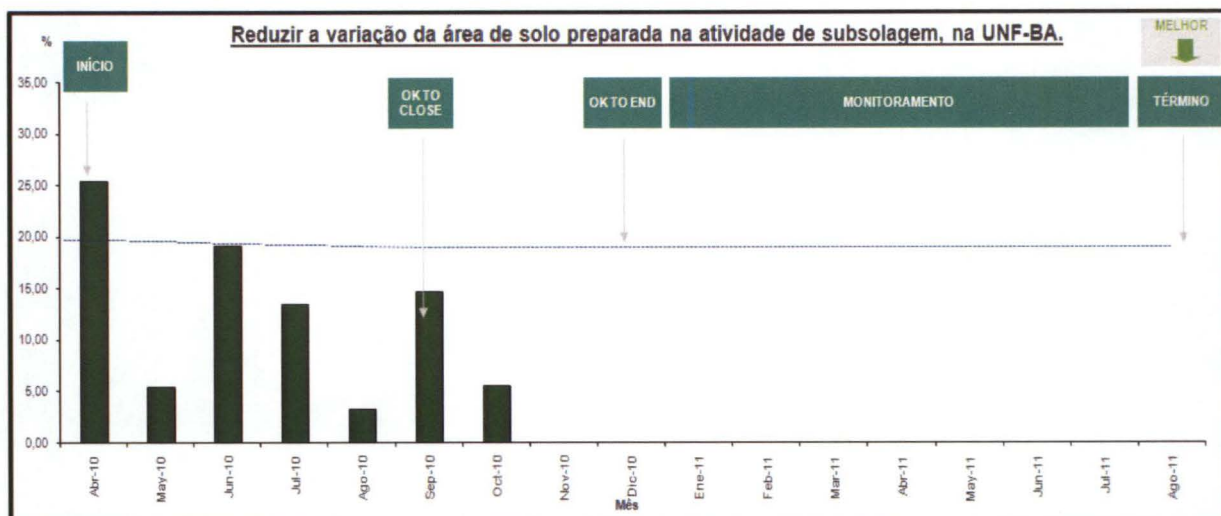


GRÁFICO 8. ACOMPANHAMENTO GRÁFICO DO PROJETO.

No GRÁFICO 8, observa-se o início do projeto em abril de 2010 e a meta a ser atingida até o mês de setembro de 2010, fase “Ok to Close”. Com a meta alcançada no mês de setembro, é no mês de dezembro de 2010 que se encerra a fase do projeto “Ok to End”, sendo que até agosto o projeto deverá ser monitorado para não haver desvios, garantir a eficácia das ações e metodologia realizadas, fase “Monitoramento”. Em agosto de 2011 o projeto se concretiza, fase “Término”.

Além do acompanhamento da meta geral, o acompanhamento das metas específicas também foi realizado. Nos GRÁFICOS 7, 8 e 9, observam-se os indicadores mensais dos preparos de 40 cm, 60 cm e 80 cm, respectivamente.

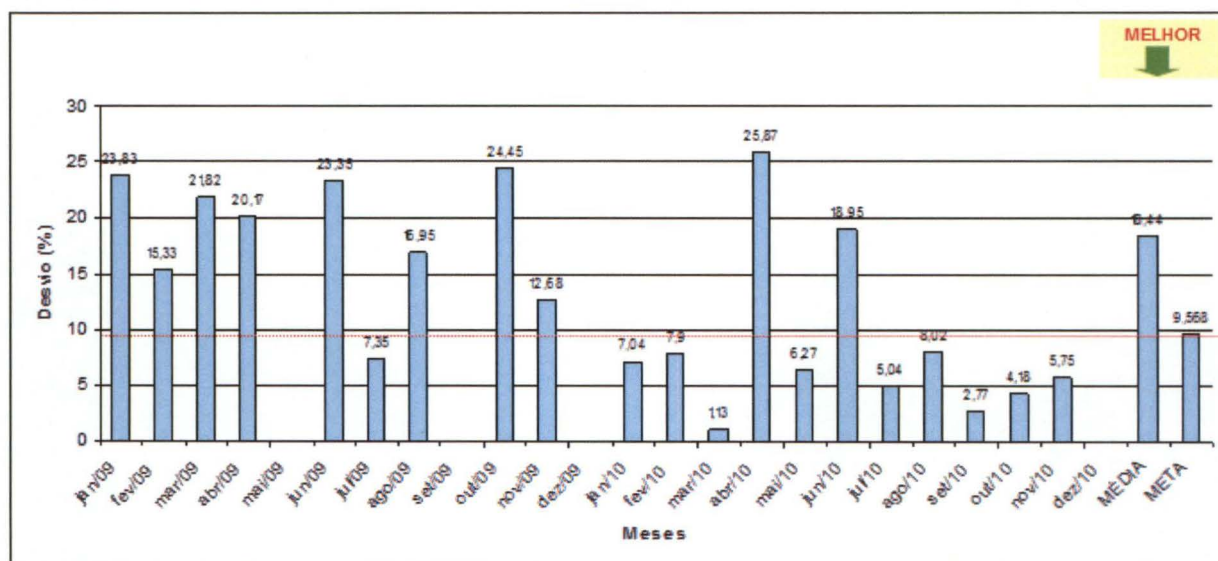


GRÁFICO 9. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO DE 40 CM.

No preparo de solo de 40 cm, observa-se que a partir do mês de janeiro de 2010, as metas específicas são atingidas para todos os meses de 2010, com exceção para os meses de abril e junho de 2010. Ficando os meses de abril (25,87%) e junho de 2010 (18,95%) acima do valor da meta de 9,56% de desvio.

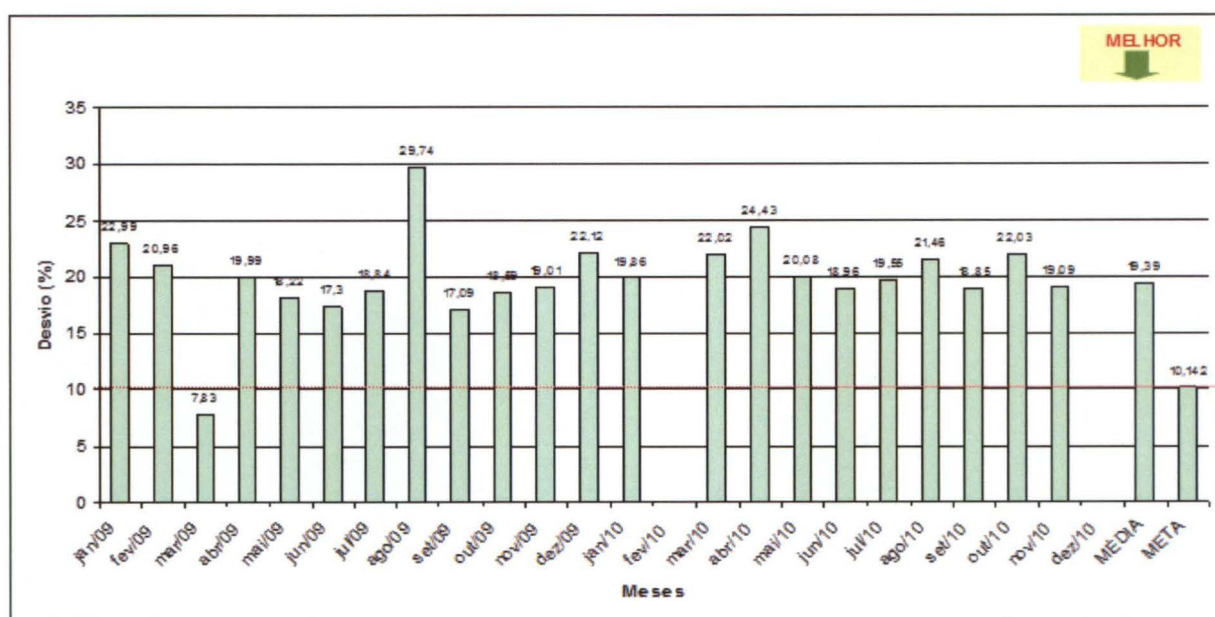


GRÁFICO 10. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO DE 60 CM.

No preparo de solo com 60 cm de profundidade, observa-se que nos meses de janeiro a outubro de 2010, os indicadores mensais obtidos foram acima da meta específica de 10,14%. E somente nos meses de junho (18,96%) e setembro de 2010 (18,85%) que os desvios obtidos ficaram abaixo da média de 19,39%.

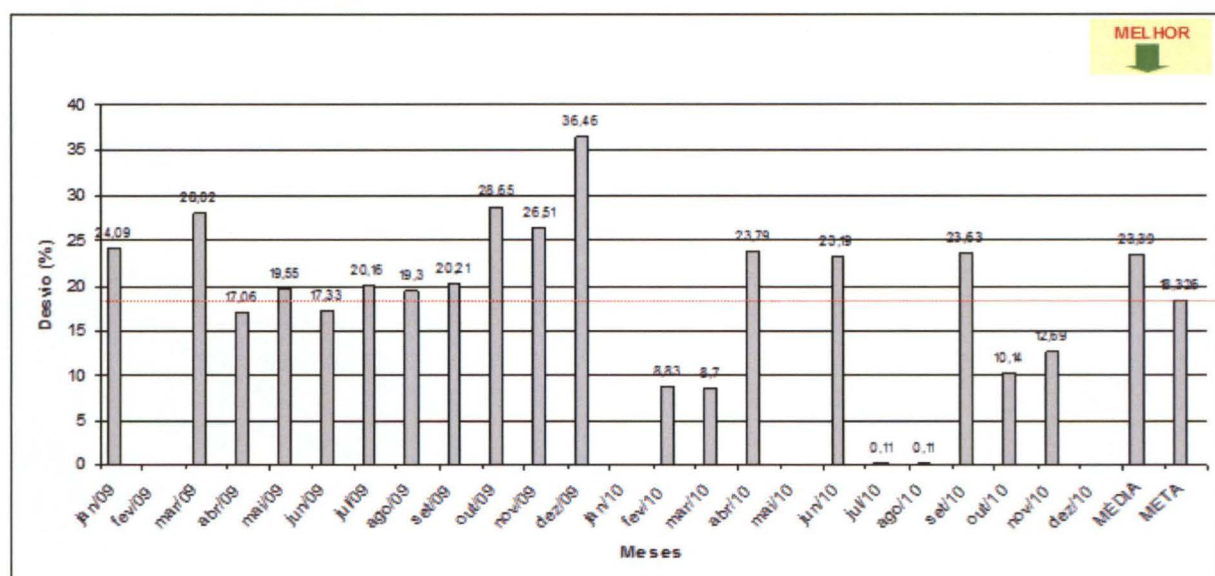


GRÁFICO 11. ACOMPANHAMENTO DOS INDICADORES MENSAIS DA META ESPECÍFICA DO PREPARO DE 80 CM.

Para o preparo de solo com 80 cm de profundidade, nota-se que nos meses de fevereiro (8,83%), março (8,7%), julho (0,11%), agosto (0,11%) e outubro de 2010 (10,14%), a meta específica de 18,32% foi alcançada.

Vale destacar que pode ocorrer de alguma das metas específicas não atingirem a sua respectiva meta específica, porém ser possível alcançar a meta geral do projeto. Pode-se observar também que durante o acompanhamento dos indicadores, o preparo de 60 cm merece uma atenção especial, acompanhado do preparo de 80 cm.

8. CONCLUSÃO

Para atingir a meta geral foi necessário trabalhar com os três tipos de preparo de solo (40 cm, 60 cm e 80 cm de profundidade).

A meta geral do projeto que seria reduzir o desvio padrão para 18,92% da área de solo preparada na atividade de subsolagem, na UNF-BA, até setembro de 2010 foi alcançada.

Os dados de controle de qualidade obtido no ano de 2009, não apresentaram distribuição normal ($p - \text{value} < 0,1$), logo não foi possível trabalhar com análises estatísticas, como as cartas de controle e as análises de capacidade.

O preparo de solo com 80 cm de profundidade contribui com 39,3% dos problemas relacionados à variação na área de solo preparada, o preparo de 60 cm contribui com 34,2% e o preparo de solo de 40 cm contribui com 26,5% dos problemas.

De acordo com o “nível de Qualidade Sigma” obtido para as 3 profundidades avaliadas, 40, 60 e 80 cm, o preparo de 80 cm apresentou o menor “Nível Sigma”, igual a 1,25. Mostrando grande contribuição para atingir a meta, segundo o plano de ação proposto.

Dentre os fatores causais relacionados à variação na área de solo preparada, destacaram-se:

- Máquinas e subsoladores trabalhando fora das especificações técnicas recomendadas;
- Ausência de controle de qualidade na atividade de subsolagem;
- Ausência de indicadores de umidade do solo;

- Presença de tocos altos deixados pela atividade de colheita;
- Presença de resíduos da colheita na linha de subsolagem.

O projeto contribuiu para melhorar a qualidade nos preparos de solo da empresa, além de proporcionar fundamentos gerenciais para possíveis ajustes nas recomendações técnicas de profundidade mínima de preparo do solo, baseado no banco de dados obtido. Proporcionou mudança de comportamento dos supervisores de silvicultura da própria Suzano, como dos prestadores de serviço, visto a necessidade de monitorar e controlar a qualidade da atividade de preparo de solo. Contribuiu também para que o conceito de monitoramento e controle de qualidade das atividades de silvicultura voltem a ser utilizados como procedimento organizacional na Suzano.

Como lição aprendida é possível listar: o trabalho em equipe, liderança na figura de um gerente de projeto, comprometimento, disciplina, integração com pessoas nas frentes de preparo de solo, técnicas de negociação, conhecer o efeito do preparo de solo na produtividade da floresta, conhecer melhor os solos da região de tabuleiros costeiros e ter conhecimento das recomendações técnicas para dimensionamento de subsoladores.

9. GLOSSÁRIO

SUZANO PAPEL E CELULOSE S/A: Empresa de base florestal de capital aberto, posicionada como segunda maior produtora global de celulose de eucalipto, além de líder regional no mercado de papel. Com sede administrativa em São Paulo e mantendo quatro unidades administrativas no país, uma em Mucuri (BA), uma em Embu (SP) e duas em Suzano (SP). As áreas florestais da empresa e dos parceiros fomentados estão concentradas no sul da Bahia, no norte do Espírito Santo, em São Paulo e a leste de Minas Geras. E recentemente adquiriu áreas no Maranhão, no Piauí e no Tocantins, que irão abastecer as novas fábricas com previsão de início de operação em 2013 e 2014, respectivamente.

UNF BA: Estrutura organizacional - Unidade de Negócio Florestal Bahia.

UM: Unidade de Manejo. Agrupamento de áreas com características semelhantes quanto a propriedades físicas do solo, vegetação e relevo.

UP: Unidade de Produção.

REUNIÃO DE BRAINSTOMING: Considerado um método, a técnica de brainstorming propõe que um grupo de pessoas se reúna e se utilizem das diferenças em seus pensamentos e idéias para chegar a um denominador comum eficaz e com qualidade, gerando assim idéias inovadoras e análise de causas, que levem o projeto adiante.

PONTOS FORTES: Solicitação de alterações de cenários de planejamento, por motivo de alterações estratégicas da empresa, tais como: produção da fábrica, fator de conversão (m^3/tsa), disponibilidade de áreas, repasse de madeira de terceiros, alterações orçamentárias, alteração de premissas técnicas, alterações de premissas operacionais e frete.

10. REFERÊNCIAS

AUGUSTI, J. C. & FERRAZ, F. B. **Caracterização espaço-temporal da precipitação nas áreas da Bahia Sul Celulose S/A**. Relatório Técnico de Pesquisa da Bahia Sul Celulose - COTEC-074/00, Teixeira de Freitas-BA, 16p, 2000.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do Solo e o Desenvolvimento das Plantas**, Piracicaba-SP, 132p, 1997.

EMBRAPA. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no estado do Espírito Santo e no extremo sul do estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto**, Rio de Janeiro-RJ - CNPS, 11p, 2000.

INDG. **Apostila de treinamento para Green Belts da Suzano Papel e Celulose S/A**. Gerência de Competitividade e Estratégia de Operações, Mucuri – BA, 570p, 2010.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação de solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas, BA: **Anais...** Aracajú-SE: EMBRAPA-CPATC, EMBRAPA-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. 80p.

KLEFSJO, B., WIKLUND, H., EDGEMAN, R.L. **Six Sigma seen as a methodology for Total Quality Management**. Measuring Business Excellence 5, 2001. p.31-35.

NACIF, P. G. S. **Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo álico coeso, representativo do recôncavo baiano**. 17 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 1994.

NAMBIAR, E. K. S. **Interplay between nutrients, water, root growth and productivity in Young plantations**. Forest Ecology and Management, 1990. 30:213-32.

OLIVEIRA, J. B. de. Solos para citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, f.; POMPEU, J. Ed. Citricultura brasileira, 1991, Campinas-SP. Anais... Fundação Cargill, V.1, p. 196-227.

PYZDEK, T. Uma ferramenta em busca de zero defeito. **HSM Management**, São Paulo-SP, nº 38, 2003.

RASIS, D., GITLOW, H.S., POPOVICH, E. Paper Organizers International: **A Fictitious Six Sigma Green Belt Case Study**. Quality Engineering, 15 (1), p.127-145, 2002.

RATH e STRONG (Org.). **Six Sigma Pocket Guide**, 2. ed. Lexington, 2001. 192p.

RIBEIRO, L. P. **Os Latossolos Amarelos do recôncavo Baiano: Gênese, Evolução e Degradação**, SEPLANTEC, CADCT, Salvador-BA, 98 p, 1998.

REZENDE, J. O. Compactação e adensamento do solo: métodos para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro-RJ, **Anais ...** Rio de Janeiro, RJ: SBCS, 1997.

SANTOS, A. M. S.; REZENDE, J. O. **Caracterização química e físico-hídrica de um solo Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico representativo do Recôncavo Baiano**, Escola de Agronomia-UFBA, Cruz das Almas-BA. 1989.

SANTOS, D. M. B. **Efeitos da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solo de “tabuleiro” (Latossolo Amarelo álico coesos) no município de Cruz das Almas-BA (Caso 2)**, 87f. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 1992.

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma na Redução das Perdas de um Processo de Manufatura**, 155f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 2005.

SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. M.; LEITE, N. B. & BALLONI, E. A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. IBDF, Brasília-DF, 131p, 1981.

SHORTER, T. D. **Efeitos do clima e do solo sobre o desenvolvimento de clones de *Eucalyptus* sp. no sul da Bahia e sobre interações genótipo-ambiente**, 223f. Dissertação (Mestrado)-Solos e Nutrição de plantas, ESALQ/USP, Piracicaba-SP. 1993.

SOARES, N, J. P. S. **Avaliação dos limites de consistência, curvas de compactação, resistência à penetração, porosidade, condutividade hidráulica saturada e retenção, armazenamento e disponibilidade de água de solos coesos de tabuleiros costeiros do Estado da Bahia**, 79f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, Cruz das Almas-BA. 1999.

SOUZA, A. J.; ARAÚJO, E. F. & SILVA, A. P. Preparo de um solo coeso para cultura do eucalipto no extremo sul da Bahia. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais**... Londrina, 2001.

TINKER, P.B. Root distribution and nutrient uptake. In: RUSSEL, R.S.; IGUE, K.; MEHTA, Y.R. The soil/root system in relation to Brazilian Agriculture. **Anais**...Londrina-PR: IAPAR, 1981. P.115-136.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L.P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da Qualidade - Aplicação na atividade florestal**. Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 50.

WILSON, P. M. **Seis Sigma: Compreendendo os conceitos, as implementações e os desafios**. Qualitymark, Rio de Janeiro-RJ, 2000. p.240.

INDG. **Apostila de treinamento para Green Belts da Suzano Papel e Celulose S/A**. Gerência de Competitividade e Estratégia de Operações, Mucuri – BA, 570p, 2010.

11. ANEXOS

TABELA I. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DO PROJETO.

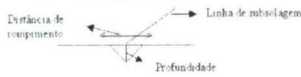
Projeto: Redução na variação área de solo preparadas UNF BA.																														Data: 14/05/10							
ITENS	ATIVIDADES		ABR					MAI					JUN					JUL					AGO					SET					OUT				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Gerenciamento do Projeto (Fase I)	Elaboração/formação do banco de dados	P																																			
		R																																			
	Definição do Projeto / Elaboração do protocolo	P																																			
		R																																			
	Documentação de controle do Projeto	P																																			
R																																					
Identificação do Problema (Fase II)	Definição da meta geral	P																																			
	Validação da meta geral	P																																			
		R																																			
Análise do Fenômeno (Fases III, IV e V)	Desdobramento do problema	P																																			
		R																																			
	Determinação de oportunidades nas variações	P																																			
		R																																			
	Estabelecimento de metas específicas	P																																			
R																																					
Análise do Processo (Fase VI e VII)	Identificação das causas potenciais de cada problema	P																																			
		R																																			
	Análise das causas potenciais	P																																			
		R																																			
	Quantificação e priorização das causas potenciais	P																																			
R																																					
Plano de Ação (Fase VIII)	Teste de medidas e definição dos níveis apropriados	P																																			
		R																																			
	Estabelecimento do plano de ação	P																																			
Execusão do Plano de Ação (Fase IX)	Treinamento dos envolvidos no processo	P																																			
		R																																			
	Execução do plano de ação	P																																			
R																																					
Verificação dos resultado (Fase X)	Coleta de dados e acompanhamento do atingimento as metas	P																																			
		R																																			
Padronização (Fase XI)	Adequação do processo de trabalho (criação padrões, procedimentos,	P																																			
		R																																			
Fechamento do projeto	Conclusão do projeto e avaliação dos resultados.	P																																			
		R																																			

FIGURA I. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, PREPARO DE 40 CM E 60 CM.

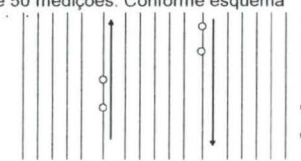
CONTROLE ESTATISTICO DO PROCESSO DE SUBSOLAGEM - DMB						
Empresa: _____		Data: _____		Resp.(EPS) _____		Resp.(SPC) _____
UP: _____		Há: _____		Profundidade Mínima: _____ cm		Espaçamento Linhas: _____
Medições	Prof. Esq. 40 / 20 cm (SP) 60 cm (BA)	Prof. Esq. 10 / 20 cm (SP) 30 cm	Prof. Centro	Prof. Dir. 10 / 20 cm (SP) 30 cm (BA)	Prof. Dir. 40 / 20 cm (SP) 60 cm (BA)	Epaçamento entre linhas (metros)
Linha 1						
Linha 2						
Linha 3						
Linha 4						
Linha 5						
Linha 6						
Linha 7						
Linha 8						
Linha 9						
Linha 10						
Linha 11						
Linha 12						
Linha 13						
Linha 14						
Linha 15						
Linha 16						
Linha 17						
Linha 18						
Linha 19						
Linha 20						
Linha 21						
Linha 22						
Linha 23						
Linha 24						
Linha 25						

O que avaliar e como avaliar:

a) Profundidade/rompimento lateral: com uma haste graduada medir a profundidade no centro da linha e as bordas laterais: 10 e 20 ou 20 e 40 (SP) 30 e 60 cm (BA) do centro da linha, a esquerda e a direita. Conforme esquema.



Obs.: avaliar 1 parcela de 25 linhas, em cada 10 há, sendo medidos 2 pontos em cada linha, a distância entre os 2 pontos é de aproximadamente 10 metros (total de 50 pontos a cada 10 ha). Como: após as medições na 1ª linha, saltar 5 linhas, fazer as mais 2 medições e, assim, sucessivamente até completar as 25 linhas e 50 medições. Conforme esquema



Atenção para que todas as máquinas em operação na UP sejam avaliadas.

b) Espaçamento entre linhas: podendo, usar, um dos pontos de medição da profundidade como referência, com uso de uma trena medir a distância entre linhas (50 amostras), apontando a distância entre cada linha medida.

Onde avaliar: Em todas as UP's, onde houver atividade de subsolagem. Nas Up's onde a quantidade de área (há) não permitir 1 parcela a cada 10 hectares, realizar as medições das profundidades em 25 linhas e 50 espaçamento entre linhas, dentro da área trabalhada.

Análise dos dados: lançar os dados coletados na planilha Controle Estatístico de Processos Qualidade Preparo de Solo com DMB, para verificação dos desvios e % de conformidade dos espaçamentos entre linhas e geração de gráficos de variabilidade. O desvio máximo para mais ou para menos nos espaçamentos entre linhas é de 5%. A profundidade mínima aceitável é a recomenda conforme recomendação técnica PR.06.00096.

Ocorrências deverão ser registradas na Planilha de Ocorrências da Qualidade

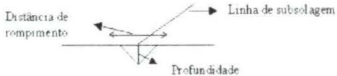
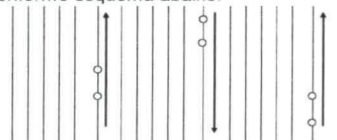
FIGURA II. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM, PREPARO DE 80 CM.



CONTROLE ESTATISTICO DO PROCESSO DE SUBSOLAGEM - RIPPER

Empresa: _____ Data: _____ Resp.(EPS) _____ Resp.(SPC) _____

UP: _____ Há: _____ Profundidade Mínima: _____ cm Espaçamento Linhas: _____

Medições	Prof. Esq. 100 cm	Prof. Esq. 50 cm	Prof. Centro	Prof. Dir. 50 cm	Prof. Dir. 100 cm	Espaçamento entre linhas (metros)	O que avaliar e como avaliar:
Linha 1							a) Profundidade/rompimento lateral: com uma haste graduada medir a profundidade no centro da linha e as bordas laterais: 50 cm e 100 cm do centro da linha, a esquerda e a direita. Conforme esquema.  Obs.: avaliar 1 parcela de 25 linhas, em cada 10 há, sendo medidos 2 pontos em cada linha, a distância entre os 2 pontos é de aproximadamente 10 metros (total de 50 pontos a cada 10 ha). Como: após as medições na 1ª linha, saltar 5 linhas, fazer as mais 2 medições e, assim, sucessivamente até completar as 25 linhas e 50 medições. Conforme esquema abaixo.  Atenção para que todas as máquinas em operação na UP sejam avaliadas. b) Espaçamento entre linhas: podendo, usar, um dos pontos de medição da profundidade como referência, com uso de uma trena medir a distância entre linhas (50 amostras), apontando a distância entre cada linha medida. Onde avaliar: Em todas as UP's, onde houver atividade de subsolagem. Nas Up's onde a quantidade de área (há) não permitir 1 parcela a cada 10 hectares, realizar as medições das profundidades em 25 linhas e 50 espaçamento entre linhas, dentro da área trabalhada. Análise dos dados: lançar os dados coletados na planilha Controle Estatístico de Processos Qualidade Preparo de Solo com Ripper, para verificação dos desvios e % de conformidade dos espaçamentos entre linhas e geração de gráficos de variabilidade. O desvio máximo para mais ou para menos nos espaçamentos entre linhas é de 5%. A profundidade mínima aceitável é a recomenda conforme recomendação técnica PR.06.00096. Ocorrências deverão ser registradas na Planilha de Ocorrências da Qualidade
Linha 2							
Linha 3							
Linha 4							
Linha 5							
Linha 6							
Linha 7							
Linha 8							
Linha 9							
Linha 10							
Linha 11							
Linha 12							
Linha 13							
Linha 14							
Linha 15							
Linha 16							
Linha 17							
Linha 18							
Linha 19							
Linha 20							
Linha 21							
Linha 22							
Linha 23							
Linha 24							
Linha 25							

