

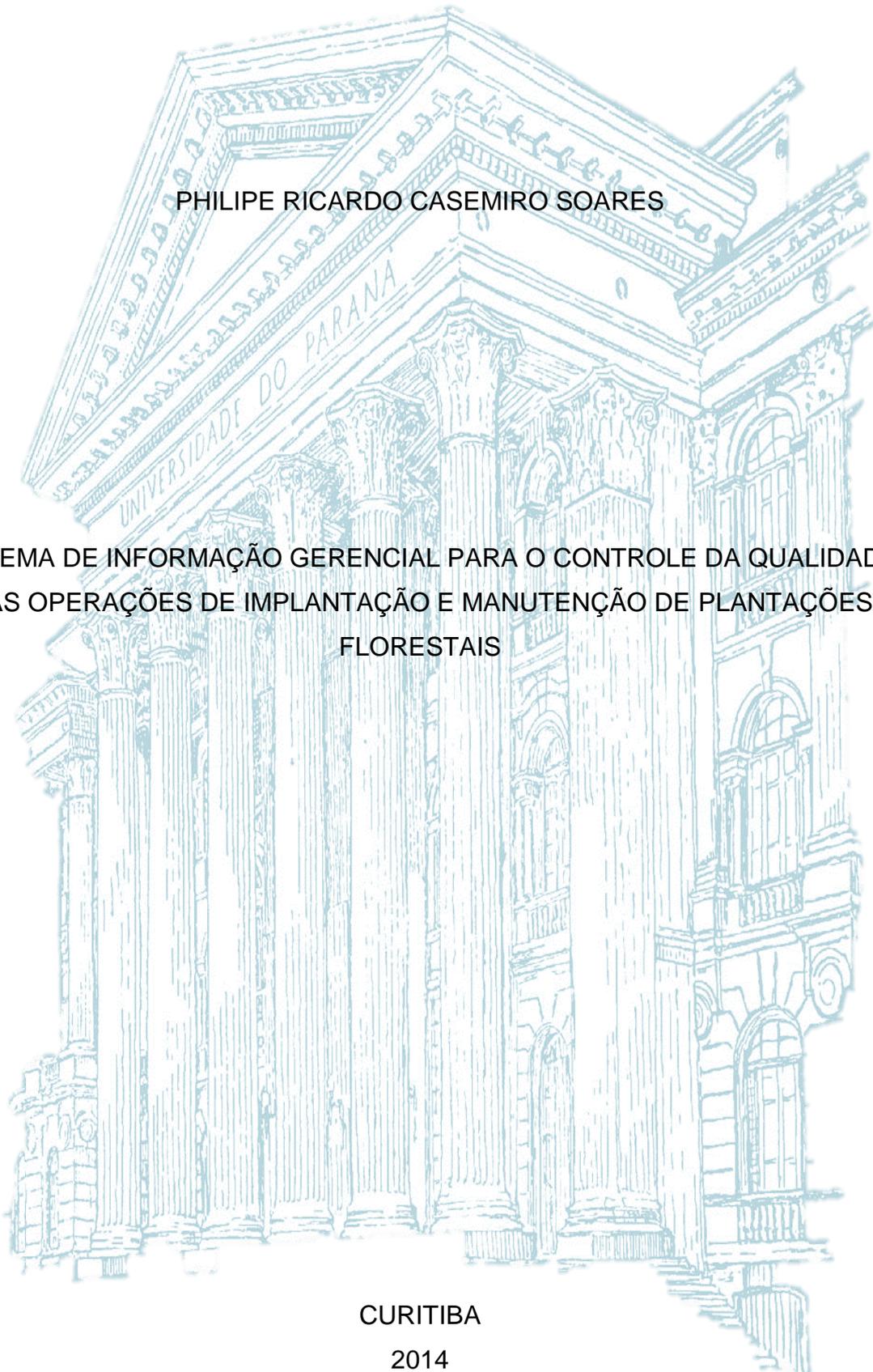
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PHILIPPE RICARDO CASEMIRO SOARES

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE
DAS OPERAÇÕES DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PLANTAÇÕES
FLORESTAIS

CURITIBA

2014



PHILIFE RICARDO CASEMIRO SOARES

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE
DAS OPERAÇÕES DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PLANTAÇÕES
FLORESTAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Economia e Política Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Romano Timofeiczuk Junior

CURITIBA

2014



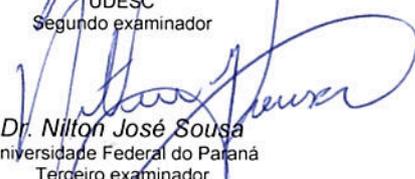
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

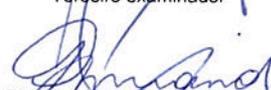
PARECER
Defesa nº. 1018

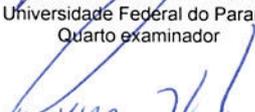
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Philippe Ricardo Casemiro Soares* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DAS OPERAÇÕES DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL**.


Dr. Marcos Milan
Universidade de São Paulo
Primeiro examinador


Dr. Geedre Adriano Borsoi
UDESC
Segundo examinador


Dr. Nilton José Sousa
Universidade Federal do Paraná
Terceiro examinador


Dr. Ghislaine Miranda Bonduelle
Universidade Federal do Paraná
Quarto examinador


Dr. Romano Timofeiczuk Junior
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 24 de fevereiro de 2014.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Pelo amor, incentivo, compreensão e confiança, dedico este trabalho aos meus pais, Edvaldo e Marilina, e à minha esposa Raquel.

Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a toda minha família, especialmente minha esposa Raquel e meus pais Edvaldo e Marilina por todo o apoio e amor durante todos os desafios de minha vida. Além deles, agradeço pelo apoio e carinho dos meus avós, Antonio e Tereza, tios, Maria do Carmo, Tânia e Maria Lúcia, sogros, José e Cassilda, e cunhados, João e Angélica.

Também gostaria demonstrar minha admiração e gratidão pela amizade, paciência e orientação neste trabalho ao Professor Dr. Romano Timofeiczky Junior. Ainda agradeço aos membros que completam meu comitê de orientação, Prof. Dr. João Carlos Garzel Leodoro da Silva, pela amizade, auxílio e oportunidades, e Prof. Dr. Marcos Milan pela parceria desde os tempos de graduação.

Aos meus amigos por todo o apoio, citando alguns daqueles que estiveram presentes em minha vida desde a infância, Andrew, Denys, Rodolfo e Filloi, durante os anos de ESALQ/USP, Fernando, Clayton, Érica, Samira, Jedi, Moisés e Mateus, no período de doutorado na UFPR, Marcão, Tomaz, Jaça, Bruno, Luisa, Raquel, Leandro, Nayara, Timni, Alexandre, e aos mais recentes companheiros de CAV/UDESC, Nicoletti, Jean, Navroski, Raul, Geedre, André, Polliana, Alexsandro, Schimalski, entre tantos outros.

Além deles, aos grandes amigos Cymara e Erison demonstro toda minha gratidão pela grande ajuda no desenvolvimento deste trabalho e também pela amizade e confiança.

Agradeço também aos companheiros do futebol, Professores Ricardo e Marcio, Reinaldo, entre tantos outros que por lá passaram, permitindo um momento de descontração durante o doutorado.

Finalizando, agradeço à empresa pela permissão na coleta de dados, bem como aos colaboradores Robson e Eliane, que formaram a equipe que auxiliou no desenvolvimento desta pesquisa.

“A educação é a arma mais poderosa que se pode usar para mudar o mundo”

Nelson Mandela

RESUMO

A qualidade está se tornando fator fundamental para a sobrevivência de empresas em ambientes competitivos. No entanto, no setor florestal a adoção de conceitos relacionados à qualidade, especialmente de processos, ainda é recente. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo definir indicadores de desempenho para o processo silvicultural de uma empresa florestal. Para isso, inicialmente o processo foi mapeado e, na sequência, foram levantados os fatores críticos de sucesso das principais operações. Tais pontos foram convertidos em indicadores de desempenho e analisados com as metodologias Desdobramento da Função Qualidade e *Balanced Scorecard*. A última etapa da pesquisa consistiu no planejamento de um Sistema de Informação Gerencial, inicialmente para a empresa, que posteriormente foi generalizado, por meio de Diagrama de Entidade e Relacionamento. Os resultados mostraram apenas diferença temporal no mapeamento do processo silvicultural dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Para as principais atividades, foram definidos 34 indicadores, divididos em cinco diferentes perspectivas, sendo quatro deles na financeira, sete na dos clientes, três na aprendizado e crescimento e de não mercado e 17 em processos internos. Dentre as medidas de performance críticas, destacaram-se os custos operacionais e de qualidade, relacionado à prevenção de falhas, o desenvolvimento das mudas e o treinamento de funcionários. Este maior peso se deve a alta correlação destes indicadores com os fatores críticos de sucesso das diferentes operações. Isso indica que a maior atenção para estas medidas auxiliam a empresa a alcançar os objetivos desejados. Já sua generalização permitiu o desenvolvimento de um diagrama que servirá de base para uma futura programação de aplicativo computacional, o qual poderá ser ajustado em função das necessidades das organizações. Dessa forma, recomenda-se a adoção de programas da qualidade baseados nas ferramentas utilizadas e desenvolvidas nesse estudo, visando a melhoria do processo silvicultural das empresas inseridas no setor florestal.

Palavras-chave: Desdobramento da Função Qualidade. *Balanced Scorecard*. Indicadores de desempenho. Empresas Florestais.

ABSTRACT

The quality is becoming a key factor for the survival of enterprises in competitive environments. However, in the forest sector the adoption of concepts related to quality, especially in the process, is still incipient. In this context, this study aimed to develop performance indicators for silvicultural process of a forestry company. For this, the first phase was to map the process and the second was to define the critical success factors of some operations. These points were converted into performance indicators and evaluated with the Quality Function Deployment and the Balanced Scorecard methodologies. The last phase of the research was to plan the Management Information System, first to the company, which was later generalized, by the Entity-Relationship Diagram. The results showed only temporal difference in the silvicultural process mapping of the genera *Pinus* and *Eucalyptus*. For the main activities, were defined 34 indicators, divided in five different perspectives, four of them in financial, seven in customer, three in learning and growth and non-market and 17 in internal process. Among the critical performance indicators, the operational and quality costs, the last one related to prevention, the seedling development and the employee training showed the highest weights, because of the high correlation with the critical success factors of the operations evaluated. It indicates that greater attention to these measures help the companies to achieve the desired goals. The system generalization allowed the development of a diagram, basis of the software programming, which may be adjusted according to the needs of organizations. Thus, its recommended the adoption of quality programs based in the tools used and developed in this study, aimed the improvement of the silvicultural process of the forestry companies.

Keywords: Quality Function Deployment. Balanced Scorecard. Performance Indicators. Forestry Companies.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA ÁREA DE FLORESTA PLANTADA NO BRASIL ENTRE 2006 E 2012	17
FIGURA 2 - MODELO SIMPLIFICADO DA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR FLORESTAL.....	18
FIGURA 3 - CONSUMO DA MADEIRA PROVENIENTE DE FLORESTAS PLANTADAS PELOS DIFERENTES SEGMENTOS DO SETOR FLORESTAL.....	20
FIGURA 4 - A CASA DA QUALIDADE	26
FIGURA 5 - AS PERSPECTIVAS DO BALANCED SCORECARD	28
FIGURA 6 - TOMADA DE DECISÃO COM FOCO NO SIG	31
FIGURA 7 - ESQUEMA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	37
FIGURA 8 - SÍMBOLOS DE REPRESENTAÇÃO DO FLUXOGRAMA.....	38
FIGURA 9 - ESQUEMA PARA A DEFINIÇÃO DA QUALIDADE DESEJADA E PLANEJADA E DO DIAGRAMA DE AFINIDADE PARA AGRUPAMENTO DOS FCS.....	40
FIGURA 10 - ESQUEMA PARA A DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS TÉCNICOS.....	41
FIGURA 11 - ESQUEMA DA DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO, PELA METODOLOGIA BSC	41
FIGURA 12 - METODOLOGIA PARA CORRELAÇÃO ENTRE ID.....	42
FIGURA 13 - MATRIZ DE RELACIONAMENTO ENTRE FCS E ID DAS ATIVIDADES SILVICULTURAIS	43
FIGURA 14 – DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE PROJETADA	44
FIGURA 15 - METODOLOGIA 6M PARA A AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE POSSÍVEIS DESVIOS NOS ID	46
FIGURA 16 - ESQUEMA DO DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO GERADO	48
FIGURA 17 - ESQUEMA DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL DESENVOLVIDO	48
FIGURA 18 - MAPEAMENTO DO PROCESSO SILVICULTURAL PARA O GÊNERO <i>PINUS</i>	50
FIGURA 19 - MAPEAMENTO DO PROCESSO SILVICULTURAL PARA O GÊNERO <i>EUCALYPTUS</i>	51
FIGURA 20 - ESQUEMA PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO	54

FIGURA 21 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAUS DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS.....	55
FIGURA 22 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO	56
FIGURA 23 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO	57
FIGURA 24 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE PLANTIO	58
FIGURA 25 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NOS CUSTOS	60
FIGURA 26 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO DE CONTROLE DE INVASORAS.....	62
FIGURA 27 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NA DOSAGEM DE HERBICIDAS.....	64
FIGURA 28 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NO VOLUME DE CALDA.....	65
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PROBLEMAS NA VAZÃO DOS BICOS.....	66
FIGURA 30 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO PREPARO DE SOLO	68
FIGURA 31 - ESQUEMA PARA DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DO PREPARO DE SOLO COM SUBSOLADOR	70
FIGURA 32 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NOS ATRIBUTOS DE PREPARO DE SOLO	70
FIGURA 33 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO ADUBAÇÃO	72
FIGURA 34 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NA DOSAGEM DO ADUBO	74
FIGURA 35 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PROBLEMAS DE DISPONIBILIDADE DO ADUBO PARA A PLANTA.....	75
FIGURA 36 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA MUDAS DANIFICADAS OU MORTAS	76
FIGURA 37 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO PLANTIO	77
FIGURA 38 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS DE PADRÃO NO PLANTIO	79
FIGURA 39 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE CONTROLE PRÉ-EMERGENTE DE INVASORAS. A – ATIVIDADE MANUAL; B – ATIVIDADE MECANIZADA	82
FIGURA 40 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE CONTROLE PÓS-EMERGENTE DE INVASORAS. A – ATIVIDADE MANUAL; B – ATIVIDADE MECANIZADA	85
FIGURA 41 - SIG PARA O MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DE CONTROLE PÓS-EMERGENTE DE INVASORAS.....	87

FIGURA 42 - ESQUEMA DE MEDIÇÃO DO ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS.....	88
FIGURA 43 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE PLANTIO	89
FIGURA 44 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO. A – BASE; B – COBERTURA.....	91
FIGURA 45 - APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PRÉ-EMERGENTE MANUAL DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES	93
FIGURA 46 - APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PRÉ-EMERGENTE MECANIZADO DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES	94
FIGURA 47 - APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PÓS-EMERGENTE MANUAL DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES	95
FIGURA 48 - APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PÓS-EMERGENTE MECANIZADO DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES	96
FIGURA 49 - APLICAÇÃO DO SIG PARA MONITORAMENTO DO CONTROLE PÓS-EMERGENTE DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS EM MUDAS MORTAS E DANIFICADAS; C – GRÁFICO DO NÍVEL DE MATOCOMPETIÇÃO	97
FIGURA 50 - APLICAÇÃO DO SIG PARA ADUBAÇÃO DE BASE. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NA DISTÂNCIA DA COVETA; C – GRÁFICO DE DESVIOS NA PROFUNDIDADE DA COVETA.....	98
FIGURA 51 - APLICAÇÃO DO SIG PARA ADUBAÇÃO DE COBERTURA. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NA DISTRIBUIÇÃO DO ADUBO; C – GRÁFICO DE NÃO CONFORMIDADES NA DOSAGEM	99
FIGURA 52 - PROTOTIPAÇÃO DA TELA DE ENTRADA PROJETADA PARA O SISTEMA DE QUALIDADE FLORESTAL.....	101
FIGURA 53 - ESTRUTURAÇÃO DO SQF	102
FIGURA 54 - PLANEJAMENTO DOS DADOS DE ENTRADA NO SQF.....	102
FIGURA 55 - PROTOTIPAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE DADOS DAS DIFERENTES EXECUÇÕES DO CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS.....	103
FIGURA 56 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE CONTROLE DE INVASORAS	104

FIGURA 57 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE PREPARO DE SOLO	107
FIGURA 58 - PROTOTIPAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE DADOS DAS DIFERENTES EXECUÇÕES DA ADUBAÇÃO.....	109
FIGURA 59 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE ADUBAÇÃO.....	110
FIGURA 60 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE PLANTIO	111
FIGURA 61 – MODELO MULTIDIMENSIONAL DO SIG PARA QUALIDADE FLORESTAL.....	112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE INVASORAS NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA	63
QUADRO 2 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA	69
QUADRO 3 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA	73
QUADRO 4 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE PLANTIO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA	78
QUADRO 5 - ESCALA PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATOCOMPETIÇÃO	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....	16
2.1.1 Cadeia produtiva do setor florestal brasileiro	18
2.2 GESTÃO DA QUALIDADE.....	20
2.2.1 Ferramentas e metodologias para a qualidade	23
2.2.1.1 Mapeamento do processo	24
2.2.1.2 Diagrama de Ishikawa	24
2.2.1.3 Desdobramento da função qualidade (QFD).....	25
2.2.1.4 <i>Balanced Scorecard</i> (BSC)	28
2.2.1.5 Sistemas de Informações Gerenciais (SIG)	30
2.2.1.6 Qualidade no setor florestal.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO (ETAPA 1)	38
3.2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO (ETAPA 2).....	39
3.2.1 Determinação dos indicadores de desempenho	39
3.2.2 Avaliação de desvios nos Indicadores de desempenho	45
3.3 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SIG (ETAPA 3).....	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO (ETAPA 1)	49
4.2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO (ETAPA 2).....	53
4.2.1 Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS)	55
4.2.2 Determinação e análise dos Indicadores de Desempenho (ID)	59
4.3 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SIG (ETAPA 3).....	80
4.3.1 Sistema de Informação Gerencial para a empresa analisada	80
4.3.2 Generalização do Sistema de Informação Gerencial	100
4.4 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	113
5 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS	116
APÊNDICES	135

1 INTRODUÇÃO

O ambiente empresarial cada vez mais competitivo, aliado à maior conscientização e conseqüente exigência dos consumidores, faz com que as organizações atuantes nos diferentes setores da economia passem a dar maior atenção à qualidade de seu processo produtivo. Para isso, as empresas vêm buscando ferramentas que facilitem a identificação de não conformidades e, conseqüentemente, permitam a tomada de decisão em tempo hábil.

Nesse sentido, o avanço tecnológico, especialmente na área de informática, têm permitido o desenvolvimento e aprimoramento de diversas ferramentas que visem facilitar a gestão empresarial. Assim, diversos aplicativos computacionais vêm sendo aprimorados ou desenvolvidos de acordo com as necessidades das empresas.

Esta realidade não é diferente daquela encontrada pelas organizações inseridas no setor florestal brasileiro. No entanto, estas empresas não estão acompanhando o desenvolvimento e a adoção de ferramentas e metodologias de gestão estratégica no mesmo ritmo daquelas que atuam em outros setores da economia.

A incipiência na preocupação com o processo por organizações do setor pode ser explicada pelo momento de recessão enfrentado por empresas ou pela incredibilidade por parte de alguns gestores florestais. Este fato está relacionado ao pequeno número de pesquisas que comprovem a viabilidade da adoção e apresentem propostas de adaptação de metodologias para a realidade enfrentada, bem como falhas em fazer com que os resultados dos estudos já realizados alcancem as empresas.

Em função deste atraso, no setor florestal ainda é observada a existência de grande quantidade de informações desestruturadas nas organizações, fato que dificulta o processo administrativo. Dessa forma, sua estruturação, por meio de sistemas de informação, é desejável, uma vez que dá suporte à tomada de decisão de forma integrada.

Neste sentido, a aplicação de Sistemas de Informações Gerenciais (SIGs) no setor apresenta potencial. Tais sistemas estão se tornando cada vez mais importantes, não só em função do aumento no fluxo da informação, mas também da

necessidade de bases que suportem o processo decisório. Assim, o SIG permite a transformação de dados em informações que serão úteis para as decisões estratégicas, apoiando a empresa na busca da vantagem competitiva.

Além disso, os Sistemas de Informações Gerenciais permitem um controle mais rigoroso da qualidade do processo produtivo. Dessa maneira, com um sistema bem elaborado é possível o monitoramento das atividades silviculturais, identificando não conformidades e a necessidade de ações corretivas, visando a melhoria contínua do processo da organização e, conseqüentemente, redução de desperdícios e aumento na lucratividade.

No entanto, estudos ainda são necessários para adaptar tais sistemas às condições enfrentadas pelas empresas do setor. Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver um Sistema de Informação Gerencial para o controle da qualidade de operações de implantação e manutenção de plantações florestais de empresa atuante no setor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Durante muito tempo o ser humano vem manejando florestas visando atender sua demanda por madeira, produtos não madeireiros e também pelos serviços ecossistêmicos prestados pelas formações florestais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2012).

No entanto, essa relação vem contribuindo para a redução da área florestal mundial que, em 2010, foi estimada em quatro bilhões de hectares, 31% de toda a área territorial do globo. Considerando a primeira década do século XXI, a área com florestas sofreu redução de 0,13% ao ano (FAO, 2010).

Deste total, o Brasil se destaca tanto em aspectos positivos quanto em negativos. Positivamente, o país possuía a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Entretanto, o Brasil também apresenta a maior redução na área florestal em termos absolutos, cerca de 2,5 milhões de hectares por ano no período entre 2000 e 2010 (FAO, 2010). Grande parte desta redução está relacionada às florestas nativas, sendo o país o segundo maior fornecedor mundial de madeira tropical, com aproximadamente 30,8 milhões de m³ nos anos de 2011 e 2012 (INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION – ITTO, 2012).

2.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Em 2012, o Serviço Florestal Brasileiro – SFB (2013) estima que a área florestal do país era de 463 milhões de hectares, sendo aproximadamente 98,5% de florestas nativas e 1,5% de plantadas. Considerando apenas os plantios florestais, o Brasil totalizou, neste mesmo ano, uma área de aproximadamente 7,2 milhões de hectares. Destes, 70,8% são plantios de espécies do gênero *Eucalyptus* e 22% de *Pinus*. Além destas, destacam-se, porém com menor representatividade, a acácia, a seringueira, o paricá, a teca entre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF, 2013).

Em termos monetários, a produção primária florestal brasileira totalizou, em 2012, R\$18,4 bilhões, sendo 76,9% (R\$ 14,2 bilhões) gerados de áreas plantadas e

23,1% (R\$ 4,2 bilhões) pela extração vegetal das florestas nativas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2012). Neste mesmo ano, os valores movimentados pelo setor representaram 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, sendo responsável por aproximadamente 640 mil empregos diretos (SFB, 2012).

Com relação às plantações florestais de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, a área de efetivo plantio totalizou, em 2012, 6.664.812 hectares, variação positiva de 2,2% em relação ao ano anterior. Este fato se deve ao incremento das áreas plantadas com o gênero *Eucalyptus* (4,5%), enquanto foi observada variação negativa (-5,1%) para o *Pinus*. A evolução da área de florestas plantadas no Brasil é apresentada na FIGURA 1, em que se observa a substituição entre os gêneros, principalmente em função das diferenças na produtividade (ABRAF, 2013).

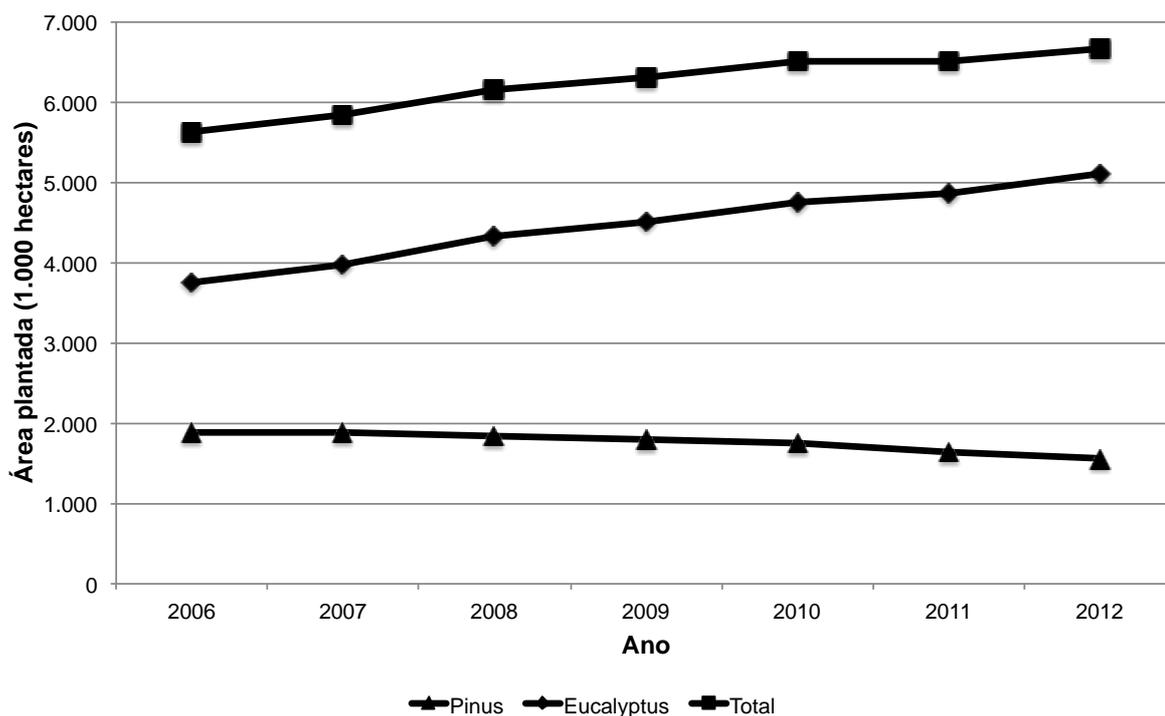


FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA ÁREA DE FLORESTA PLANTADA NO BRASIL ENTRE 2006 E 2012
 FONTE: ABRAF (2013)

Em termos de área de florestas plantadas, os estados da região Sul do país se destacam, em especial o Paraná com a terceira maior área de plantios (12,3%), atrás somente de Minas Gerais (22,3%) e São Paulo (17,8%). O estado se destaca no cultivo de espécies do gênero *Pinus*, sendo o principal fornecedor da madeira no

Brasil, com uma área plantada, em 2012, de 619.731 hectares, representando 39,7% do total (ABRAF, 2013).

Já na comparação da distribuição da área entre os diferentes segmentos do setor, destaca-se o de celulose e papel. De acordo com a Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA (2013c), em 2011, as 220 empresas registradas na entidade possuíam área de efetivo plantio de aproximadamente 2,2 milhões de hectares, o que representava 33,8% do cultivo de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

2.1.1 Cadeia produtiva do setor florestal brasileiro

De acordo com ABRAF (2013), a cadeia produtiva do setor é caracterizada pela grande variedade de produtos, compreendendo produção, colheita, transporte e obtenção do produto final. A cadeia é dividida em produtos madeireiros e não madeireiros, além de serviços ambientais oferecidos pelas florestas, conforme modelo simplificado apresentado na FIGURA 2.

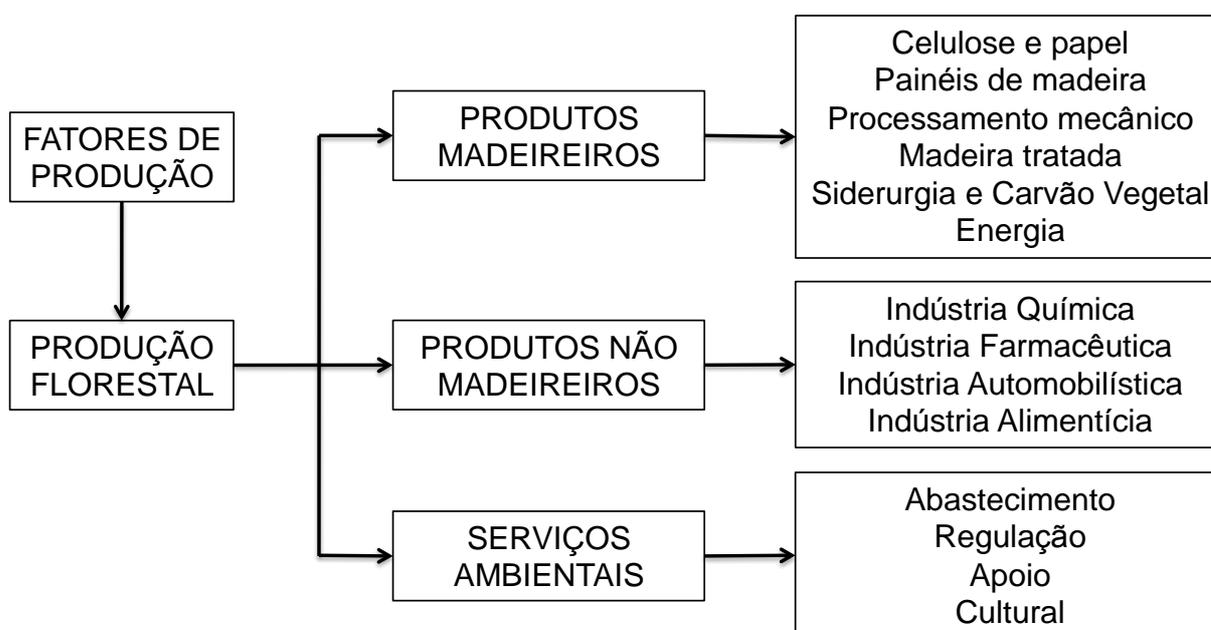


FIGURA 2 - MODELO SIMPLIFICADO DA CADEIA PRODUTIVA DO SETOR FLORESTAL
FONTE: Adaptado de ABRAF (2013)

Considerando as divisões da cadeia produtiva do setor florestal, no ano de 2012, aproximadamente 99% do valor da produção primária gerada, considerando as áreas de florestas plantadas, foram de produtos classificados como madeireiros. Já a produção a partir da exploração de florestas nativas se mostra menos desigual, porém com apenas 23% do total representado por bens não madeireiros (IBGE, 2012).

Para o ano de 2012, o valor bruto da produção do setor florestal brasileiro totalizou R\$ 56,3 bilhões, o que representou um aumento de 4,6% em relação ao ano anterior. Neste mesmo período, o saldo de exportações líquidas da indústria de base florestal foi de US\$ 5,5 bilhões, inferior ao resultado de 2011 (-3,8%), porém aumentando sua participação no superávit da balança comercial do país para 28,1% (ABRAF, 2013).

Deste total, o ramo da cadeia de maior destaque é o de celulose e papel. Em 2012, o saldo de exportações líquidas do segmento representou aproximadamente 85% (US\$ 4,7 bilhões) do total da balança comercial do setor (BRACELPA, 2013a). Neste mesmo ano, a produção no segmento atingiu valores superiores a 13,9 milhões de toneladas para celulose e 10,2 milhões de toneladas para papel (BRACELPA, 2013b).

Em termos percentuais, de acordo com ABRAF (2013), no ano de 2012 este segmento foi responsável pelo consumo de cerca de 35% de toda a madeira em toras proveniente das florestas plantadas no país. Na sequência, destacam-se os serrados, consumindo 16,4% do total, seguido de painéis de madeira industrializada e compensados (FIGURA 3).

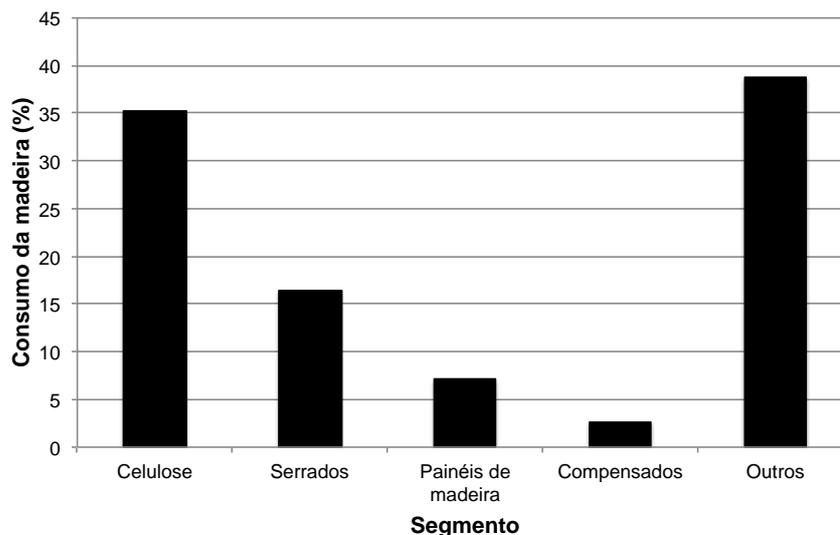


FIGURA 3 - CONSUMO DA MADEIRA PROVENIENTE DE FLORESTAS PLANTADAS PELOS DIFERENTES SEGMENTOS DO SETOR FLORESTAL
 FONTE: ABRAF (2013)

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

Juran (1998) afirma que a palavra qualidade apresenta diversos significados, no entanto, destacam-se dois deles. O primeiro, com orientação para a renda, está relacionado aos atributos do produto que atendem as necessidades dos clientes e o segundo, orientado para os custos, com a ausência de defeitos. Para Galgano (2002), independente da abordagem, ambas possuem como agente fundamental o consumidor, assim as empresas devem atender seus desejos.

Assim, para a satisfação dos clientes e ganhos em competitividade, é importante que a organização se preocupe com a gestão da qualidade, definida por Miguel (2005) como o conjunto de atividades coordenadas que objetivam guiar e controlar uma empresa quanto a aspectos relacionados à qualidade.

A história da qualidade é descrita por Carvalho (2005), que a divide em quatro eras: inspeção, controle estatístico do processo (CEP), garantia da qualidade e gestão total da qualidade. A primeira era têm início no tempo dos artesões, em que a abordagem sobre o tema já continha conceitos modernos, como o de atender as necessidades dos clientes. No entanto, nesta época a gestão da qualidade era focada no produto, com a verificação de defeitos realizada por meio de inspeção de toda a produção.

O final desta era é marcado pela popularização da produção em massa, por Henry Ford. Apesar da perda de importância dos desejos dos clientes no conceito de qualidade, a produção em massa trouxe avanços significativos para o tema, destacando-se a intercambialidade de peças, possível com a adoção de sistemas de padronização de medidas (CARVALHO, 2005; WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Em 1924, um novo avanço deu início à era do controle estatístico do processo. Neste ano, Walter A. Shewhart desenvolveu o conceito de gráficos de controle a partir da teoria estatística. Nos anos seguintes, ele e outros pesquisadores, como Dodge e Roming, passaram estudar a aplicação da estatística na gestão da qualidade, o que resultou na inspeção por amostragem. Além disso, outro fato histórico que alavancou o CEP foi a segunda guerra mundial (MONTGOMERY, 2004).

Durante a era da garantia da qualidade, inúmeras metodologias foram desenvolvidas. Neste período, o grande avanço verificado foi a mudança de foco da qualidade, passando do produto para o processo. Assim, toda a organização passa a ser responsável pela qualidade e não apenas um departamento (CARVALHO, 2005).

A última era, gestão da qualidade total, foi marcada pelo desenvolvimento do TQM – Total Quality Management, no Japão a partir de ideias norte-americanas (BONILLA, 1994). Este mesmo autor afirma que o conceito de qualidade total é amplo, podendo ser dividido em cinco dimensões, sendo elas: moral dos colaboradores (motivação); segurança; custo; atendimento ao cliente; qualidade intrínseca do bem ou serviço. No entanto, Jacovine e Trindade (2008) acrescentam uma sexta dimensão, relacionada ao meio ambiente.

Além disso, pressões relacionadas à intensa competição entre organizações, em mercados domésticos e internacionais, e aos consumidores mais exigentes para aspectos da qualidade e preço do produto ou serviço, ocorridas especialmente no final do século XX e início do XXI, impulsionaram os conceitos da gestão da qualidade, fato que levou as empresas a buscarem atualização sobre o tema, visando vantagem competitiva (PINTO; CARVALHO; HO, 2006).

Para isso, durante a última era diversos conceitos e métodos foram desenvolvidos ou popularizados, de forma a auxiliar as organizações na garantia da qualidade. Neste sentido, destacam-se os esforços da empresa japonesa Toyota para aprimoramento do Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005; WOMACK;

JONES; ROOS, 2004), e de metodologias como o Desdobramento da Função Qualidade – QFD, desenvolvida por Akao e Mizuno na década de 1960 (CHENG; MELO FILHO, 2010), e *Balanced Scorecard* – BSC, proposto por Kaplan e Norton no início dos anos 1990 (PRIETO *et al.*, 2006).

Outro conceito importante que surgiu durante a era da qualidade total foi a normatização proposta pela *International Organization for Standardization* – ISO, especialmente as normas técnicas da série 9000 relacionadas à gestão da qualidade, amplamente difundido nas organizações (CORBETT *et al.*, 2005). Para Trindade *et al.* 2007, as normas ISO ajudam as empresas na implementação de programas de qualidade e não devem ser adotadas somente por exigência de mercados, mas sim para formar uma cultura voltada para a qualidade.

Assim, a preocupação com a qualidade total pode gerar melhorias em diversas variáveis consideradas importantes para o sucesso empresarial. Neste sentido, Pinto, Carvalho e Ho (2006) estudaram a adoção de programas voltados para a qualidade em empresas de grande porte dos diversos setores da economia brasileira. Na pesquisa, eles verificaram que investimentos em qualidade geraram impactos positivos nos indicadores de desempenho das organizações, incluindo o retorno sobre o investimento. Já analisando a qualidade e a satisfação dos clientes, Piskar (2007) também observou relação positiva entre as variáveis para empresas eslovenas.

Em pesquisa semelhante, Nilsson, Johnson e Gustafsson (2001), avaliaram empresas suecas orientadas para clientes ou processos e demonstraram que investimentos no controle da qualidade de produtos e serviços geraram resultados positivos na satisfação dos clientes e, conseqüentemente, nos resultados do negócio. No caso de produtos, os resultados foram superiores para as organizações com orientação para o cliente, comprovando sua importância para a gestão empresarial.

Já Pignanelli e Csillag (2008) estudaram o desempenho financeiro de empresas brasileiras reconhecidas pelo Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ) comparativamente a outras do mesmo setor que não receberam este prêmio. A análise mostrou melhoria nos lucros das organizações, considerando como ponto chave o reconhecimento pela FNQ.

Estudo semelhante foi desenvolvido por York e Miree (2004) para empresas norte americanas. Na pesquisa, os autores observaram uma correlação entre

indicadores financeiros e a gestão da qualidade, ou seja, não somente a qualidade influencia na performance da empresa, mas a situação financeira também interfere na adoção, pela organização, de métodos voltados à melhoria dos processos.

Outros estudos também mostram os impactos positivos do controle de qualidade em indicadores do processo produtivo, como demonstrado no trabalho de Kaynak (2003). Dentre eles, destacam-se os trabalhos de Heras, Dick e Casadesús (2002), Corbett *et al.* (2005), Colledani e Tolio (2006), Sila (2007), Feng, Terziowski e Samson (2008), Colledani e Tolio (2009), Corredor e Goñi (2011), entre outros.

No entanto, o insucesso na implementação de programas da qualidade por empresas brasileiras é estudado por Pinto, Carvalho e Ho (2006). Os autores concluíram que dois importantes fatores foram a falta de recursos financeiros, especialmente para investimentos na melhoria dos processos, e o frágil apoio da direção da empresa.

2.2.1 Ferramentas e metodologias para a qualidade

Trindade *et al.* (2007) definem ferramentas da qualidade como instrumentos para a melhoria do processo produtivo, sendo utilizadas para auxiliar na dinamização de reuniões, elaboração de projetos, padronização da rotina, priorização de problemas a serem solucionados, entre outros fatores. Estes autores também destacam a facilidade de utilização, desde que os agentes responsáveis sejam bem treinados para a aplicação na rotina diária.

Oakland (2003) aponta algumas ferramentas básicas para a qualidade, dentre elas o fluxograma, folha de verificação, histograma, diagrama de Pareto, *brainstorming*, análise de causa e efeito, carta de controle, entre outras. Além dessas, diversas metodologias foram desenvolvidas para a melhoria da qualidade dos processos, tais como o controle estatístico do processo (OAKLAND, 2003; MONTGOMERY, 2004), *Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA (STAMATIS, 1995), *Quality Function Deployment* – QFD (GOVERS, 1996; CHENG; MELO FILHO, 2010), *Balanced Scorecard* – BSC (KAPLAN; NORTON, 1992) entre outras.

2.2.1.1 Mapeamento do processo

Rosa (2009) define processo como a transformação da matéria-prima em produto, visando atender a necessidade dos clientes por meio de característica relacionadas à qualidade. Assim, para Campos (2004), mapeamento do processo se refere à elaboração de fluxogramas para os diversos produtos de uma organização, de forma a deixar claro a sequência de atividades que formam o processo produtivo.

De acordo com Trindade *et al.* (2007), para um mesmo processo dois fluxogramas devem ser elaborados, um considerando a situação real e outro a ideal. Dessa forma, a ferramenta permite a identificação de desvios, bem como atividades que não agregam valor ao produto (ALVARENGA NETO, 2004), facilitando a proposição de soluções para tais divergências.

O mapeamento do processo é utilizado em um grande número de pesquisas, como nos trabalhos de Aldowaisan e Gaafar (1999) para reengenharia de processo, Akamavi (2005) na abertura de contas bancárias, Collier (2007) em serviços de cartão de crédito, Salgado *et al.* (2009) para avaliação do desperdícios no processo de desenvolvimento de produtos, Prates e Bandeira (2011) para empresa de componentes eletrônicos, Soares *et al.* (2012b) em indústria de pisos de madeira, entre outros.

Além dessas aplicações, alguns estudos empregaram o mapeamento do processo como ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de Sistemas de Informação (SI). Como exemplos, pode-se citar as pesquisas de Greasley (2006), que objetivou o desenvolvimento de um SI para reportar acidentes de trânsito no Reino Unido, e de Staccini *et al.* (2005), que mapearam o processo hospitalar e concluíram sobre a importância da ferramenta para o desenvolvimento do sistema.

2.2.1.2 Diagrama de Ishikawa

Outra ferramenta qualitativa para a gestão da qualidade é o diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe (GWIAZDA, 2006). O diagrama foi desenvolvido no Japão por Kaoru Ishikawa, visando a facilitar a análise de problemas, bem como

possibilitar a ordenação de maneira mais adequada e busca das causas que geram as não conformidades (TRINDADE *et al.*, 2007). Esta ferramenta, cujo desenvolvimento ocorreu na década de 1950, inicialmente foi aplicada à problemas de manufatura e, desde então, sua aplicabilidade vem sendo demonstrada em diversos setores e para diversos problemas (JURAN, 1998).

O diagrama de Ishikawa pode ser dividido em sequencial e de causa e efeito. No primeiro, as atividades são apresentadas sequencialmente, de forma a realçar as etapas de um processo, facilitando assim a análise das operações de forma geral (TRINDADE *et al.*, 2007). Já o diagrama de causa e efeito é utilizado para a determinação das prováveis causas de um determinado problema, muito útil quando os fatores geradores dos desvios não são óbvios, bem como para a melhoria de processos pela eliminação das causas potenciais (MONTGOMERY, 2004). Vieira (1999) afirma que o sucesso no controle da qualidade do processo de organizações depende do uso correto desta ferramenta.

Observada a importância, muitas pesquisas foram registradas utilizando os diagramas de Ishikawa, dentre elas as de Meinrath e Lis (2002) e Kufelnicki, Lis e Meinrath (2005) que avaliaram a relação de causa e efeito para diferentes análises químicas, Patton, Gaffney e Moeller (2003) e White *et al.* (2004) que analisaram na área hospitalar os setores de radioterapia e de emergência, respectivamente. Além desses, destacam-se os trabalhos de Panis *et al.* (2003), Gwiazda (2006), Maldonado e Graziani (2007), Behr, Moro e Estabel (2008), Wong (2011) e Soares *et al.* (2012a).

2.2.1.3 Desdobramento da função qualidade (QFD)

Segundo Cheng *et al.* (1995), o Desdobramento da Função da Qualidade (QFD) foi inicialmente proposto no Japão com o objetivo de alcançar o enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento de um produto. O QFD é um método empregado no desenvolvimento de produtos e serviços, garantindo a qualidade desde as fases iniciais dos projetos, pela tradução das exigências dos clientes em características técnicas mensuráveis (CARNEVALLI; SASSI; MIGUEL, 2004).

Para desenvolvimento de um produto pelo QFD, Govers (2001) afirma que inicialmente é necessária a compreensão da filosofia da ferramenta e que discrepâncias culturais e de ponto de vista podem levar a diferentes abordagens para o método.

Assim, Govers (1996) apresenta uma metodologia para implementação do QFD, denominada “Casa da Qualidade” (FIGURA 4). Para isso, inicialmente é necessário a definição de alguns aspectos pela equipe executora do projeto, tais como: características do produto que serão focadas; quem são seus consumidores; quais concorrentes serão avaliados, entre outros.

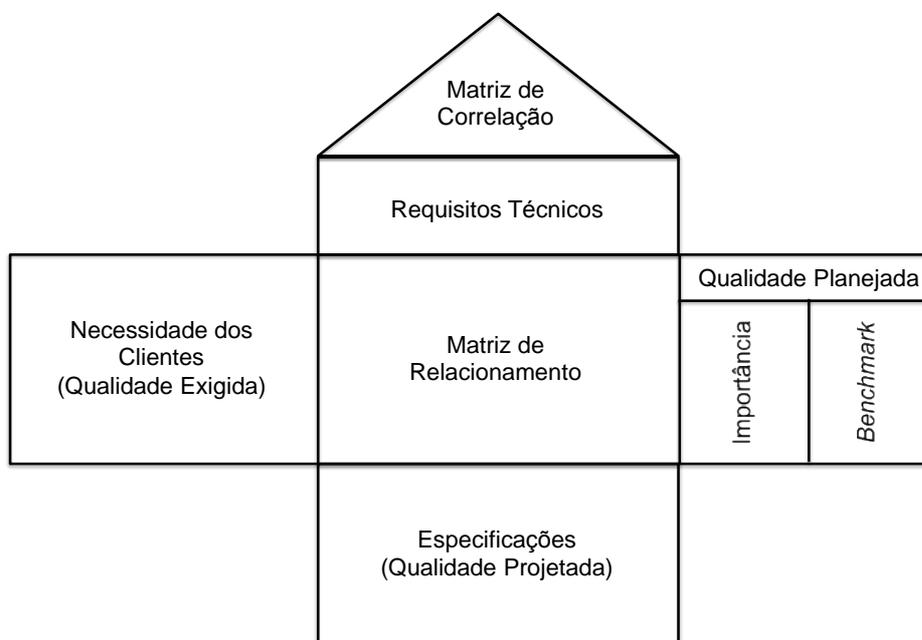


FIGURA 4 - A CASA DA QUALIDADE

FONTE: Adaptado de Milan, Barros e Gava (2003) e Adiano e Roth (1994)

O desenvolvimento da “Casa da Qualidade” se inicia com a determinação das exigências dos clientes, que são posteriormente convertidas em requisitos técnicos (ADIANO; ROTH, 1994). Tais necessidades são analisadas pela determinação de seus graus de importância e do *benchmark*, formando assim a qualidade planejada para o produto. A fase final do processo é a definição da qualidade projetada, a partir das relações existentes entre os requisitos técnicos e as exigência dos clientes, considerando também seus respectivos graus de importância (GOVERS, 1996).

Akao e Mazur (2003) afirmam que a ferramenta tem sido amplamente utilizada por empresas em todo o mundo desde 1996. Assim, Cheng *et al.* (1995)

destacam como benefícios do QFD a redução no tempo de desenvolvimento, no número de mudanças durante o projeto, nas reclamações dos clientes, dos custos e perdas, além do aumento na comunicação entre departamentos, do aprendizado mútuo e da maior possibilidade de atendimento das exigências dos clientes. Além desses, Abreu (1997) também cita sucesso em vendas e *market share*, maior eficiência no processo de *benchmarking* e trabalho em equipes.

Considerando os pontos positivos, Cheng e Melo Filho (2010) citam relatos do emprego do QFD em diversos setores da economia brasileira, como por exemplo, nas indústrias de alimentos, como para embutidos, automobilística e de autopeças, na indústria de materiais (embalagens, cal, cimento etc.) e em empresas de software. Além disso, segundo Cheng (2003), o Desdobramento da Função Qualidade é amplamente divulgado na bibliografia.

Carnevalli e Miguel (2007) também apresentam uma série de estudos sobre a metodologia realizada na primeira metade da década de 2000. Os autores mostram que a maior parte de pesquisas com o QFD buscam sua adaptação, para atendimento de demandas específicas, ou seu aperfeiçoamento, visando facilitar a aplicação do método.

Em estudo realizado por Carnevalli, Sassi e Miguel (2004), sobre a aplicação da metodologia no Brasil, os autores indicam que as empresas passaram a adotar o QFD na década de 1990. Além disso, foram analisados os benefícios e dificuldades em sua implementação, com os resultados mostrando como pontos positivos aqueles apresentados anteriormente e como negativo a falta de experiência no emprego da ferramenta, de comprometimento da equipe e as dificuldades no trabalho com grandes matrizes.

Outro trabalho sobre a aplicação do método foi o de Sonda, Ribeiro e Echeveste (2000), os quais utilizaram o QFD no desenvolvimento de aplicativo computacional para um sistema de custos. Os autores apresentaram como ponto positivo o fato da ferramenta utilizar como base a necessidade dos consumidores do produto, minimizando a necessidade de posteriores adaptações do bem desenvolvido.

Além desses, são trabalhos registrados com o uso da metodologia os de Bouchereau e Rowlands (2000), Shen, Tan e Xie (2000), Kahraman, Ertay e Büiüközkan (2006), Chen e Weng (2006) e Chen e Ko (2009), que avaliaram a integração do QFD com outras ferramentas gerenciais, Matsuda, Ora e Boan (2000)

no setor de saúde, Sohn e Choi (2001) e Büyüközkan e Çifçi (2013) na gestão da cadeia de suprimentos, Miguel *et al.* (2003) e Melo Filho e Cheng (2007), para o desenvolvimento de produtos, Milan, Barros e Gava (2003) no setor florestal, Sahney, Banwet e Karunes (2004), para a educação, Bevilacqua, Ciarapica e Marchetti (2012) no setor alimentício, Dias Junior *et al.* (2012) na prestação de serviços, Godoy *et al.* (2013) em empresa metalúrgica, entre outros.

2.2.1.4 *Balanced Scorecard* (BSC)

O *Balanced Scorecard* (BSC) é uma metodologia relacionada à administração estratégica, originalmente proposta por Kaplan e Norton na década de 1990, a partir da percepção de que indicadores de desempenho isoladamente não permitem a mensuração total da performance de uma organização, levando em consideração toda a sua complexidade (EPSTEIN; MANZONI, 1998).

Dessa maneira, Kaplan e Norton propuseram o BSC, tratando-se de um sistema de medição de desempenho que não se baseia apenas em indicadores financeiros, mas também em outras três perspectivas (FIGURA 5): dos clientes; aprendizado e crescimento; e processos internos (KAPLAN; NORTON, 1996b).

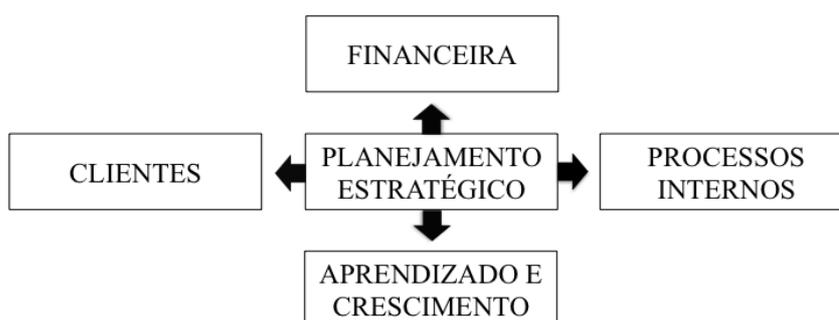


FIGURA 5 - AS PERSPECTIVAS DO *BALANCED SCORECARD*
 FONTE: Adaptado de Kaplan e Norton (1996b)

Kaplan e Norton (2000) apontam a importância de se ter indicadores nas diferentes perspectivas, sendo que enquanto os financeiros mostram o desempenho passado de uma empresa, as perspectivas dos clientes e processos internos apresentam informações sobre seu presente. Já os indicadores de aprendizado e crescimento permitem inferir sobre a performance futura. No entanto, para o sucesso

na definição dos indicadores, é fundamental que a organização utilize como base seu planejamento estratégico (REZENDE, 2003). Dessa forma, o sistema de indicadores permitirá alinhar a estratégia empresarial à suas ações para atingir os objetivos de longo prazo (KAPLAN; NORTON, 1996a).

Neste sentido, a perspectiva financeira deve englobar medidas de desempenho que mostrem o sucesso da implementação e execução das estratégias empresariais, enquanto a dos clientes fatores importantes para o consumidor, como o tempo, qualidade e serviços, a de processos internos aspectos voltados para a competitividade e, por fim, a aprendizado e crescimento, em que os indicadores devem analisar a capacidade de melhorias e criação de valor (KAPLAN; NORTON, 1992).

Assim, Niven (2005) descreve o BSC um conjunto de medidas selecionadas, originadas da estratégia de determinada empresa e utilizadas como informações sobre os resultados e motivadores de desempenho, pelo qual a empresa atingirá sua missão e seus objetivos estratégicos. Desta forma, o *Balanced Scorecard* cumpre as seguintes finalidades: sistema de medição, sistema de gerenciamento estratégico e ferramenta de comunicação.

Algumas das primeiras empresas que buscaram a adoção da metodologia em função de desempenho insatisfatório foram a *North America Marketing and Refining Division* da *Mobil Oil Corporation*, a *Property and Casualty Division* da *CIGNA Corporation*, o *Chemical Retail Bank* e a *Rockwater Division* da *Brown & Root Energy Services*. Todas elas melhoraram sua performance após a adoção do BSC (KAPLAN; NORTON, 2000).

Desde então, muitos pesquisadores vem realizando estudos com objetivo de demonstrar as vantagens da implementação do *Balanced Scorecard*, dentre eles Brewer e Speh (2000) para a gestão de cadeia de suprimentos, Aidemark (2001) no setor de saúde, Ahn (2001) em organização especializada em automação, Malmi (2001) e Speckbacher, Bischof e Pfeiffer (2003), analisando sua adoção respectivamente por empresas finlandesas e organizações de países de língua alemã, Kasurinen (2002), que estudou o BSC na contabilidade gerencial, Davis e Albright (2004), avaliando os efeitos da ferramenta sobre aspectos financeiros, Lee, Wen-Chin e Ching-Jan (2008) para a tecnologia da informação, Ming-Lang (2010), que analisou a integração do BSC com outras ferramentas gerenciais, entre outros.

Além desses, algumas pesquisas sobre o desenvolvimento de softwares e sistemas de informação com base no BSC foram realizadas, destacando-se os trabalhos de Martinsons, Davison e Tse (1999), Marr e Neely (2003), Hikage, Spinola e Laurindo (2006). Para o setor florestal, também são documentadas iniciativas de empresas para a implementação da tecnologia, como no caso da Suzano Papel e Celulose, em projeto denominado “BW”, que teve início no ano de 2000 e demonstrou sucesso em sua implementação (SUZANO CELULOSE E PAPEL, 2002).

Por outro lado, Prieto *et al.* (2006) avaliaram os aspectos críticos na implementação do BSC, destacando como principais a falta de comprometimento da alta administração, perspectivas não balanceadas, não divisão de papéis e responsabilidades, incapacidade de traduzir a estratégia da empresa. Além disso, Mooraj, Yon e Hostettler (1999) atentam que para seu sucesso na adoção do BSC os gestores deveriam observar alguns fatores que até o momento não haviam sido considerados.

Em função do dinamismo do ambiente empresarial, um destes aspectos a serem incorporados ao *Balanced Scorecard* sugerido por Kaplan e Norton é a sustentabilidade (GATES; GERMAIN, 2010). São exemplos de adaptações do BSC as metodologias propostas por Figge *et al.* (2002) e Sidiropoulos *et al.* (2004), sendo a primeira denominada *Sustainability Balanced Scorecard-SBSC* ou BSC Sustentável e a segunda *Eco-Balanced Scorecard*.

A partir destas propostas, diversos autores vêm discutindo a inclusão da sustentabilidade no BSC, a partir de diferentes abordagens, dentre eles Möller e Schaltegger (2005), Schaltegger e Wagner (2006), Tsai, Chou e Hsu (2008), Butler, Henderson e Raiborn (2011), Eljido-Ten (2011), Schaltegger e Lüdeke-Freund (2011), entre outros.

2.2.1.5 Sistemas de Informações Gerenciais (SIG)

Popadiuk *et al.* (2005) afirmam que o ambiente competitivo que as organizações estão inseridas exige tomada de ações diferentes para obtenção da vantagem competitiva. Para este cenário a informação é um fator fundamental e,

entre seu *input* e *output*, deveria ocorrer a agregação de valor a ela, decorrente dos processos de tomada de decisões. Neste sentido, Monk e Wagner (2006) consideram os sistemas de informação (SIs) como a chave para ganhos em competitividade, por permitirem a gestão mais eficiente das informações e processos.

O conceito de sistemas de informação é derivado de duas outras definições. A primeira é a de sistemas, definidos como um conjunto de partes integradas que visa atingir determinado objetivo (FERREIRA, 2005), e a segunda de informação, conceituada como um dado após tratamento. Além disso, os SI podem ser classificados de várias maneiras, sendo uma delas é a divisão dos SIs em operacional, gerencial e estratégico (REZENDE, 2011).

Dessa maneira, um sistema de informação gerencial é definido como um processo de transformação de dados em informação, sendo esta utilizada na tomada de decisão de uma empresa, para a otimização dos resultados esperados. O sistema de informação auxilia na consolidação do tripé básico de sustentação da empresa – qualidade, produtividade e participação (OLIVEIRA, 2001). Ele também deve permitir uma tomada de decisão efetiva, redução no tempo de obtenção de informações, melhoria e agilização da comunicação interna e guiar esforços para atingir objetivos (CREPALDI, 1998). Lucey (2005) apresenta um esquema do funcionamento do SIG como apoio à tomada de decisão (FIGURA 6).



FIGURA 6 - TOMADA DE DECISÃO COM FOCO NO SIG
 FONTE: Adaptado de Lucey (2005)

Segundo Gordon e Gordon (2006) os SIs combinam a tecnologia da informação com dados, procedimentos de processamento de dados, além de pessoas que os coletam e utilizam. Esses mesmos autores afirmam que um sistema de informação gerencial é formado por quatro componentes principais: banco de dados, base de conhecimentos, base de modelos e interface com o usuário. Neste contexto, Kotler e Keller (2006) afirmam que atualmente as empresas organizam

suas informações em bancos de dados ou *Data Warehouses*, que posteriormente são combinadas para tornar sua gestão mais eficiente.

Neste sentido, é importante na definição de SIGs a estruturação do armazenamento dos dados. Assim, para o planejamento de banco de dados são comumente utilizados Diagramas de Entidades e Relacionamentos-DER, que esquematizam as diferentes relações entre as entidades ou objetos independentes do sistema (DATE, 2003). Existem registros de uso de DER no setor florestal brasileiro, como nos trabalhos de Nunes, Soares e Batista (2006, 2007) no desenvolvimento de sistema para controle de incêndios florestais.

No entanto, para Williams e Williams (2007), as empresas atualmente possuem grande quantidade de dados, mas pouca informação. Neste contexto e dentro do conceito de SIs, o *Business Intelligence*-BI é uma ferramenta que permite a transformação dos dados em informações para auxiliar no processo de tomada de decisão (SCHEPS, 2008).

Com relação aos benefícios para as empresas proporcionados pelos sistemas de informação, Oliveira (2001) enumera uma série deles, tais como: redução do grau de centralização e dos custos operacionais; melhorias no acesso a informação resultando em relatórios mais precisos e rápidos, na produtividade setorial e global, nos serviços realizados e oferecidos, na tomada de decisão, na estrutura organizacional, pelo fluxo de informações facilitado; aumento no nível de motivação do pessoal envolvido.

Assim, um grande número de pesquisas tem sido documentadas referentes à utilização de Sistemas de Informações Gerenciais para diferentes setores da economia. No Brasil, destacam-se os trabalhos de Miranda (1999) em empresa de logística, Guimarães e Évora (2004) e Santos (2005) no setor da saúde, Almeida *et al.* (2006) analisando empresa de distribuição de energia, Monteiro e Falsarella (2007) que visaram a gestão de projetos, Mattioda e Favaretto (2009) com a análise pela perspectiva do usuário da informação, Pardini e Matuck (2012) no setor siderúrgico, Piacentini *et al.* (2012) para custos agrícolas e Méxas, Costa e Quelhas (2013) na construção civil.

Em outros países, diversos estudos sobre o tema também foram desenvolvidos, como os de Reader e Guthrie (1994), que analisaram as relações entre as estratégias empresariais e os SIGs, Nah, Lau e Kuang (2001) que avaliaram os fatores críticos na implementação de sistemas, Gunasekaran e Ngai

(2004) e Petrovic e Milanovic (2012) na gestão da cadeia de suprimentos, Doolin (2004) e Trigo *et al.* (2012) no setor da saúde, entre outros.

Para o setor florestal, Garg (2002) destaca a crescente importância da comunicação e do fluxo de informações. Neste contexto, o autor desenvolveu um SIG para o departamento florestal do estado de Uttar Pradesh, Índia, a partir de problemas com a gestão de informações. Este sistema foi posteriormente avaliado por Garg, Gera e Das (2006).

No entanto, Lucey (2005) aponta alguns problemas na implementação de SIG, relatados em pesquisas nos Estados Unidos e Reino Unido. Dentre eles, destacam-se aspectos relacionados ao corpo gestor, como a falta de comprometimento com o desenvolvimento do sistema, apoio e conhecimento computacional.

2.2.1.6 Qualidade no setor florestal

No setor florestal, a preocupação com a qualidade é relativamente recente, com os primeiros trabalhos realizados na década de 1980, na empresa Champion Florestal, atualmente International Paper (TRINDADE *et al.*, 2012). A pesquisa pioneira foi desenvolvida por Freitas *et al.* (1980). Neste trabalho, os autores definiram critérios para a avaliação da qualidade no manejo de florestas do gênero *Eucalyptus* visando a produção de celulose. Assim, foram definidos critérios para as atividades de implantação, manutenção, exploração e controle da rebrota.

A partir de então, cresceu o número de empresas que vêm identificando oportunidades de melhorias da produção pela implementação de sistemas de gestão da qualidade, tanto na área industrial, quanto na florestal (JACOVINE *et al.*, 2005). No entanto, especialmente para o processo silvicultural, o uso de ferramentas e métodos para a garantia da qualidade pode ser considerado incipiente (TRINDADE *et al.*, 2012; TRINDADE *et al.*, 2007).

Além disso, Trindade *et al.* (2007) afirmam que as organizações inseridas no setor florestal que buscam a implementação de programas de qualidade enfrentam dificuldades com a adaptação de tais ferramentas e conceitos. Assim, os autores

sugerem que as empresas que desejam adotar a gestão da qualidade devem estar preparadas para assumir grandes desafios e mudanças gerenciais.

Na tentativa do uso eficiente destas ferramentas no setor, pesquisas são fundamentais. Em períodos mais recentes foram registrados uma série de trabalhos sobre qualidade nas áreas industrial e florestal. Um exemplo é o estudo de Jacovine *et al.* (1999), que descreveram metodologia para avaliação dos custos da qualidade na atividade de colheita florestal, dividindo a variável em custos com avaliação, prevenção e falhas. Esta mesma classificação foi utilizada por Leite *et al.* (2005) para a produção de mudas de espécies do gênero *Eucalyptus*.

Além desses, Milan, Barros e Gava (2003) também avaliaram as atividades relacionadas ao manejo de florestas. Neste estudo, os autores planejaram a qualidade da operação de preparo de solo, considerando as exigências para o bom desenvolvimento de mudas de eucalipto, com o auxílio da ferramenta Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

Esta mesma metodologia foi empregada por Matos (2009) para o planejamento da qualidade no processo produtivo de mudas clonais de espécies do gênero *Eucalyptus*, definindo 31 requisitos técnicos determinados a partir de 12 itens relacionados à qualidade exigida.

Considerando a avaliação da qualidade na operação de colheita florestal, destacam-se dois trabalhos. Rezende *et al.* (2000) analisaram a qualidade nas atividades de um sistema de colheita de toras curtas semimecanizado com diversas ferramentas da qualidade, tais como histogramas e gráficos de controle. Neste estudo, os autores atestaram a baixa qualidade na operação, além da necessidade de treinamento dos funcionários visando melhorias no processo. Jacovine *et al.* (2005) estudaram a qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. Estes autores também atentaram para a baixa qualidade do processo, considerando-o incapaz de atender as especificações para as variáveis analisadas, destacando mais uma vez os possíveis ganhos com investimento no treinamento dos colaboradores.

Já para o processamento da madeira, uma maior quantidade de trabalhos são registrados para a avaliação da qualidade. Um exemplo é o estudo de Bonduelle (2000), que utilizou o método de planejamento de experimentos para a melhoria da qualidade de chapas de fibra de madeira, concluindo sobre a eficácia da

metodologia para este uso, bem como sobre a importância destas informações para a tomada de decisão.

Em outro estudo, Matos e Milan (2009) desenvolveram indicadores de desempenho visando a melhoria da qualidade do processo de empresas de pequeno porte especializadas no processamento da madeira a partir da determinação dos pontos críticos do processo utilizando a metodologia *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Coletti, Bonduelle e Iwakiri (2010) também avaliaram o processamento da madeira com o uso de ferramentas da qualidade. Neste caso, o segmento alvo foi o de fabricação de lamelas para pisos engenheirados, que foi analisado com diagramas de Pareto e Ishikawa, além do 5W2H. Desta maneira, foram determinados as principais falhas e respectivas falhas que afetam o processo.

Também considerando a produção de pisos, porém de madeira maciça, destacam-se os trabalhos de Christino, Bonduelle e Iwakiri (2010) e Soares *et al.* (2012b). Os dois estudos utilizaram o Controle Estatístico do Processo (CEP), entre outras ferramentas e metodologias, para a avaliação do processo produtivo de diferentes empresas, concluindo que os processos são instáveis, imprevisíveis e incapazes de produzir dentro dos limites especificados.

Considerando o mesmo processo, Soares *et al.* (2012a) avaliou os pontos críticos, com metodologia FMEA e ferramenta diagrama de Ishikawa, do beneficiamento da madeira para a produção de pisos maciços em empresa situada no estado de São Paulo.

Fora das fronteiras do país, o setor florestal mundial também vem mostrando preocupação com a qualidade de processos. Neste sentido, são exemplos de trabalhos desenvolvidos sobre o tema as pesquisas de Kozak e Maness (2001) em indústrias canadenses de beneficiamento da madeira, Podur, Martell e Knight (2002), que aplicaram o CEP na análise da ocorrência de incêndios florestais no Canadá, Kankaanhuhta, Saksa e Smolander (2010), avaliando os efeitos do controle da qualidade na regeneração das florestas de empresas finlandesas, entre outras.

Mesmo com o número de trabalhos apresentados, Trindade *et al.* (2012) afirmam que, apesar da preocupação com a qualidade no setor ter crescido bastante em função de resultados de pesquisas que mostraram o retorno do investimento na área, o caminho ainda é longo para o desenvolvimento da cultura da qualidade nas empresas florestais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma unidade de uma empresa florestal, situada na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, Brasil. A organização atua no segmento de celulose e papel e possui uma área de 135,2 mil hectares de efetivo plantio de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Além do atendimento da demanda de seu próprio processo produtivo, parte da madeira produzida na unidade é comercializada na forma de tora com outras empresas da região (KLABIN, 2013).

As atividades desenvolvidas na área florestal, exceto a colheita, até o final da pesquisa de campo eram terceirizadas, com o controle da qualidade da operação sendo realizado pelos próprios terceiros e, eventualmente, por auditorias de colaboradores da empresa. Visando o controle destas atividades, uma das demandas da organização foi a identificação de indicadores de desempenho, necessidade que veio ao encontro dos objetivos deste estudo.

Dessa forma, o desenvolvimento da pesquisa foi realizado em três etapas sequenciais: mapeamento e elaboração do fluxograma do processo; determinação e avaliação dos indicadores de desempenho; planejamento e desenvolvimento do Sistema de Informação Gerencial. Um esquema do planejamento da pesquisa, envolvendo as diferentes etapas, bem como as metodologias utilizadas em cada uma delas, é apresentado na FIGURA 7.

**Mapeamento do
Processo (Etapa 1)**

Atividade 1

Atividade 2

Atividade 3

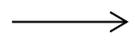
·
·
·

Atividade N

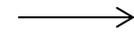
Fluxograma

**Identificação e avaliação dos Indicadores de
desempenho (Etapa 2)**

Fatores
críticos de
sucesso



Indicadores
de
desempenho



Sistema de
Informação
Gerencial para a
qualidade florestal

QFD / BSC /
Diagrama de Ishikawa

Tecnologia da
Informação

FIGURA 7 - ESQUEMA DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA
FONTE: O autor (2013)

Durante o desenvolvimento da pesquisa, os membros dos níveis tático e operacional da empresa e dos terceiros foram consultados para auxiliar nas atividades de mapeamento, determinação e avaliação dos indicadores de desempenho. Além disso, pessoas externas à empresa foram consultadas, especialmente para a segunda etapa do estudo. Para a terceira fase, fez-se necessário o auxílio de profissional com expertise em programação computacional.

3.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO (ETAPA 1)

O mapeamento do processo produtivo foi realizado a partir do acompanhamento e registro das atividades silviculturais desenvolvidas pelas empresas terceiras, observando-se as relações cliente-fornecedor internos. Dois processos foram considerados, um para o gênero *Pinus* e outro para *Eucalyptus*, que, após o acompanhamento, foram mapeados por meio de fluxograma, elaborados com símbolos padronizados (FIGURA 8), segundo metodologia apresentada por Trindade *et al.* (2007).

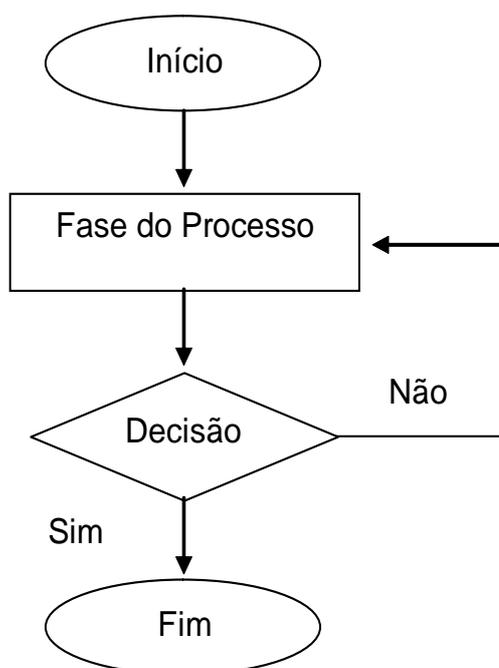


FIGURA 8 - SÍMBOLOS DE REPRESENTAÇÃO DO FLUXOGRAMA
FONTE: Trindade *et al.* (2007)

O mapeamento do processo, além de permitir uma visão ampla da sequência de atividades desenvolvidas por uma empresa (ALVARENGA NETO, 2004), contribui para a identificação de desvios e atividades que não agregam valor ao produto (TRINDADE *et al.*, 2007) e, no caso desta pesquisa, para a definição de indicadores globais e específicos para as diversas atividades silviculturais da organização.

3.2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO (ETAPA 2)

A segunda etapa do trabalho consistiu na identificação e avaliação dos indicadores posteriormente utilizados no desenvolvimento do Sistema de Informação Gerencial. Para a definição das medidas de desempenho, as metodologias Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e *Balanced Scorecard* (BSC) foram utilizadas, adaptadas respectivamente de Govers (1996) e Kaplan e Norton (1992), para a conversão dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) em Indicadores de Desempenho (ID). Tais medidas de performance foram posteriormente avaliadas a partir de seus pesos e por diagramas de causa e efeito

3.2.1 Determinação dos indicadores de desempenho

Nesta fase, inicialmente uma equipe de trabalho composta por três membros foi formada, sendo dois colaboradores da empresa, um deles responsável pelo monitoramento das atividades silviculturais terceirizadas, o outro pelo armazenamento de dados e informações da organização e um pesquisador da Universidade Federal do Paraná.

Periodicamente esta equipe se reunia, inicialmente com a finalidade de definição dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) das operações florestais executadas pela empresa. Para isso, utilizou-se como base as exigências do cliente (própria organização) para cada atividade, compondo, na matriz QFD, a qualidade

desejada para os serviços prestados pelas terceiras, conforme descrito por Govers (1996), Adiano e Roth (1994) e Milan, Barros e Gava (2003).

Nestes encontros, utilizou-se a técnica de *Brainstorming* ou “tempestade de ideias”, descrita por Trindade *et al.* (2007), em que todos os membros da equipe apresentaram suas ideias e o grupo chegava a suas conclusões. Estes fatores foram organizados em diagramas de afinidades (FIGURA 9), tendo seus respectivos graus de importância definidos pela equipe, em termos médios, com escala variando de 1 (pouco importante) a 5 (muito importante) para definição das qualidades desejada e planejada, seguindo metodologia proposta por Govers (1996). Em função da dificuldade de comparações, não foi considerado na determinação da qualidade planejada o benchmark.

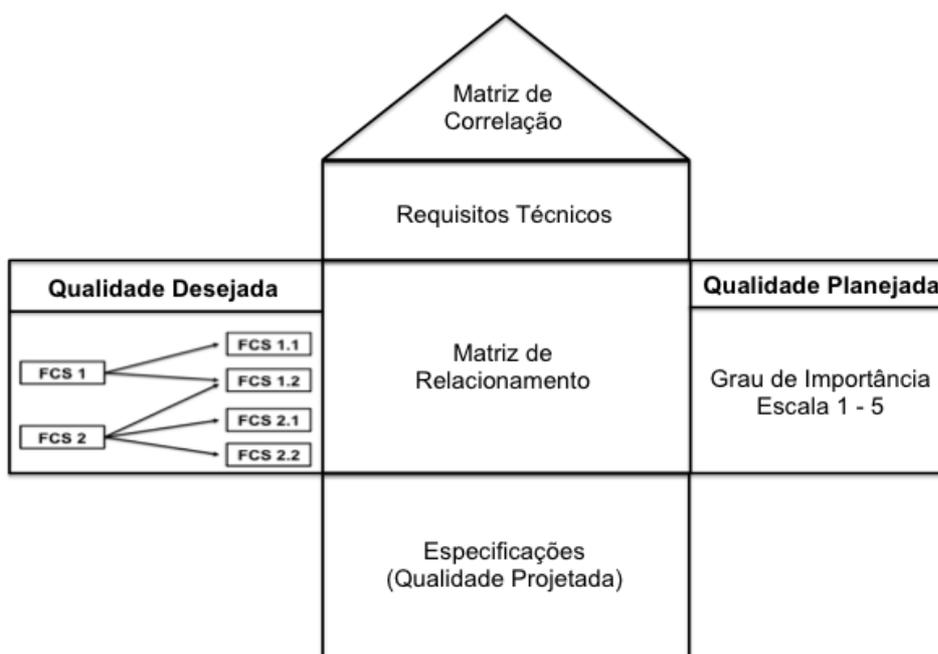


FIGURA 9 - ESQUEMA PARA A DEFINIÇÃO DA QUALIDADE DESEJADA E PLANEJADA E DO DIAGRAMA DE AFINIDADE PARA AGRUPAMENTO DOS FCS
FONTE: O autor (2013)

Na sequência, os fatores críticos de sucesso foram convertidos em requisitos técnicos (FIGURA 10) para o processo produtivo da empresa, conforme apresentado por Govers (1996). Para isso, mais uma vez foi utilizada a técnica de *Brainstorming* com a equipe responsável, bem como a pesquisa em bibliografia e consulta de outros profissionais com conhecimento em operações silviculturais. Com isso, obteve-se os indicadores de desempenho do processo.

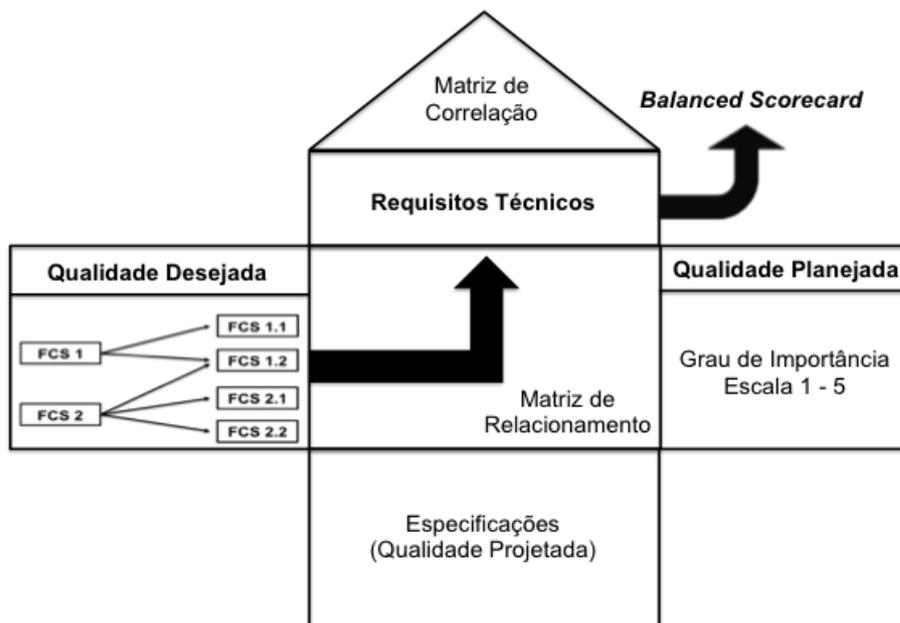


FIGURA 10 - ESQUEMA PARA A DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS TÉCNICOS
 FONTE: O autor (2013)

Nesta fase, utilizou-se também uma adaptação da metodologia *Balanced Scorecard* (BSC), desenvolvida por Kaplan e Norton (1992). Assim, os indicadores de desempenho definidos para as diferentes atividades florestais foram agrupados em cinco perspectivas, as quatro originais descritas pelos autores (financeira; clientes; processos internos; aprendizado e crescimento) e uma adicional, denominada neste estudo de “não mercado”, sendo alocados os requisitos que não estavam relacionados a nenhuma das demais perspectivas, como descrito por Figge *et al.* (2002). Um esquema da definição dos indicadores de desempenho é apresentado na FIGURA 11.

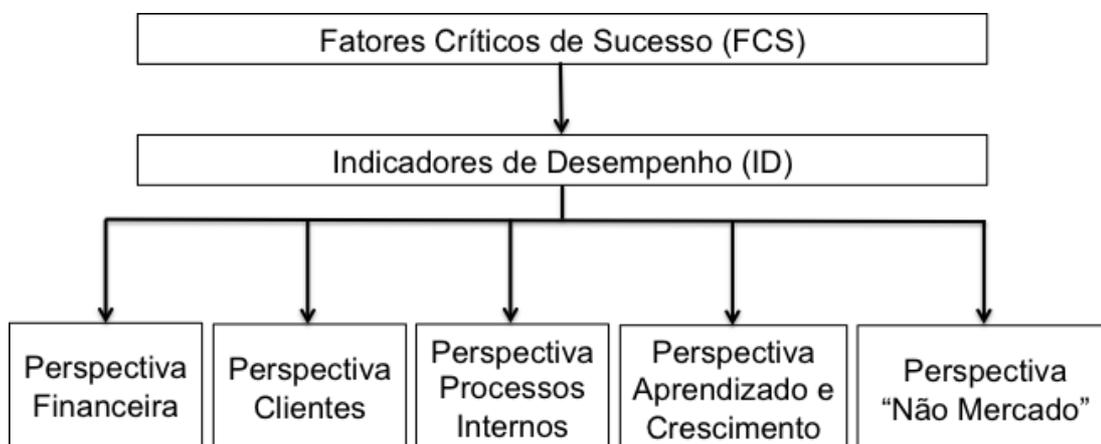


FIGURA 11 - ESQUEMA DA DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO, PELA METODOLOGIA BSC
 FONTE: O autor (2013)

Para essa etapa, buscou-se manter uma relação entre os indicadores alocados nas diferentes perspectivas. Dessa maneira, melhorias em IDs de determinada perspectiva devem impactar positivamente as medidas de performance das demais.

Após a determinação das medidas de performance para o processo silvicultural da organização, foram definidos alguns procedimentos para a coleta de dados, fase também realizada em conjunto com os colaboradores integrantes da equipe de trabalho.

Em seguida, as relações existentes entre os indicadores de desempenho foram avaliadas, à partir da matriz de correlação que representa o “telhado” da Casa da Qualidade, resultado da aplicação e organização das informações analisadas pela metodologia QFD (FIGURA 12). Para isso, adaptou-se a metodologia descrita por Govers (1996), em que a análise é realizada por meio de símbolos, que originalmente avalia as relações em positiva ou relativa de diferentes graus.

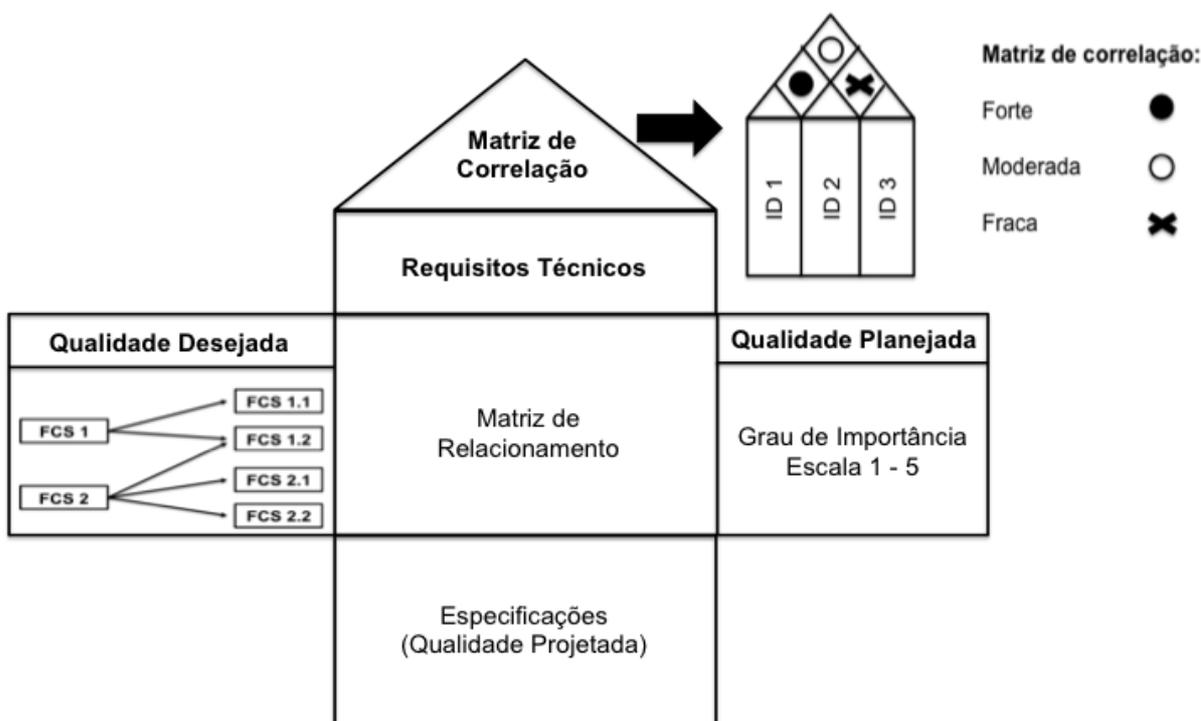


FIGURA 12 – METODOLOGIA PARA CORRELAÇÃO ENTRE ID
 FONTE: Adaptado de Govers (1996)

No entanto, para este trabalho verificou-se somente a existência de influência positiva entre os indicadores, ou seja, se melhorias em um requisito

técnico afetariam positivamente os demais, além da intensidade da relação, conforme símbolos apresentados na FIGURA 12. Neste caso, considerou-se como correlação forte aquela existente entre indicadores que se influenciam de maneira direta. Foi dita moderada quando a influência entre os IDs ocorria de maneira indireta. Por fim, foi considerada como correlação fraca entre as medidas de desempenho que pouco se influenciam. No caso de não existência de correlação entre os indicadores, a matriz não era preenchida.

Na sequência, analisou-se a correlação entre os fatores críticos de sucesso e os indicadores de desempenho na matriz de relacionamento, de acordo com a metodologia “9-3-1” apresentada por Govers (1996), como demonstrado na FIGURA 13. Em caso de não existir nenhuma relação, o espaço na matriz era deixada em branco.

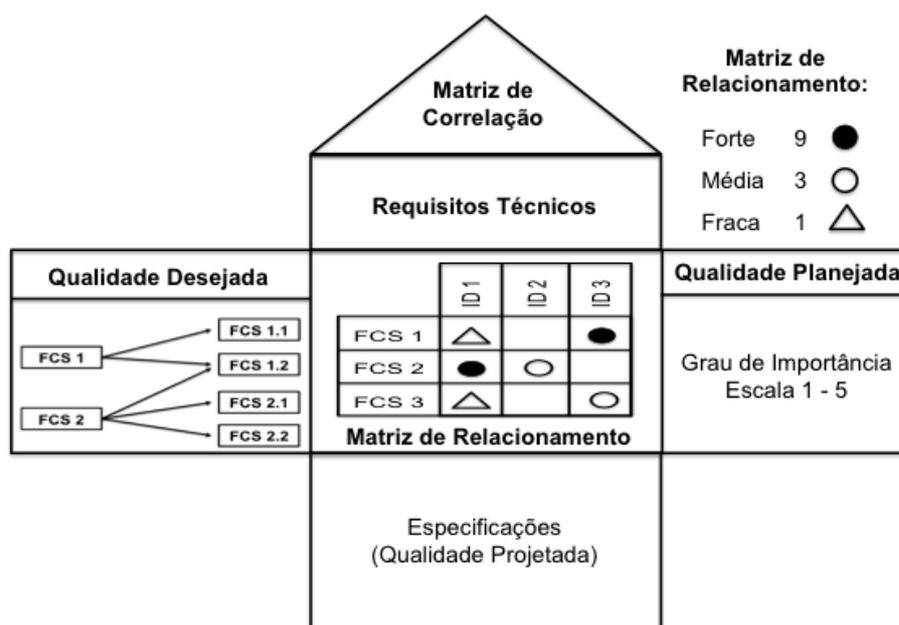


FIGURA 13 - MATRIZ DE RELACIONAMENTO ENTRE FCS E ID DAS ATIVIDADES SILVICULTURAS
FONTE: Adaptado de Govers (1996)

Esta metodologia permite atribuir um peso para cada relação FCS-ID, com a finalidade de destacar os principais indicadores para os processos silviculturais da empresa avaliada, denominada como qualidade projetada (FIGURA 14), determinada a partir do produto entre grau de importância, anteriormente definido, e o peso da relação entre fator crítico de sucesso e medida de desempenho, como na equação 1 (MILAN; BARROS; GAVA, 2003).

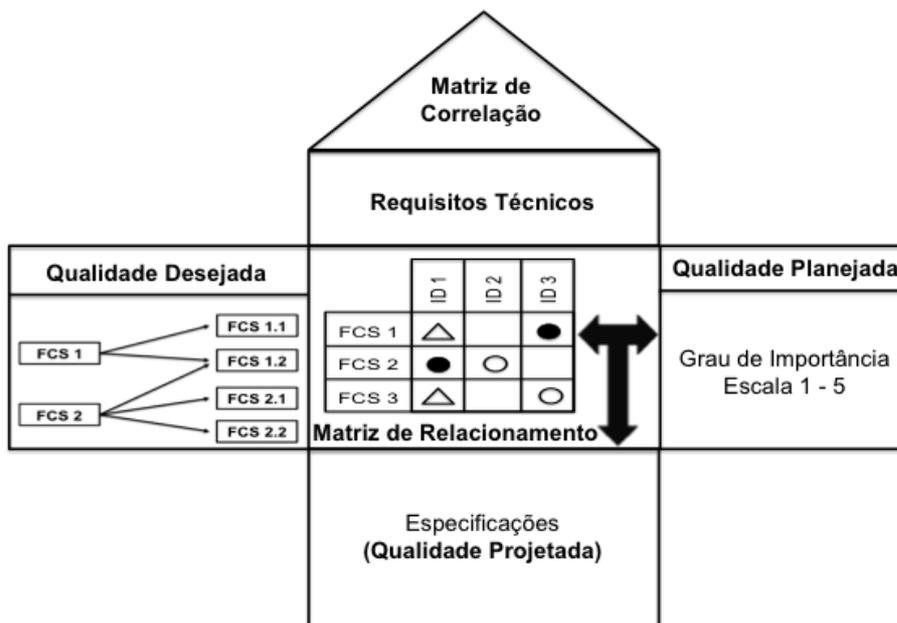


FIGURA 14 – DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE PROJETADA
 FONTE: Adaptado de Govers (1996)

$$W_{ij} = GI_i \times P_{ij} \quad (1)$$

Em que:

W_{ij} – Peso absoluto do relacionamento entre o i-ésimo FCS e o j-ésimo ID;

GI_i – Grau de importância do i-ésimo FCS;

P_{ij} – Peso da relação entre o i-ésimo FCS e o j-ésimo ID, de acordo com metodologia 9-3-1.

Finalizando o processo de identificação dos indicadores de desempenho, foram determinados os pesos absolutos e relativos de cada um deles. O peso absoluto da medida é obtido pelo somatório de seus respectivos pesos absolutos de relacionamento com os fatores críticos de sucesso (W_{ij}), como demonstrado Milan, Barros e Gava (2003).

$$AW_j = \sum_{i=1}^n W_{ij} \quad (2)$$

Em que:

AW_j – Peso absoluto do j-ésimo ID;

Já o peso relativo, em porcentagem, de cada medida de desempenho foi estimado pela equação 3.

$$RW_j = \frac{AW_j}{\sum_{j=1}^n AW_j} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

RW_j – Peso relativo do j-ésimo ID;

Estes pesos permitiram identificar quais os indicadores mais importantes e críticos para o sucesso das diferentes operações silviculturais desenvolvidas pela empresa florestal e, dessa maneira, a qualidade projetada para o sistema a ser desenvolvido. Na sequência, realizou-se a avaliação dos possíveis desvios nos indicadores definidos nesta fase do trabalho.

3.2.2 Avaliação de desvios nos Indicadores de desempenho

Os possíveis desvios em algumas das medidas de desempenho, identificadas anteriormente e selecionadas pela relevância, foram avaliados com Digramas de Causa e Efeito ou de Ishikawa. De acordo com Trindade *et al.* (2007), esta ferramenta tem como objetivo facilitar a análise de problemas, por meio de uma relação entre causa e efeito de falhas ou desvios.

Neste trabalho, optou-se pelo emprego da metodologia 6M, apresentada por Trindade *et al.* (2007), em que as causas primárias dos problemas são: meio ambiente, medição, método, material, máquina e mão de obra (FIGURA 15).

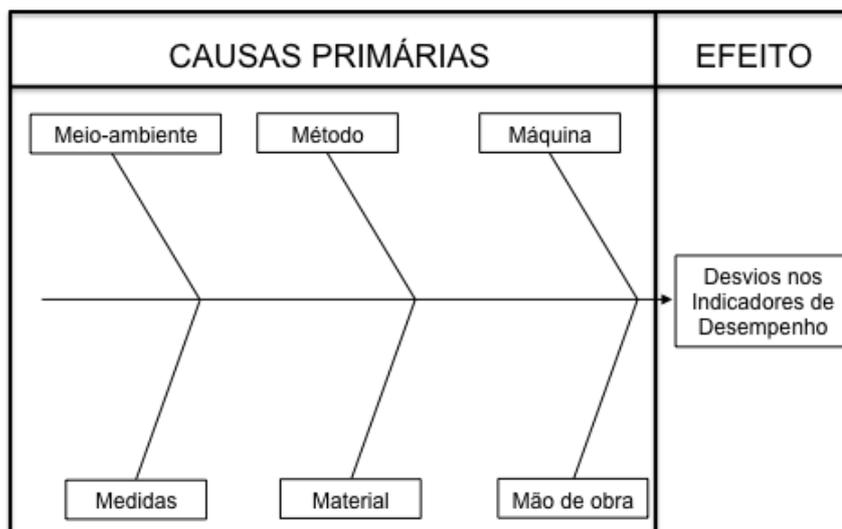


FIGURA 15 - METODOLOGIA 6M PARA A AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE POSSÍVEIS DESVIOS NOS ID

FONTE: Adaptado de Trindade *et al.* (2007).

Para isso, além dos membros da equipe, especialistas em nas diferentes operações silviculturais avaliadas foram consultados, possibilitando a identificação das principais causas que geram um problema, sendo estas destacadas no diagrama.

Esta avaliação foi realizada com o objetivo de facilitar a identificação, por parte da empresa, do(s) possível(is) fator(es) que geram os desvios nos indicadores de desempenho acima do tolerado pela organização, permitindo assim uma rápida ação visando corrigir as não conformidades existentes no processo produtivo, além de sua melhoria contínua.

3.3 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SIG (ETAPA 3)

A última etapa do trabalho foi o planejamento e o desenvolvimento do sistema de informação gerencial para monitoramento da qualidade das atividades silviculturais. Concomitantemente, desenvolveu-se uma plataforma computacional para suportar os dados de entrada e informações geradas pelo SIG. Para isso, além da equipe que participou da fase anterior, foi necessária a ajuda de um profissional com experiência em programação computacional.

Inicialmente, em função da demanda da empresa estudada, o sistema foi desenvolvido para o aplicativo computacional Microsoft Excel, utilizado como padrão para o armazenamento de dados pela organização. Para isso, além dos indicadores anteriormente definidos, a determinação, para algumas medidas, dos desvios toleráveis pela organização foi necessária, visando a verificação da conformidade do processo silvicultural da empresa.

Nesta versão, buscou-se destacar as irregularidades nas operações, uma vez que as atividades eram terceirizadas e com pouco controle. Desta maneira, muitas delas não eram realizadas dentro dos padrões exigidos pela empresa, fato que poderia gerar desvios, comprometendo o desenvolvimento da floresta e a rentabilidade do negócio.

Concomitantemente ao planejamento e desenvolvimento, os procedimentos para a coleta dos dados de entrada no sistema foram definidos, a partir das necessidades da organização, conforme discutido anteriormente. A última fase consistiu na validação do SIG gerado para a organização, com a coleta de dados e verificação de melhorias em seu processo.

Com o objetivo de disponibilizar o sistema resultado desta pesquisa para um grande número de empresas florestais, um protótipo do SIG foi planejado, sendo desenvolvido um Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER) e um Modelo Mutidimensional para geração de relatórios. Nesta fase, foi fundamental o apoio de profissional com experiência na área de tecnologia da informação para desenvolvimento dos diagramas, realizado com *software* CA Erwin Data Modeler.

Para a definição do DER, tabelas representando os diferentes conjuntos de dados e indicadores independentes utilizados pelo sistema foram criadas, bem como a relação existente entre estes grupos (FIGURA 16). Dessa forma, este diagrama representa como tais dados serão armazenados, servindo de base para a futura programação do aplicativo. Já o modelo multidimensional é criado de maneira semelhante, porém relacionando as diferentes informações que agrupadas formarão relatórios para auxiliar na tomada de decisão estratégica.

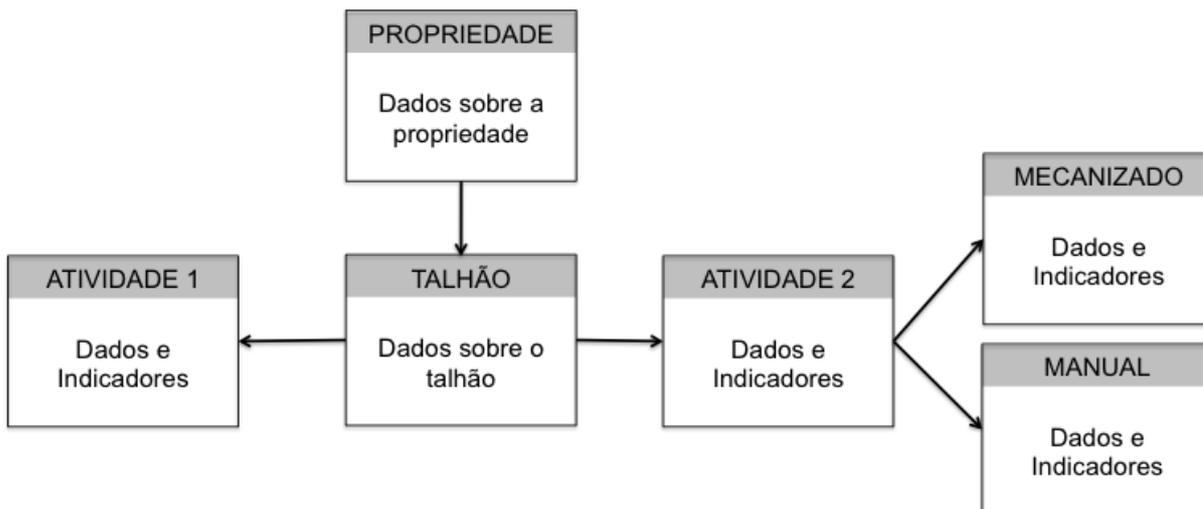


FIGURA 16 – ESQUEMA DO DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO PROPOSTO
 FONTE: O autor (2013)

Assim, as medidas de desempenho definidas para o processo da organização avaliada foram generalizadas, formando um banco de dados e informações para cada talhão florestal. Durante esta fase, buscou-se planejar um *software* no qual cada empresa possa alimentar seu próprio sistema com suas metas e desvios toleráveis, além dos dados coletados para cada indicador, tendo como resultado avisos de não conformidades em seu processo silvicultural (FIGURA 17).

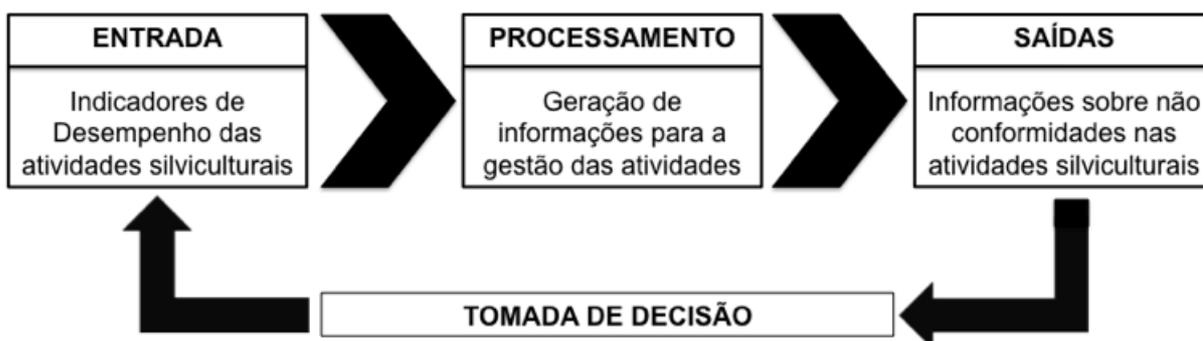


FIGURA 17 - ESQUEMA DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL DESENVOLVIDO
 FONTE: O autor (2013)

Além disso, a flexibilidade na definição dos procedimentos para a coleta de dados, a partir de necessidades e possibilidades das empresas, foi considerada durante o planejamento do SIG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes atividades que formam cada um dos processos silviculturais da empresa analisada eram executadas por terceiros. Nesta análise, considerou-se como cliente interno das diferentes operações o setor responsável da organização pelo monitoramento da floresta até o corte raso.

4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO (ETAPA 1)

O processo da empresa foi dividido para o cultivo de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo os mapeamentos das operações apresentados nas FIGURAS 18 e 19, respectivamente. Os processos são compostos pelas mesmas atividades, apresentando diferenciação no tempo. Além disso, a empresa considera como o período base ($t=0$) o plantio das mudas, sendo o tempo das demais operações apresentado em relação à base, tendo o mês como unidade.

Ambos os processos têm início com o planejamento das operações a serem realizadas, atividade que ocorre dois meses antes do plantio ($t=-2$) e de responsabilidade do setor de silvicultura da empresa. As operações sequenciais ao planejamento eram terceirizadas até o período de coleta de dados. No entanto, a organização passa por processo de primarização, ou seja, a empresa está retomando a responsabilidade pelo desenvolvimento de suas atividades silviculturais.

Entretanto, em nenhum dos casos existem procedimentos operacionais para a execução das operações definidos e registrados pela organização. Dessa forma, cada terceiro executa a atividade seguindo metodologia própria ou sem seguir padrões. Este fato gera grande variabilidade nos indicadores do processo silvicultural. Esta grande variação, associada à primarização das atividades, está levando a empresa a definir seus procedimentos operacionais, o que ocorria concomitantemente ao desenvolvimento desta pesquisa.

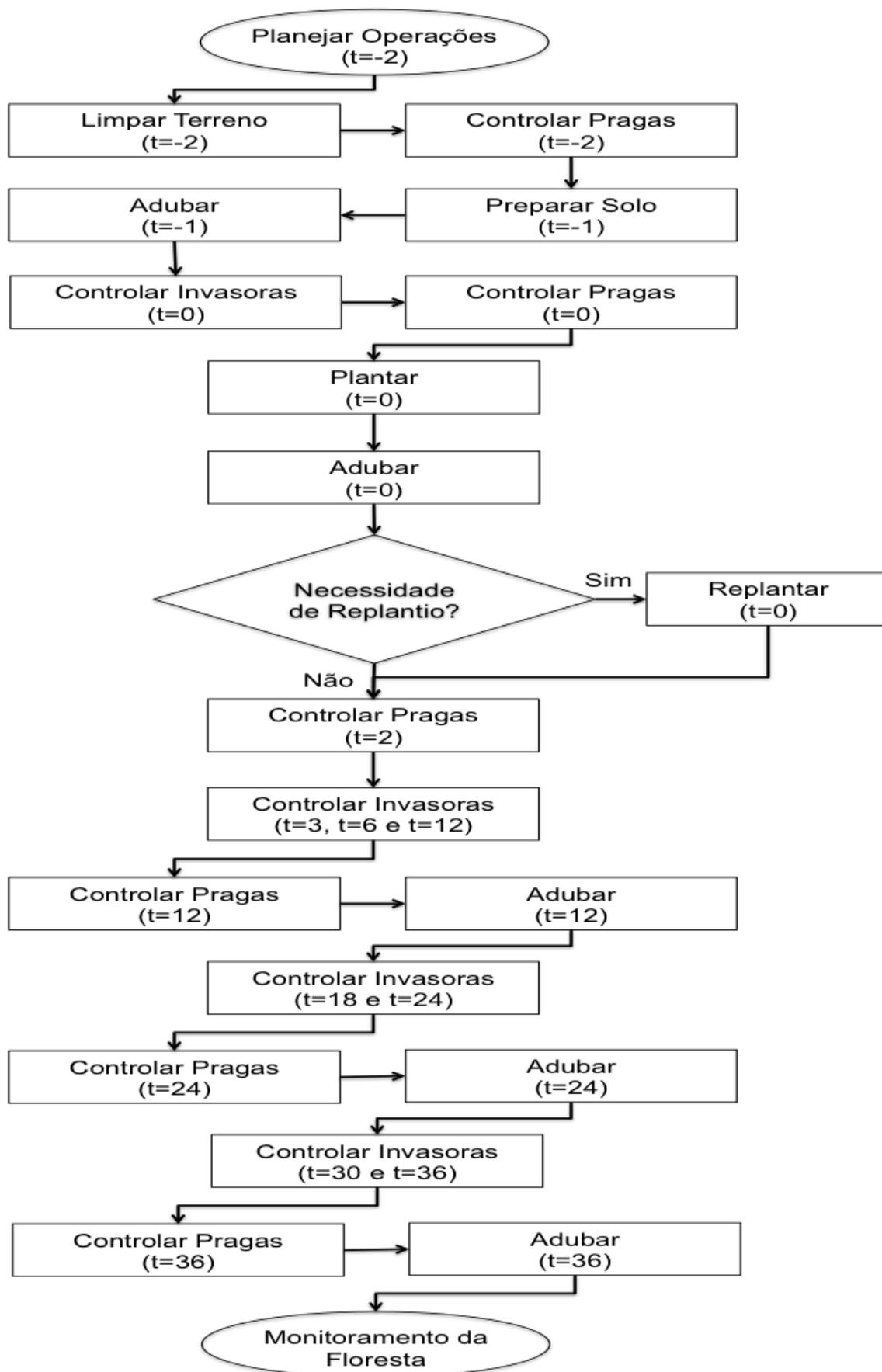


FIGURA 18 - MAPEAMENTO DO PROCESSO SILVICULTURAL PARA O GÊNERO *PINUS*
 FONTE: O autor (2013)

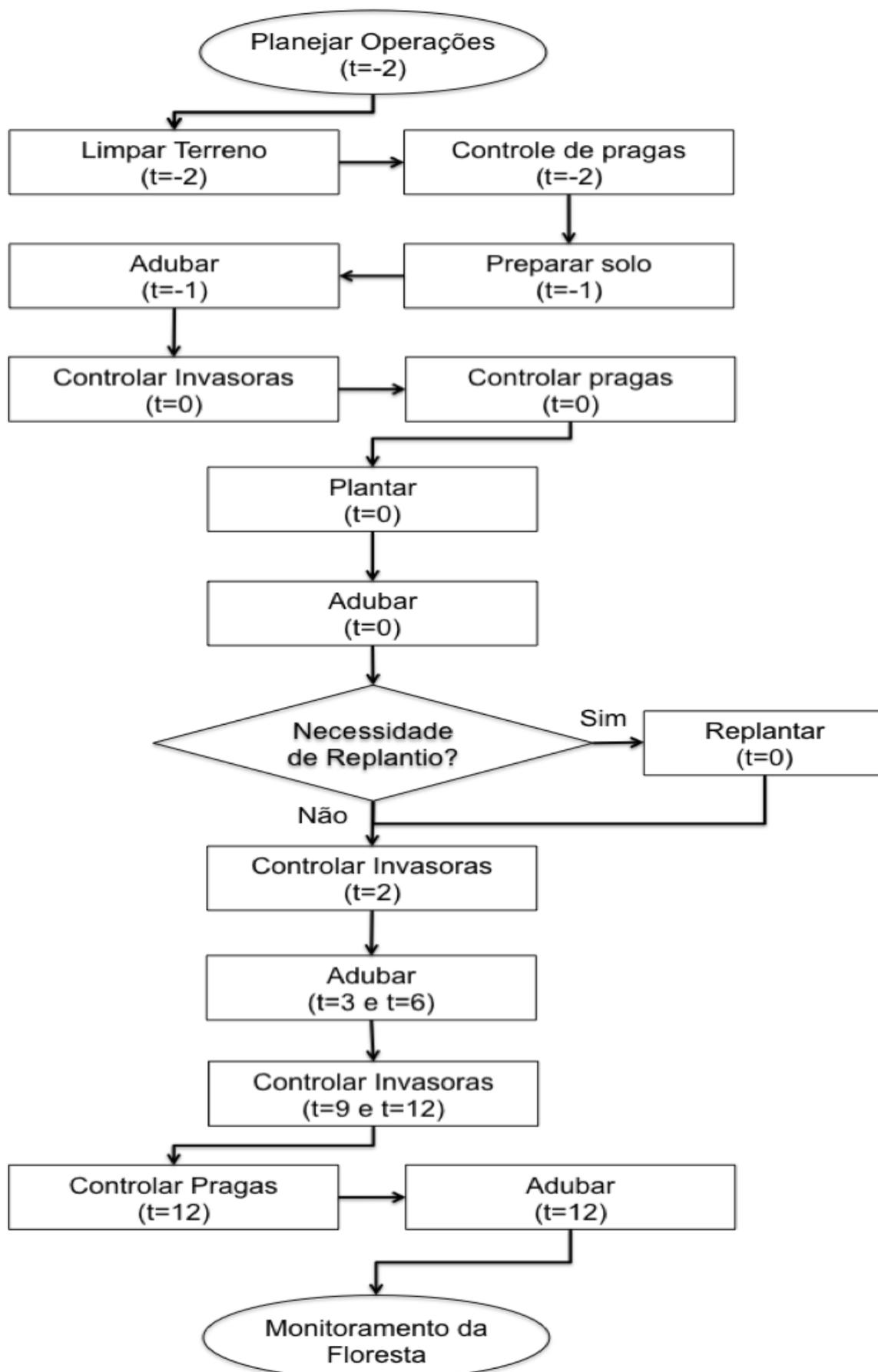


FIGURA 19 - MAPEAMENTO DO PROCESSO SILVICULTURAL PARA O GÊNERO *EUCALYPTUS*
 FONTE: O autor (2013)

No mesmo período do planejamento, são realizadas as atividades de limpeza de terreno, o que inclui roçadas e aplicação de herbicidas, além da retirada ou realocação dos resíduos da rotação anterior deixados em campo pelo setor de colheita, e o controle de pragas, especialmente formigas.

Na sequência, um mês antes do plantio é realizado o preparo de solo e a dose inicial da adubação. A primeira operação consiste no coveamento (manual ou semi-mecanizado) ou na subsolagem com trator e implemento específico, utilizando a técnica de cultivo mínimo buscando dar condições ao desenvolvimento do sistema radicular da muda e, conseqüentemente, da parte aérea da planta (GONÇALVES *et al.*, 2002). Já a segunda atividade consiste na aplicação de calcário e fosfato, visando estimular o crescimento inicial das mudas (MAEDA; BOGNOLA, 2012).

No mesmo período do plantio, porém o antecedendo, realiza-se a limpeza da área e o controle de pragas. Já na sequência do plantio, realiza-se a segunda adubação, denominada de base, com a finalidade de fornecer outros nutrientes para a muda, como o nitrogênio e o potássio (GONÇALVES, 1995). Além disso, neste período é observada a necessidade de replantio.

Os processos silviculturais começam a se diferenciar somente após o replantio. No caso do gênero *Eucalyptus*, dois meses após o plantio é realizado o controle de plantas invasoras, seguido de duas adubações de cobertura no terceiro e sexto meses. Na sequência, novamente se realiza o controle da matocompetição em duas etapas ($t=9$ e $t=12$). O processo se encerra doze meses após o plantio, com as atividades de controle de pragas e a última adubação de cobertura, tendo então início o monitoramento da floresta.

Já para o gênero *Pinus*, dois meses após o plantio é realizado o combate a formigas, seguida de atividades sequenciais de controle de plantas invasoras nos períodos três, seis e doze. Um ano após o plantio, realiza-se mais um controle de pragas e a primeira adubação de cobertura.

O processo segue com sequência periódica das operações de controle de invasoras, em intervalo de seis meses ($t=18$, $t=24$, $t=30$ e $t=36$), e, anualmente, combate à pragas e adubação de cobertura ($t=24$ e $t=36$). O processo silvicultural para este gênero se encerra no terceiro ano pós-plantio com o início do monitoramento da floresta.

A relação de atividades executadas pelo setor de silvicultura da empresa avaliada não difere das demais organizações do setor que possuam florestas

plantadas, bem como das sugestões de operações para o manejo de florestas plantadas apresentadas por Wilcken *et al.* (2008) e Silva, Castro e Xavier (2008). Os fatores variáveis neste processo são o tempo em que as operações ocorrem e os procedimentos operacionais determinados pelas empresas.

Este fato permite a elaboração de um Sistema de Informação Gerencial, com base em dados coletados na organização avaliada, que possa ser generalizado, atendendo as necessidades das demais empresas atuantes no setor florestal.

No entanto, observam-se nos processos executados pela empresa aspectos que possam gerar desperdícios, como por exemplo na adubação realizada no período anterior ao plantio ($t=-1$). Neste caso, apesar de possíveis problemas com a fixação de fósforo pelo solo, uma grande antecedência poderia gerar perdas deste nutriente.

Além disso, é importante que a empresa avalie a real necessidade de execução de toda a sequência de atividades apresentadas, especialmente para as repetições nas atividades de controle de plantas invasoras e de pragas, especialmente formigas, avaliando, respectivamente, o nível de matocompetição e de infestação nos talhões. Tais fatores sofrem influência de condições climáticas, estágio de desenvolvimento da floresta e eficiência das operações já executadas.

4.2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO (ETAPA 2)

Esta etapa teve início com a determinação dos fatores críticos de sucesso para algumas das atividades do processo silvicultural da empresa. Dessa maneira, em função da demanda da organização, selecionou-se para a análise as operações de controle de plantas invasoras, preparo de solo, plantio e adubação.

Para esta fase, as metodologias QFD e BSC foram adaptadas, conforme esquema apresentado na FIGURA 20. Para a definição da qualidade exigida, determinou-se os fatores críticos de sucesso para o processo silvicultural da empresa.

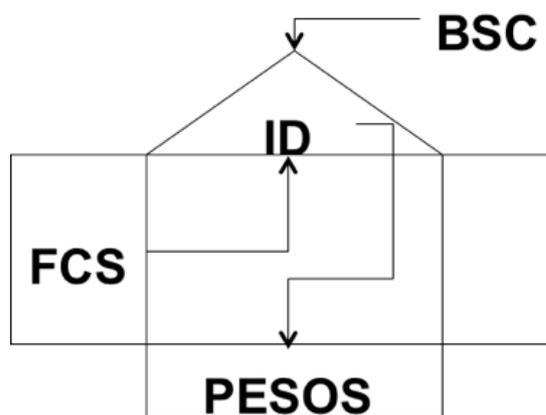


FIGURA 20 - ESQUEMA PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

NOTA: FCS – Fatores Críticos de Sucesso; ID – Indicadores de desempenho; BSC – *Balanced Scorecard*.

FONTE: O autor (2013)

Os FCS representam aspectos considerados fundamentais pela equipe de desenvolvimento, relacionados aos resultados esperados da execução das diferentes operações pelas empresas terceiras. Assim, considerou-se que eles representavam a qualidade exigida ou desejada da matriz QFD proposta por Govers (1996).

Na conversão destes fatores (qualidade exigida) em requisitos técnicos, a equipe buscou a definição de indicadores de desempenho, qualitativos ou quantitativos, passíveis de aplicação no processo silvicultural da empresa, de forma a permitir o acompanhamento da qualidade da execução das atividades. Nessa etapa, utilizou-se de maneira integrada a ferramenta BSC, dividindo o grupo de medidas de performance em cinco perspectivas de forma a torná-lo mais abrangente.

A partir deste ponto, utilizando-se a metodologia QFD conforme proposta por Govers (1996), os indicadores de desempenho para o processo silvicultural foram analisados e receberam um peso global, que representa sua importância para o atendimento das exigências da empresa. Neste caso, determinou-se o peso para o processo e para a operação. Apesar dessa análise individual não alterar os resultados, ela foi realizada apenas para destacar os IDs prioritários em cada atividade, de forma a não permitir inferências equivocadas na avaliação global, em função do grande número de medidas e, conseqüentemente, baixo peso relativo das medidas.

4.2.1 Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

Para esta etapa, considerou-se como fator crítico de sucesso aspectos definidos como importantes pela empresa para atingir as metas para cada atividade. Em função dos resultados obtidos nesta pesquisa, os fatores considerados como primários para todas as atividades foram a eficiência, economia e aspectos ambientais, este último especialmente ligado à operação de controle de invasoras, em função do grau de contaminação do meio ambiente.

Assim, o diagrama de afinidades para esta atividade é apresentado na FIGURA 21. Relacionam-se com a eficiência o controle da matocompetição, objetivo da operação para melhorar o desenvolvimento da floresta, fato evidenciado pelos trabalhos de Aparício *et al.* (2010) e Londero *et al.* (2012) e por isso com maior grau de importância (GI=5,0), além de “evitar danos às mudas” (GI=4,3) e “seguir os procedimentos operacionais” (GI=3,6), que auxiliam no alcance desse objetivo.

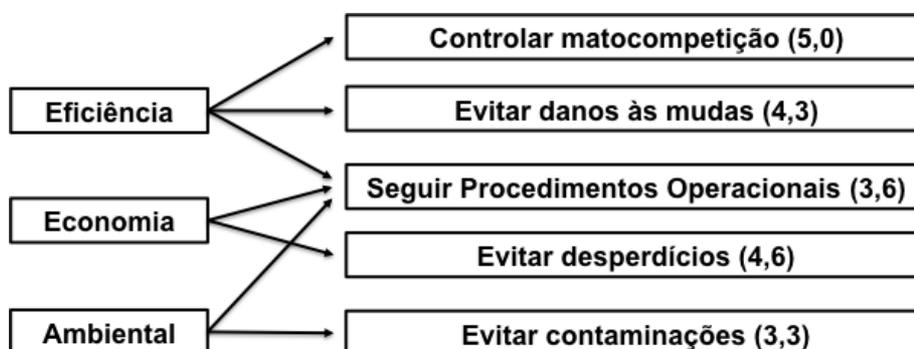


FIGURA 21 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAUS DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS
 FONTE: O autor (2013)

Os fatores críticos de sucesso de segundo nível que se relacionam à economia foram “seguir os procedimentos operacionais” e “evitar desperdícios”, este com maior grau de importância (4,6) por permitir a redução de custos de maneira direta. Ambos permitem a melhoria nos indicadores operacionais (STAPE, 1997; LIKER, 2005). Já para as questões ambientais, destacam-se “evitar contaminações” (GI=3,3) e “seguir procedimentos operacionais”, com o objetivo de reduzir os impactos negativos das atividades. Neste caso, os problemas ambientais estão

principalmente relacionados ao vazamento de combustível e lubrificante das máquinas utilizadas na operação, uma vez que as empresas florestais utilizam herbicida de baixa toxicidade, em função da certificação.

Os procedimentos operacionais são fundamentais para as atividades florestais no geral. O fato da empresa detalhar suas operações, gerenciando e padronizando sua rotina permite a aproximação da eficiência, seja ela técnica, econômica ou ambiental (CAMPOS, 2004). Dessa maneira, o cumprimento desses procedimentos pelos colaboradores facilita o sucesso da organização, estando relacionado à todos os demais FCS, independente do nível.

Outra atividade avaliada foi o preparo de solo, sendo seu diagrama de afinidade para os fatores críticos de sucesso apresentado na FIGURA 22. Nesta determinação, a equipe utilizou como base alguns pontos levantados no trabalho de Milan, Barros e Gava (2003). O objetivo da operação é melhorar as condições do solo para facilitar o crescimento da floresta, assim o FCS eficiência pôde ser dividido em: “permitir o desenvolvimento da muda” (GI=5), “melhorar as condições físicas do solo” (GI=4,3) e “seguir os procedimentos operacionais”.



FIGURA 22 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO

FONTE: O autor (2013)

Já o fator economia foi agrupado em “seguir procedimentos operacionais”, “evitar desperdícios” e “facilitar a mecanização” (GI=4,3). Este último não somente da própria atividade, mas também de todas as operações subsequentes, até a colheita florestal. Dessa forma, a economia poderia ser alcançada no preparo do solo e nas demais operações florestais.

Para os aspectos ambientais, além dos procedimentos operacionais, foi considerado como ponto crítico “evitar degradação ambiental”, especialmente relacionada ao processo erosivo (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003; BERTOL *et al.*, 2011). Além disso, neste item considerou-se o risco de contaminação por vazamentos como por exemplo de combustíveis e lubrificantes dos equipamentos utilizados para a execução das atividades. Em função do menor risco, comparativamente à atividade de controle de invasoras, seu grau de importância foi o menor (2,6).

A terceira atividade considerada crítica avaliada foi a adubação. Trata-se de uma operação dividida entre adubação de base e de cobertura, que neste estudo foram avaliadas em conjunto. O diagrama de afinidades para seus fatores críticos de sucesso são apresentados na FIGURA 23. Para a eficiência, destacam-se os fatores “disponibilizar nutrientes para a planta”, objetivo da atividade e, por isso, maior grau de importância, o “cumprimento de prazos” (GI=4,0) e “seguir procedimentos operacionais”.

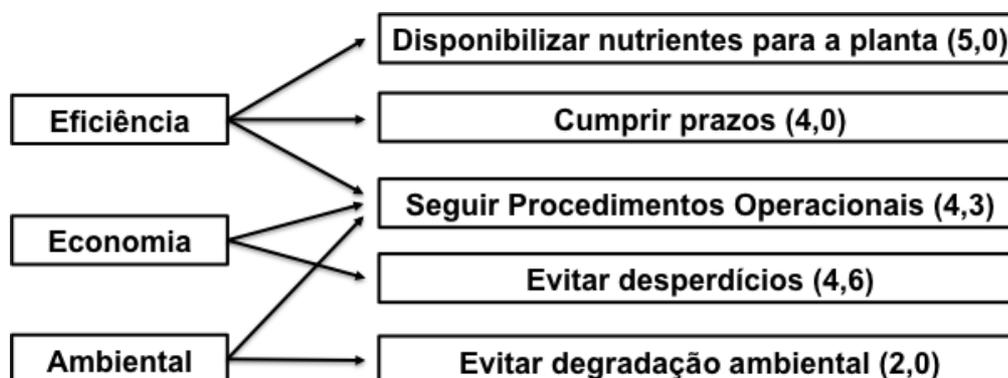


FIGURA 23 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO
 FONTE: O autor (2013)

Neste caso, o fato dos colaboradores seguirem exatamente o descrito nos procedimentos determinados pela empresa, bem como a realização das adubações em períodos especificados, possibilita que as árvores tenham nutrientes disponíveis no tempo e local necessários, evitando desperdícios de adubo pela lixiviação e competição com plantas invasoras.

Mais uma vez, como verificado para as demais atividades, os FCS de segundo nível relacionados à economia foram evitar desperdícios e seguir os procedimentos operacionais. Este último ajuda a empresa na busca da eficácia,

juntamente com a disponibilização de nutrientes para a planta e o cumprimento de prazos.

Com relação ao meio ambiente, destacam-se a padronização da rotina e degradação ambiental (GI=2,0), especialmente referentes a alguns problemas apresentados por Bertol *et al.* (2011), como a contaminação de recursos hídricos por alguns metais pesados presentes em alguns adubos, especialmente orgânicos, e a eutrofização das águas (BERTOL *et al.*, 2007), porém com o menor risco entre as atividades.

A determinação dos FCS foi finalizada com a análise da operação de plantio (FIGURA 24). Neste caso, não foi considerado o aspecto ambiental, uma vez que a atividade é executada de maneira manual. Já para questões relacionadas à economia, destacaram-se os itens “evitar o descarte de mudas”, com maior grau de importância (4,6) pela influência direta sobre os custos, e “seguir os procedimentos operacionais”.



FIGURA 24 - DIAGRAMA DE AFINIDADES E GRAU DE IMPORTÂNCIA PARA OS FCS DA OPERAÇÃO DE PLANTIO
 FONTE: O autor (2013)

Quanto à eficiência, além de “seguir os procedimentos operacionais”, foram considerados críticos o “controle da competição entre mudas” (GI=4,3), determinada pelo espaçamento na linha de plantio, conforme resultados de estudo apresentado por Leles *et al.* (2001) e Macedo *et al.* (2005), e “evitar desvios de padrão”, como por exemplo, mudas não firmes, com coleto afogado ou substrato exposto, quebrada, encoberta por resíduos, bem como covas sem muda e desvios de alinhamento.

Na sequência, estes fatores críticos de sucesso foram convertidos em indicadores de desempenho, a partir de adaptações nas metodologias de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e *Balanced Scorecard* (BSC). Neste trabalho, não foi avaliada a atividade de controle de pragas em função das prioridades da empresa.

4.2.2 Determinação e análise dos Indicadores de Desempenho (ID)

A matriz QFD adaptada referente à determinação dos indicadores de desempenho a partir dos fatores críticos de sucesso para todas as atividades analisadas nesta pesquisa é apresentada no Apêndice A.

No total, 34 indicadores para o processo silvicultural foram definidos, sendo alguns deles comuns a todas as operações. Estes estão alocados nas perspectivas financeira e de aprendizado e crescimento do *Balanced Scorecard* proposto por Kaplan e Norton (1992).

Na primeira perspectiva destaca-se o custo operacional (R\$.ha⁻¹) ou o valor gasto com a operação a ser realizada. Neste caso, devem ser computadas as saídas de caixa referentes aos insumos, mão de obra, maquinário utilizados na atividade, além de outros gastos, como aqueles apresentados por Graça, Rodigheri e Conto (2000). Este valor deve ser comparado à meta da empresa e, considerando um desvio aceitável, pode-se gerar uma não conformidade. Este indicador, na análise QFD, obteve um peso relativo de 6,7%, mostrando sua importância pela correlação com todos os fatores críticos de sucesso.

Além disso, por ser avaliada a qualidade das atividades, também foi considerado como indicador o custo da qualidade. Para isso, utilizou-se como base a divisão apresentada por Jacovine *et al.* (1999) e Leite *et al.* (2005) em que tais custos são divididos em prevenção, avaliação ou monitoramento e falhas (interna e externa).

O custo de prevenção é o gasto da empresa para evitar não conformidades no processo, enquanto o de monitoramento é aquele relacionado à verificação do grau de conformidade do produto ou processo. Já os custos de falhas são devidos aos desperdícios gerados por erros no processo produtivo (GRYNA, 1998).

Estes indicadores também podem ser considerados importantes no processo das empresas do setor florestal, obtendo pesos relativos de 7,7% para prevenção, 5,8% para monitoramento e 6,1% para custos de falhas. Destaca-se a maior importância para os gastos de prevenção, uma vez que estes permitem a redução dos demais relacionados à qualidade.

Em uma empresa deve haver um equilíbrio dos gastos com a qualidade em relação à previsão, para que não haja grandes desvios no custo operacional em função da alta correlação entre eles. Considerando-se apenas os custos relacionados às falhas, a organização deve sempre buscar uma forma de minimizá-lo, sendo uma alternativa o investimento na qualidade (JACOVINE *et al.*, 1999).

A análise das prováveis causas de desvios nos custos operacionais e de qualidade são apresentados na FIGURA 25. Observa-se que as principais fatores que podem gerar os desvios são aqueles relacionados às máquinas, como equipamentos obsoletos e desregulados, ao método, especialmente o não cumprimento dos procedimentos operacionais ou falhas em sua definição, e treinamento da mão de obra.



FIGURA 25 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NOS CUSTOS
 FONTE: O autor (2013)

Além disso, também podem gerar estes desvios: a qualidade e o preparo da matéria-prima, falhas de medições visando o planejamento das atividades, por exemplo na determinação da necessidade de adubação, e as condições climáticas, incluindo precipitação e velocidade do vento, fatores que interferem diretamente na eficácia de algumas operações.

Já os indicadores definidos considerando a perspectiva aprendizado e crescimento foram a produtividade da atividade, a rotatividade de colaboradores ou *turnover* e seu treinamento. A produtividade (peso relativo de 2,9%), medida em hora-homem ou hora-máquina por hectare, deve ser comparada a um padrão

definido pela empresa para cada operação. Além disso, é importante o constante acompanhamento deste indicador, verificando a possibilidade e a efetividade nas melhorias que possam gerar economia para a empresa.

Também relacionada à perspectiva, a rotatividade (peso relativo de 3,3%) indica a taxa de substituição de trabalhadores em intervalos de tempo a serem definidos pela empresa. Este indicador pode ser relacionado ao comportamento ou atitude do colaborador, bem como por fatores motivacionais. Independente da causa, o *turnover* gera um aumento de custos para as empresas, relacionados ao desligamento, recrutamento, seleção e treinamento (CHIAVENATO, 2008). Além disso, outro fato negativo gerado pelo *turnover* é a perda do conhecimento acumulado pelo colaborador durante o tempo em que esteve na empresa.

Ambos os indicadores obtiveram menores pesos. No entanto, a importância total da perspectiva foi balanceada com as demais em função do treinamento, medido em horas, que pode ser considerado fundamental para o sucesso do processo, com peso relativo de 6,5%. Este indicador está correlacionado com grande parte dos fatores críticos de sucesso e demais medidas de desempenho. O fato da empresa treinar seus colaboradores permite melhorias nos demais ID, como por exemplo o aumento da produtividade e a redução dos custos de qualidade, especialmente aqueles relacionados às falhas no processo.

Os indicadores vistos até o momento são comuns para todas as atividades silviculturais realizadas pela empresa. Porém, nesta pesquisa também foram definidas medidas específicas para cada operação e relacionadas às demais perspectivas do BSC.

Dessa forma, a FIGURA 26 apresenta parte da matriz QFD utilizada para definição dos indicadores da atividade de controle de plantas invasoras, bem como sua correlação com os fatores críticos de sucesso e respectivos graus de importância (qualidade exigida e planejada), além de seus pesos absolutos e relativos (qualidade projetada), considerando todas as medidas de desempenho determinadas para o processo da empresa (Peso Relativo Processo) ou apenas aquelas relacionadas para a atividade (Peso Relativo Operação). No total, foram definidos 19 indicadores, divididos nas cinco perspectivas do BSC propostas por Kaplan e Norton (1992) e Figge *et al.* (2002).

Perspectiva BSC		Financeira				Processos internos					Cliente				Aprendizado e Crescimento			Não Mercado		
Indicadores de Desempenho	IMPORTÂNCIA	Custo Operacional	Custo da Qualidade (Prevenção)	Custo da Qualidade (Monitoramento)	Custo da Qualidade (Falha)	Dosagem (Kg/ha)	Volume de Calda (l/ha)	Vazão dos bicos (l)	Preparo da Calda	Condições dos equipamentos	Mudas danificadas pelo herbicida (%)	Mudas mortas pelo herbicida (%)	Nível de controle da matocompetição	Desenvolvimento da muda	Produtividade	Rotatividade	Treinamento (horas)	Velocidade do vento	Condições climáticas	Degradação ambiental
		Fatores Críticos de Sucesso																		
Controlar matocompetição	5,0	○	△	●	○	●	●	○	○	●	△	△	●	●	○			○	●	
Evitar danos as mudas	4,3	○	●	△	●	○	○	○	△	●	●	●	△	●		○	●	●	△	
Seguir procedimentos operacionais	3,6	●	●	○	○	●	●	○	●	△	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●
Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			○	●	○	●	●
Evitar contaminação	3,3	△	●	●	●	●	○	●	●	●						△	●	●	○	●
Peso Absoluto Processo	6725,3	449,6	517,2	390,0	410,2	176,4	156,6	109,8	122,8	158,4	139,7	117,5	168,1	409,5	194,8	220,2	437,1	113,0	126,4	217,6
Peso Relativo Processo (%)	100,0	6,7	7,7	5,8	6,1	2,6	2,3	1,6	1,8	2,4	2,1	1,7	2,5	6,1	2,9	3,3	6,5	1,7	1,9	3,2
Peso Relativo Operação (%)	100,0	9,7	11,2	8,4	8,9	3,8	3,4	2,4	2,6	3,4	3,0	2,5	3,6	8,8	4,2	4,8	9,4	2,4	2,7	4,7

FIGURA 26 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO DE CONTROLE DE INVASORAS

FONTE: O autor (2013)

LEGENDA:

Matriz de Relacionamento:

Forte 9 ●

Média 3 ○

Fraca 1 △

Definiu-se para a perspectiva processos internos os indicadores dosagem, volume de calda, vazão dos bicos, preparo de calda e condições dos equipamentos (QUADRO 1). A dosagem foi a medida de desempenho que apresentou maior peso relativo para a perspectiva (2,6%), por ser fundamental para o controle da matocompetição, fator crítico de sucesso com maior grau de importância para a atividade. Além disso, a dosagem apresenta correlação forte a moderada com os demais FCS da operação e com grande parte de seus indicadores de desempenho.

Perspectiva	Controle de Plantas Invasoras	
	Indicador de desempenho	Medição
Financeira	Custo operacional	R\$
	Custo da qualidade (prevenção)	R\$
	Custo da qualidade (monitoramento)	R\$
	Custo da qualidade (falhas)	R\$
Processos internos	Dosagem	Kg ha ⁻¹
	Volume de calda	L ha ⁻¹
	Vazão dos bicos	L
	Preparo de calda	Conforme/Não conforme
	Condições dos equipamentos	Conforme/Não conforme
Clientes	Mudas danificadas	%
	Mudas mortas	%
	Nível de matocompetição	Escala 1-4
	Desenvolvimento da muda	Conforme/Não conforme
Aprendizado e Crescimento	Produtividade	HH ha ⁻¹ ou HM ha ⁻¹
	Treinamento	Horas
	Rotatividade	Número tempo ⁻¹
Não Mercado	Velocidade do vento	Conforme/Não conforme
	Condições climáticas	Conforme/Não conforme
	Degradação ambiental	Conforme/Não conforme

QUADRO 1 – INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE CONTROLE DE INVASORAS NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA

FONTE: O autor (2013)

As prováveis causas de desvios na dosagem do herbicida são analisadas na FIGURA 27. Como para a avaliação da causa e efeitos dos custos, os principais fatores que podem gerar problemas de dosagem são aqueles relacionados às máquinas desreguladas, falhas e não cumprimento dos procedimentos operacionais e treinamento dos colaboradores. Além desses, devem ser considerados a qualidade do herbicida e falhas na recomendação de dosagem.



FIGURA 27 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NA DOSAGEM DE HERBICIDAS
 FONTE: O autor (2013)

Outro indicador considerado importante para o controle de plantas invasoras foi o volume de calda, com peso relativo de 2,3%, seguindo padrão de correlação semelhante aquele apresentado pela dosagem, tanto para fatores críticos de sucesso, especialmente o controle da matocompetição, quanto para as demais medidas de desempenho definidos para a operação.

A análise de causas para desvios no indicador é apresentada na FIGURA 28. Os principais fatores que podem gerar desvios foram os mesmos observados para a dosagem de herbicida, acrescentando-se as condições do equipamento de aplicação, por exemplo o entupimento de bicos. Além disso, considerou-se a qualidade do herbicida e da água, especialmente relacionada à presença de partículas na calda que possam gerar entupimentos, e falhas na medição do volume aplicado.



FIGURA 28 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NO VOLUME DE CALDA
 FONTE: O autor (2013)

Ambos os indicadores, dosagem e volume de calda, devem ter um padrão e desvio tolerável, definidos pela empresa, para comparação e verificação de não conformidades. A dosagem realizada é determinada com o acompanhamento do preparo e do volume de calda. Já o segundo indicador é calculado a partir da vazão dos bicos, outra medida de desempenho definida para a operação.

Este indicador é alocado na perspectiva processos internos. A vazão dos bicos é utilizada para cálculo do volume de calda realizado e, portanto, à efetividade no controle da matocompetição. Com peso relativo de 1,6%, as prováveis causas relacionadas aos problemas com a vazão são apresentadas na FIGURA 29. Destacam-se a condição e a regulagem dos equipamentos, bem como a qualidade da calda, que pode causar entupimento de bicos, comprometendo a operação. Além disso, pode-se citar falhas na supervisão da operação de forma a detectar o problema.

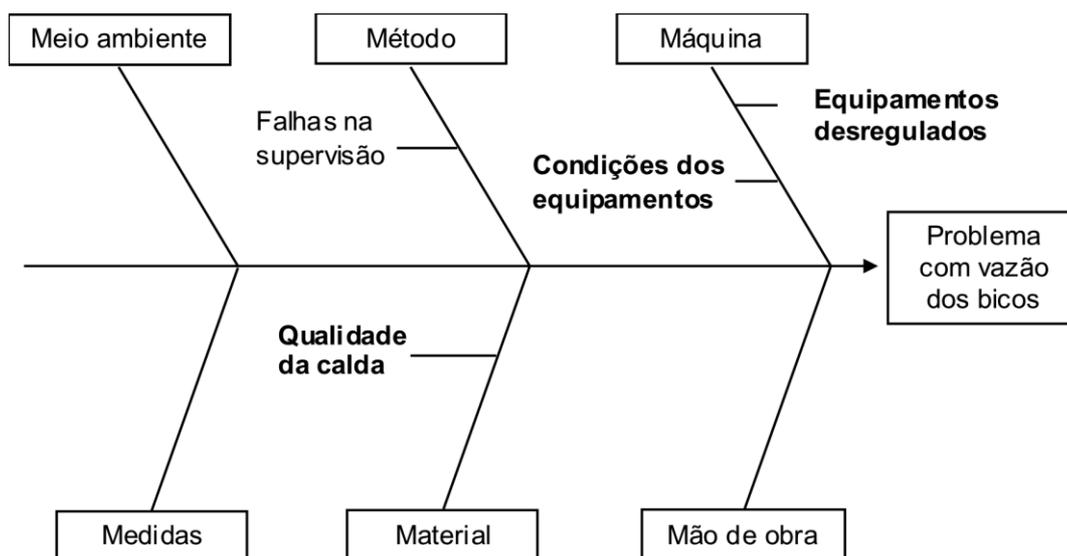


FIGURA 29 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PROBLEMAS NA VAZÃO DOS BICOS
 FONTE: O autor (2013)

Fechando os indicadores na perspectiva processos internos estão a verificação da conformidade no preparo de calda e das condições dos equipamentos, com pesos relativos de 1,8% e 2,4%, respectivamente. A primeira medida de desempenho consiste na observação do cumprimento dos procedimentos operacionais e a segunda na verificação dos equipamentos para a aplicação de herbicidas, como entupimentos entre outros fatores.

Já para a perspectiva dos clientes foram definidos como IDs as porcentagens de mudas mortas ou danificadas pelo herbicida, o nível de matocompetição e o desenvolvimento das mudas. Esta última medida de desempenho foi comum para outras atividades, dessa forma apresentando peso relativo elevado (6,1%) em função das correlações. Ela é definida pela verificação da conformidade no crescimento das mudas, considerando-se um padrão desejado e realista, determinado em função da espécie e procedência, além de condições ambientais e de manejo florestal.

Outro indicador qualitativo para esta perspectiva, porém com menor peso relativo (2,5%) por ser específico, foi o nível da matocompetição, avaliação direta da eficácia desta atividade e fundamental para a determinação da necessidade de novas aplicações de herbicida na área.

Formam o grupo de medidas de desempenho quantitativas alocadas nesta perspectiva a porcentagem de mudas danificadas ou mortas pela ação do herbicida,

com pesos relativos de 2,1% e 1,7%, respectivamente. A análise de causa e efeito para estes indicadores é apresentada posteriormente, por ser realizada em conjunto com as demais atividades.

Alocou-se também indicadores em perspectiva adicional denominada de “não mercado”, sendo eles e seus respectivos pesos relativos: velocidade do vento (1,7%), condições climáticas (1,9%) e degradação ambiental (3,2%). A avaliação destes é realizada pela observação de não conformidades durante a execução da atividade.

Considerou-se os aspectos climáticos pela interferência nos fatores críticos de sucesso. Neste sentido, a velocidade do vento pode levar a deriva do herbicida (SHIRATSUCHI; FONTES, 2002), aumentando o risco de danos às mudas e de contaminação ambiental. Estes problemas podem ser amenizados com o uso de produtos seletivos e de baixa toxicidade. Além disso, fatores como temperatura, umidade e precipitação podem reduzir a eficiência da operação, gerando desperdícios (PENCKOWSKI; PODOLAN; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

De maneira geral, os indicadores financeiros, de processos internos e dos clientes apresentaram forte correlação, indicando que existe grande influência entre eles. Assim, melhorias em algumas das medidas de desempenho podem ter efeitos positivos sobre os demais destas perspectivas. Este mesmo padrão não foi observado com o aprendizado e crescimento e não mercado, exceto para o treinamento, que possui forte correlação com grande parte dos IDs.

A próxima atividade analisada foi o preparo de solo, cuja fração da matriz QFD desenvolvida na pesquisa é apresentada na FIGURA 30. Para esta operação foram definidos 13 indicadores, divididos nas cinco perspectivas do BSC propostas por Figge *et al.* (2002).

Perspectiva BSC		Financeira				Processos internos				Cliente	Aprendizado e Crescimento			Não Mercado
Indicadores de Desempenho	IMPORTÂNCIA	Custo Operacional	Custo da Qualidade (Prevenção)	Custo da Qualidade (Monitoramento)	Custo da Qualidade (Falha)	Profundidade de preparo (m)	Largura de preparo (m)	Espaçamento entre linhas (m)	Tamanho do torrão	Desenvolvimento da muda	Produtividade	Rotatividade	Treinamento (horas)	Degradação ambiental
Permitir desenvolvimento da muda	5,0	○	△	○	△	●	●	●	○	●				
Melhoria nas condições físicas do solo	4,3	○	△	△	△	●	●	△	●	●	○			
Facilitar mecanização	4,3	○	△	△	△		△	●			△		○	△
Seguir procedimentos operacionais	3,3	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	●
Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	●	○	○	○	△			○	●	
Evitar contaminação	2,6	△	●	●	●								●	●
Peso Absoluto Processo	6725,3	449,6	517,2	390,0	410,2	142,2	146,5	159,4	83,2	409,5	194,8	220,2	437,1	217,6
Peso Relativo Processo (%)	100,0	6,7	7,7	5,8	6,1	2,1	2,2	2,4	1,2	6,1	2,9	3,3	6,5	3,2
Peso Relativo Operação (%)	100,0	11,9	13,7	10,3	10,9	3,8	3,9	4,2	2,2	10,8	5,2	5,8	11,6	5,8

FIGURA 30 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO PREPARO DE SOLO

FONTE: O autor (2013)

LEGENDA:

Matriz de Relacionamento:

Forte 9 ●

Média 3 ○

Fraca 1 △

Os indicadores das perspectivas financeira e de aprendizado e crescimento foram os mesmos que os analisados para a operação de controle de plantas invasoras (QUADRO 2). As diferenças foram observadas nas demais perspectivas do *Balanced Scorecard*.

Perspectiva	Controle de Plantas Invasoras	
	Indicador de desempenho	Medição
Financeira	Custo operacional	R\$
	Custo da qualidade (prevenção)	R\$
	Custo da qualidade (monitoramento)	R\$
	Custo da qualidade (falhas)	R\$
Processos internos	Profundidade de preparo	m
	Largura de preparo	m
	Espaçamento entre linhas	m
	Tamanho do torrão	Conforme/Não conforme
Clientes	Desenvolvimento da muda	Conforme/Não conforme
Aprendizado e Crescimento	Produtividade	HH ha ⁻¹ ou HM ha ⁻¹
	Treinamento	Horas
	Rotatividade	Número tempo ⁻¹
Não Mercado	Degradação ambiental	Conforme/Não conforme

QUADRO 2 – INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE PREPARO DE SOLO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA
 FONTE: O autor (2013)

Para a definição dos indicadores relacionados aos processos internos também foi utilizado pela equipe como base o trabalho de Milan, Barros e Gava (2003), destacando como medidas de desempenho a profundidade e largura do preparo, o espaçamento entre linhas e o tamanho do torrão.

Tanto a profundidade quanto a largura de preparo se correlacionaram de maneira forte com os dois dos principais fatores críticos e objetivos da operação, permitir o desenvolvimento da muda e melhoria nas condições físicas do solo, com respectivos graus de importância de 5,0 e 4,3. Dessa maneira, seus pesos relativos foram considerados altos, comparativamente às demais medidas de desempenho específicas para a atividade (2,1 e 2,2%, respectivamente).

Especificamente para o preparo com subsolador, o conjunto haste-ponteira geram tensões que resultam em preparo de solo com seção triangular, como evidenciado por Gonçalves *et al.* (2002) e demonstrado no trabalho de Sasaki e Gonçalves (2005). Assim, a FIGURA 31 ilustra este efeito e apresenta os aspectos a serem considerados durante a mensuração da largura e profundidade de preparo pela subsolagem.

FONTE: O autor (2013)

Já para a largura de preparo os principais fatores estão relacionados à sapata ou ponteira, além de outros aspectos já mencionados para a profundidade. Neste sentido, interferem no indicador seu ângulo, dimensão e condição (SASAKI; BENTIVENHA; GONÇALVES, 2002). Os erros nos espaçamentos podem ser justificados por erros de medições. Ainda se destacam como causas que influenciam os três indicadores, como aquelas relacionadas aos procedimentos operacionais e ao treinamento dos colaboradores.

A última medida de desempenho para a perspectiva processos internos da atividade de preparo de solo é o tamanho do torrão gerado no preparo, cuja conformidade deve ser verificada. O indicador apresentou peso relativo de 1,2%, estando diretamente relacionado à melhoria das qualidades físicas do solo. Neste caso, o padrão desejado deve ser definido pela empresa.

Já na perspectiva do cliente, deve ser verificada a conformidade do desenvolvimento da muda de acordo com padrões estabelecidos pela organização em função da espécie e condições ambientais, como descrito anteriormente para a atividade de controle de espécies invasoras. O último indicador é a degradação ambiental (não mercado), estando neste caso relacionada à processos erosivos.

A análise de correlação entre os indicadores mostrou tendência de fraca a moderada entre as perspectivas financeira e processos internos, indicando a baixa influência entre eles. Já a do cliente apresentou forte correlação com os anteriores, especialmente aqueles relacionados aos processos. Os demais seguiram padrão semelhante ao descrito para a atividade de controle de invasoras.

Na sequência, foi analisada a operação de adubação, sendo definidas 15 medidas de desempenho nas cinco perspectivas do *Balanced Scorecard*. A FIGURA 33 apresenta a fração da matriz QFD de correlação entre os indicadores e os fatores críticos de sucesso desta atividade.

Perspectiva BSC		Financeira				Processos internos					Cliente		Aprendizado e Crescimento			Não Mercado
Indicadores de Desempenho	IMPORTÂNCIA	Custo Operacional	Custo da Qualidade (Prevenção)	Custo da Qualidade (Monitoramento)	Custo da Qualidade (Falha)	Dosagem de adubo (g/planta)	Distância da muda	Profundidade da coveta	Distribuição do adubo	Atendimento do prazo	Desenvolvimento da muda	Mudas danificadas pelo adubo (%)	Produtividade	Rotatividade	Treinamento (horas)	Degradação ambiental
		Fatores Críticos de Sucesso														
Disponibilizar nutrientes para a planta	5,0	○	△	△	△	●	●	●	●	○	●					
Cumprir prazos	4,0	△	△	△	△	△	△	△	△	●			○	○	○	
Seguir procedimentos operacionais	4,3	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●
Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	●	●	●	●	●	△		●		○	●	
Evitar contaminação	2,0	△	●	●	●										●	●
Peso Absoluto Processo	6725,3	449,6	517,2	390,0	410,2	144,1	129,1	129,1	129,1	68,5	409,5	99,4	194,8	220,2	437,1	217,6
Peso Relativo Processo (%)	100,0	6,7	7,7	5,8	6,1	2,1	1,9	1,9	1,9	1,0	6,1	1,5	2,9	3,3	6,5	3,2
Peso Relativo Operação (%)	100,0	11,4	13,1	9,9	10,4	3,7	3,3	3,3	3,3	1,7	10,4	2,5	4,9	5,6	11,1	5,5

FIGURA 33 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO ADUBAÇÃO

FONTE: O autor (2013)

LEGENDA:

Matriz de Relacionamento:

Forte 9 ●

Média 3 ○

Fraca 1 △

Os indicadores definidos nas perspectivas financeira e aprendizado e crescimento foram padronizados para todas as atividades, já sendo avaliadas anteriormente. Já na perspectiva processos internos, as medidas de desempenho determinadas pelos fatores críticos de sucesso foram: dosagem, distância da muda, profundidade da coveta, distribuição do adubo e atendimento de prazo (QUADRO 3).

Perspectiva	Controle de Plantas Invasoras	
	Indicador de desempenho	Medição
Financeira	Custo operacional	R\$
	Custo da qualidade (prevenção)	R\$
	Custo da qualidade (monitoramento)	R\$
	Custo da qualidade (falhas)	R\$
Processos internos	Dosagem	Kg ha ⁻¹
	Distância da muda	cm
	Profundidade da coveta	cm
	Distribuição do adubo	Conforme/Não conforme
	Atendimento de prazo	Conforme/Não conforme
Clientes	Mudas danificadas	%
	Desenvolvimento da muda	Conforme/Não conforme
Aprendizado e Crescimento	Produtividade	HH ha ⁻¹ ou HM ha ⁻¹
	Treinamento	Horas
	Rotatividade	Número tempo ⁻¹
Não Mercado	Degradação ambiental	Conforme/Não conforme

QUADRO 3 – INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA

FONTE: O autor (2013)

Dentre os indicadores de processos internos, a dosagem de adubo foi o que obteve maior peso relativo (2,1%) em função da forte correlação com os fatores críticos de sucesso, especialmente a disponibilização de nutrientes para a planta. Além disso, é observada forte relação com outras medidas de desempenho, como aquelas inseridas na perspectiva financeira. A avaliação da conformidade da dosagem deve ter como base a meta e o desvio de tolerância definidos pela organização.

As principais causas que podem gerar desvios neste indicador são a regulagem dos equipamentos que liberam o adubo no solo, o treinamento dos funcionários para a realização da atividade, bem como o cumprimento da sequência de operações definidas no procedimento operacional. Além disso, outros fatores levam a esta não conformidade, como a qualidade do adubo utilizado e falhas na recomendação de adubação, por exemplo por erros em análises de solo (FIGURA 34).

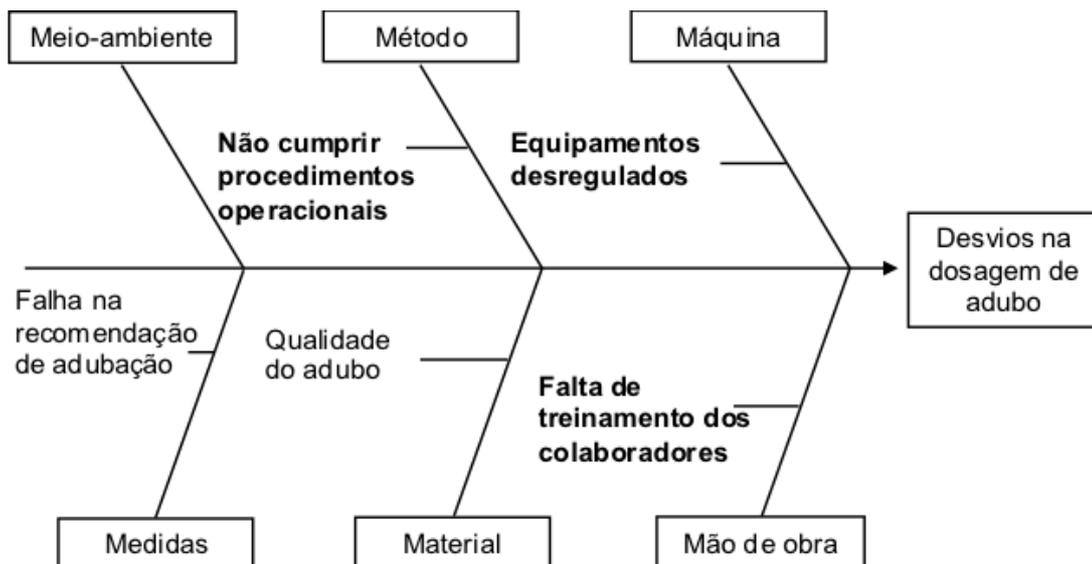


FIGURA 34 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS NA DOSAGEM DO ADUBO
 FONTE: O autor (2013)

Outras medidas de desempenho correlacionadas à disponibilização de nutrientes para a planta são a distância entre muda e coveta, profundidade da coveta e distribuição do adubo, todas com peso relativo de 1,9%. As duas primeiras devem ser mensuradas e comparadas com o padrão descrito nos procedimentos operacionais da empresa e são válidas para a adubação de base, enquanto para a terceira, verificada na adubação de cobertura, verifica-se a conformidade, considerando a distribuição do adubo na projeção da copa ou como definido pela empresa.

A análise dos prováveis problemas nos três indicadores são apresentados na FIGURA 35. As principais causas estão relacionados à mão de obra e método, especificamente ao treinamento dos colaboradores e os procedimentos operacionais. Ainda são fatores que podem ocasionar o erro: equipamentos de aplicação desregulados, qualidade do adubo, condições edafo-climáticas que resultem na perda de adubo, por exemplo por lixiviação, e erros de medições para alocação das covetas laterais.



FIGURA 35 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PROBLEMAS DE DISPONIBILIDADE DO ADUBO PARA A PLANTA

FONTE: O autor (2013)

O último indicador definido para a perspectiva de processos internos foi o atendimento dos prazos de adubação (peso relativo de 1,0%). Neste caso, o objetivo é verificar se o adubo foi disponibilizado para as mudas no momento necessário, ou seja, a conformidade temporal da adubação. Atrasos na operação podem comprometer o desenvolvimento da floresta, já o adiantamento da atividade pode resultar em perdas de adubo por lixiviação ou outros fatores (CERETTA; SILVA; PAVINATO, 2007).

Já na perspectiva do cliente os indicadores de desempenho definidos foram danos à muda (1,5) e o seu desenvolvimento. Este já foi amplamente discutido na análise das operações anteriores. Já o primeiro está especialmente relacionado à queima pelo contato com o adubo. Esta verificação é feita de maneira qualitativa, identificando não conformidades.

A análise do problema mudas danificadas ou mortas é feita em conjunto para as operações de adubação e controle de plantas invasoras e é apresentada na FIGURA 36. Os fatores que causam o efeito indesejado estão, na maioria dos casos, relacionados à aplicação de herbicidas. De maneira geral, destaca-se o treinamento dos funcionários para a execução das operações e o cumprimento dos procedimentos operacionais. Erros de dosagem, equipamentos desregulados e qualidade da matéria-prima também foram classificados como possíveis causas.

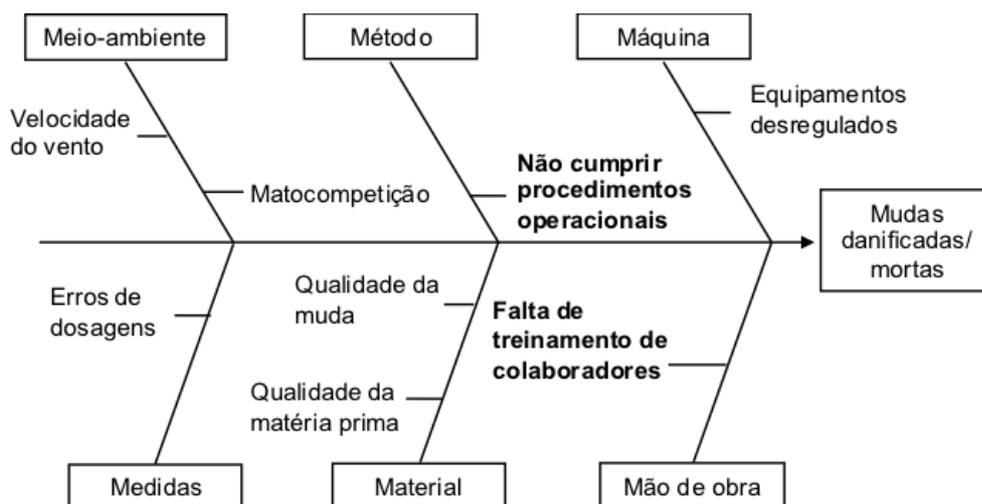


FIGURA 36 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA MUDAS DANIFICADAS OU MORTAS
 FONTE: O autor (2013)

Já a velocidade do vento é um fator específico para a operação de controle de invasoras, ocasionando deriva do herbicida que pode danificar e comprometer a muda. Todos estes fatores são agravados pela baixa qualidade da muda e pelo elevado nível de matocompetição.

Fechando os indicadores de desempenho para a operação está a degradação ambiental. Neste caso, é verificada a conformidade com os aspectos ambientais, observando problemas gerados pela lixiviação de nutrientes e seus efeitos sobre os recursos hídricos.

Para esta atividade, a correlação entre os indicadores financeiros e de processos internos no geral foram fracos, exceto para a dosagem, mesmo quando a comparação ocorre dentro das perspectivas. Isto indica que a distribuição ou localização do adubo pouco influencia nos custos da empresa. Porém, analisando-se a correlação com as medidas de desempenho sob o ponto de vista dos clientes, bem como o treinamento, com as duas anteriores e a de não mercado, ela passa a ser considerada de moderada a forte.

A última operação a ser analisada foi o plantio. Os indicadores definidos para a atividade, considerando seus fatores críticos de sucesso, estão relacionados na matriz QFD apresentada na FIGURA 37. Neste caso, os IDs foram alocados nas quatro perspectivas originais do BSC, sendo a do cliente e aprendizado e crescimento compostos pelos mesmos indicadores das demais atividades, como custo operacional e da qualidade, produtividade, rotatividade e treinamento.

Perspectiva BSC		Financeira				Processos internos			Cliente		Aprendizado e Crescimento		
Indicadores de Desempenho	IMPORTÂNCIA	Custo Operacional	Custo da Qualidade (Prevenção)	Custo da Qualidade (Monitoramento)	Custo da Qualidade (Falha)	Não-conformidades no plantio	Mudas descartadas (m)	Espaçamento entre mudas (m)	Sobrevivência das mudas (%)	Replântio (%)	Produtividade	Rotatividade	Treinamento (horas)
Controlar competição entre mudas	4,3	○	●	○	○			●	●	●			
Evitar desvios de padrão	4,6	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	○	●
Seguir procedimentos operacionais	4,0	●	●	○	○	●	○	●	○	●	●	●	●
Evitar descarte de mudas	4,3	●	●	○	●	●	●	△					
Peso Absoluto Processo	6725,3	449,6	517,2	390,0	410,2	131,1	64,5	92,8	258,9	312,5	194,8	220,2	437,1
Peso Relativo Processo (%)	100,0	6,7	7,7	5,8	6,1	1,9	1,0	1,4	3,8	4,6	2,9	3,3	6,5
Peso Relativo Operação (%)	100,0	12,9	14,9	11,2	11,8	3,8	1,9	2,7	7,4	9,0	5,6	6,3	12,6

FIGURA 37 - MATRIZ QFD PARA A OPERAÇÃO PLANTIO

FONTE: O autor (2013)

LEGENDA:

Matriz de Relacionamento:

Forte 9 ●

Média 3 ○

Fraca 1 △

Foram definidos para a perspectiva de processos internos os seguintes indicadores: não conformidades no plantio, mudas descartadas e espaçamento entre mudas. Já para a perspectiva dos clientes, definiu-se a sobrevivência e o replantio como medidas de desempenho (QUADRO 4).

Perspectiva	Controle de Plantas Invasoras	
	Indicador de desempenho	Medição
Financeira	Custo operacional	R\$
	Custo da qualidade (prevenção)	R\$
	Custo da qualidade (monitoramento)	R\$
	Custo da qualidade (falhas)	R\$
Processos internos	Não conformidades no plantio	Número
	Mudas descartadas	%
	Espaçamento entre mudas	m
Clientes	Sobrevivência	%
	Replantio	%
Aprendizado e Crescimento	Produtividade	HH ha ⁻¹ ou HM ha ⁻¹
	Treinamento	Horas
	Rotatividade	Número tempo ⁻¹

QUADRO 4 – INDICADORES DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE PLANTIO NAS PERSPECTIVAS DA METODOLOGIA BSC ADAPTADA

FONTE: O autor (2013)

Como não conformidades no plantio (peso relativo 1,9%), definiu-se mudas com coleto afogado, substrato exposto, não firmes, inclinadas, quebrada ou murcha, encoberta por resíduos, além de cova sem muda e desvios em relação à linha de plantio. A análise das causas deste indicador é apresentada na FIGURA 38. Observa-se que os principais fatores que geram a falha são o treinamento dos funcionários e o não cumprimento dos procedimentos operacionais. Ainda são possíveis causas as falhas nos procedimentos e, para alguns casos, a qualidade da muda.



FIGURA 38 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DESVIOS DE PADRÃO NO PLANTIO
 FONTE: O autor (2013)

Outra medida de desempenho alocada nessa perspectiva foi o número de mudas descartadas, com peso relativo de 1,0%. Neste caso, pode ser apontada como as principais causas a qualidade da muda e a imperícia dos colaboradores, tanto na seleção quanto no manuseio. Este indicador está relacionado aos fatores críticos de sucesso para economia, apresentando peso relativamente baixo.

Além desses, a avaliação do espaçamento entre mudas também foi considerada importante para o sucesso da atividade, obtendo peso relativo de 1,4%. Esta medida é um indicativo da competição entre plantas, podendo interferir no desenvolvimento da floresta, conforme demonstrado nos estudos de Leles *et al.* (2001) e Macedo *et al.* (2005). O espaçamento também interfere no nível de matocompetição e nos custos operacionais.

Já na perspectiva do cliente, destacam-se os indicadores sobrevivência da muda e replantio, com pesos relativos de 3,8% e 4,6%, respectivamente. O segundo está diretamente relacionado ao primeiro, sendo o replantio, na empresa, realizado em função da sobrevivência. Esta, por sua vez, pode estar relacionada a diversos fatores, alguns já mencionados, como as causas de mudas danificadas ou mortas pelo adubo ou herbicida. Além disso, também influenciam na mortalidade das mudas outras questões climáticas, especialmente déficit hídrico e geadas.

A análise de correlação dos indicadores se mostra de moderada a forte para as perspectivas financeira, processos internos e clientes, indicando grande influência entre as medidas de desempenho. Entretanto a análise para aqueles IDs de processos internos, a correlação observada foi de fraca a moderada. O mesmo

padrão das atividades anteriores foi observado na perspectiva aprendizado e crescimento.

Dessa maneira, os indicadores de desempenho para cada atividade foram definidos. Na sequência, o planejamento e desenvolvimento do sistema de informação gerencial para as atividades silviculturais de empresas florestais foram realizados. Para isso, considerou-se as medidas de desempenho descritas anteriormente, buscando generalizá-las, bem como os procedimentos para a coleta de dados.

4.3 PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO SIG (ETAPA 3)

Nesta etapa, inicialmente foi definido o sistema de informação a ser utilizado pela empresa na gestão de seu processo produtivo e a segunda na generalização dos indicadores, visando o desenvolvimento de um SIG que possa ser adotado por outras organizações atuantes no setor florestal no controle da qualidade de suas operações silviculturais.

4.3.1 Sistema de Informação Gerencial para a empresa analisada

Para o desenvolvimento do SIG a ser utilizado pela empresa, considerou-se suas necessidades e possibilidades. Uma das exigências foi o desenvolvimento do sistema para o aplicativo computacional Microsoft Excel, utilizado como banco de dados padrão pela unidade florestal. Além disso, alguns dos indicadores definidos na fase anterior não foram utilizados, especialmente aqueles alocados nas perspectivas financeira e de aprendizado e crescimento, em função de exigências da organização.

Nesta fase, algumas operações foram divididas e planilhas foram geradas, considerando a classificação da atividade e sua forma de execução. O SIG foi desenvolvido inicialmente para o controle de plantas invasoras, dividido em capina pré e pós-emergente, além do monitoramento. Para o controle pré-emergente, foram

definidas duas planilhas, sendo uma para a atividade manual e outra para a mecanizada.

Os dois sistemas são alimentados com alguns dados básicos, como a data da realização da avaliação, talhão, entre outros. Dos indicadores definidos na etapa anterior, a conformidade no preparo da calda, condições dos equipamentos, dosagem, volume de calda e vazão dos bicos foram considerados. O preparo de solo, avaliando a presença ou ausência de torrões, foi adicionado como medida de desempenho por solicitação da empresa. Além disso, alguns dados adicionais foram considerados visando a determinação do volume de calda, como a velocidade do trator para a atividade mecanizada e a área de trabalho para a execução manual. As planilhas geradas para a operação de controle pré-emergente de invasoras são apresentadas na FIGURA 39.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL															PLANILHA DIÁRIA			
CAPINA QUÍMICA PRÉ EMERGENTE - MANUAL																		
UNIDADE:				EMPRESA AVALIADA:							MÊS/ANO:							
DATA	EQUIPAMENTO (A)	TALHÃO	PREPARO DA CALDA (B)	PREPARO DO SOLO (C)	COND. EQUIPAMENTOS (D)	ÁREA TRABALHADA - M² (E)	RECOMENDAÇÃO			REC. REALIZADA		VAZÃO NOS BICOS (LITROS)						
							DOSAGEM Kg/ha	VOLUME CALDA L/ha	PRODUTO (F)	DOSAGEM REAL Kg/L/ha	VOLUME CALDA L/ha (G)	01	02	03	04	MÉDIA (H)	VAZÃO-L/ha (I)	% DESVIOS (J)
INSTRUÇÃO PARA PREENCHIMENTO																		
<p>A= Equipamento: 1= Bomba Costal; 2= Tanque B= Preparo da calda: 1= Conforme; 2= Não Conforme C= Preparo do Solo: 1= Presença de torrões; 2= Ausencia de Torrões. D= Condições dos Equipamentos: 1= Adequado; 2= Inadequado E = Área trabalhada = distância percorrida(m) X Largura da faixa de aplicação (m) F= Produto: 1= Solara 500; 2= ForDor 750 WG G= Volume da Calda H= Média das vazões nos bicos I= H X 10.000/ E J= (G-I) / I X 100.</p>																		
A																		
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL															PLANILHA DIÁRIA			
CAPINA QUÍMICA PRÉ EMERGENTE - MECANIZADO																		
				EMPRESA AVALIADA:							MÊS/ANO:							
DATA	EQUIPAMENTO	TALHÃO	PREPARO DA CALDA (B)	PREPARO DO SOLO (C)	COND. EQUIPAMENTOS (D)	VELOCIDADE DO TRATOR - Km/h (E)	RECOMENDAÇÃO			REC. REALIZADA		VAZÃO NOS BICOS (LITROS)						
							DOSAGEM Kg/ha	VOLUME CALDA l/ha	PRODUTO (F)	DOSAGEM REAL Kg/L/ha	VOLUME CALDA L/ha (G)	01	02	03	04	MÉDIA (H)	VAZÃO-L/ha (I)	% DESVIOS (J)

FIGURA 39 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE CONTROLE PRÉ-EMERGENTE DE INVASORAS. A – ATIVIDADE MANUAL; B – ATIVIDADE MECANIZADA

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

Os dados de entrada para o indicador Dosagem de Herbicida são a recomendação para a área e a dose efetivamente utilizada. Já para a medida de volume de calda, além do recomendado e realizado, definidos durante a atividade, é realizada uma verificação a partir da análise da vazão dos bicos com o auxílio de instrumentos utilizados para esta finalidade, tais como recipientes graduados.

O procedimento definido para a determinação do volume de calda realizado e detecção de desvios foi diferente para atividades manuais e mecanizadas. Para a primeira, define-se a vazão média de quatro bicos operado por diferentes colaboradores, além da área trabalhada por cada operador. Estas medidas são definidas pelo caminhamento do operador em distância conhecida, coletando-se a vazão do bico. Já a área trabalhada pode ser determinada pelo produto entre a distância percorrida e a largura atingida pelo jato do herbicida, esta em função da altura do funcionário, ou pré-definida pela empresa, como apresentado em manual disponibilizado por Máquinas Agrícolas Jacto (2001). Dessa forma, o volume de calda, em litros por hectare, para a capina química pré-emergente, realizada de forma manual, é determinada pela equação 4 (MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO, 2001).

$$VC = \frac{VMB \times 10.000}{AT} \quad (4)$$

Em que:

VC – Volume de calda (L ha⁻¹);

VMB – Vazão média dos bicos (L);

AT – Área trabalhada (m²).

Já para a atividade mecanizada, a vazão média dos quatro bicos foi definida em litros por minuto e o volume de calda determinado em função da velocidade do trator. Calculou-se este indicador pela equação 5 (TEEJET, [20-?]) . A amplitude do limite de tolerância para desvios na medida é de 10%, sendo 5% para mais e para menos.

$$VC = \frac{VMB \times 60.000}{VTr \times E} \quad (5)$$

Em que:

VC – Volume de calda ($L ha^{-1}$);

VMB – Vazão média dos bicos ($L min^{-1}$);

VTr – Velocidade do trator ($km h^{-1}$);

E – Espaçamento entre bicos (cm).

As planilhas para o controle pós-emergente de invasoras tanto manual quanto mecanizada em pouco diferenciaram daquelas definidas para o controle pré-emergente. Os sistemas gerados para a avaliação desta operação, em aplicativo Microsoft Excel, são apresentados na FIGURA 40.

O sistema para esta divisão da atividade difere da anterior em alguns pontos, sendo solicitados dados adicionais, dentre eles as invasoras predominantes (folha larga, estreita ou ambas), a porcentagem de infestação (menor que 50% da área, entre 50 e 75% e acima de 75%) e o estágio das ervas (em crescimento, final de ciclo ou estressada). Como indicadores definidos na etapa anterior foram adicionados a conformidade nas condições do tempo e na velocidade do vento, verificando, respectivamente, a probabilidade de precipitação e o risco de deriva. Os demais IDs foram mantidos, incluindo os procedimentos para coleta de dados e cálculo das medidas de desempenho.

Para fechar a operação de capina química pós-emergente é necessário o monitoramento das mudas e da matocompetição. Para a avaliação de danos ou mortalidade das plantas, em função da atividade, definiu-se como procedimento a amostragem de 5 parcelas aleatórias, com tamanho a ser definido em função da área e condições do talhão. Em cada parcela são determinados os números de plantas total, danificadas e mortas. Na sequência, calcula-se a porcentagem de mudas danificadas e mortas. A empresa aceita um limite de tolerância de 10% para mudas danificadas com menor gravidade, não sendo aceitável a mortalidade. As não conformidades resultam de desvios superiores aos aceitáveis.

Já a proposta para avaliação da matocompetição foi a divisão em quatro níveis, em função da porcentagem da área com espécies vegetais que possam prejudicar o desenvolvimento da plantação, com a não conformidade determinada pela tolerância da empresa, no caso até o nível 2. A escala de avaliação do indicador é apresentada no QUADRO 5.

Valor	Descrição
1	Presença de espécies invasoras em até 25% do talhão
2	Presença de espécies invasoras em até 50% do talhão
3	Presença de espécies invasoras em até 75% do talhão
4	Presença de espécies invasoras em 100% do talhão

QUADRO 5 - ESCALA PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATOCOMPETIÇÃO
 FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

A planilha de monitoramento da atividade de controle pós-emergente de invasoras, executadas por empresas terceirizadas, é apresentada na FIGURA 41.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL - MONITORAMENTO CAPINA QUÍMICA PÓS EMERGENTE																						Planilha Monitoramento					
UNIDADE:			EMPRESA AVALIADA:									MÊS/ANO:						RESPONSÁVEL:									
DATA	TALHÃO	01			02			03			04			05			TOTAL			% DESVIOS			NÍVEL DE CONTROLE MATO-COMPETIÇÃO				
		T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	D	M	Soma	01	02	03	04	
INSTRUÇÃO PARA PREENCHIMENTO																											
<p>T = Total de plantas/parcela D = Plantas danificadas / parcela M = Plantas mortas / parcela Total = Somatório de T ou Somatório D ou Somatório de M % Desvios: D% = Somatório D / Somatório T X 100 M% = Somatório de M / Somatório de T X 100</p>																											

FIGURA 41 - SIG PARA O MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DE CONTROLE PÓS-EMERGENTE DE INVASORAS
 FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

Na sequência foi desenvolvido o sistema para avaliação da atividade de plantio. Como dados básicos de entrada são solicitados a data da avaliação, o gênero plantado e o espaçamento entre mudas recomendado. Dos indicadores definidos anteriormente, fazem parte do SIG o espaçamento entre mudas, descarte e os desvios no padrão de plantio.

A análise visual dos desvios no padrão de plantio é realizada por amostragem, com tamanho da amostra definido em função da área do talhão. Verifica-se a existência de erros como mudas com coleto afogado, substrato exposto, não firmes, inclinadas, danificadas, encobertas por resíduos, além de covas sem muda e desvios da linha de plantio. Estes erros são computados e sua proporção determinada e comparada ao limite tolerável pela empresa, no caso 5%.

Já para a mensuração da precisão do espaçamento, definiu-se como procedimento a coleta de cinco amostras por talhão, sendo mensurada, para cada uma delas, a distância entre 11 plantas (FIGURA 42). Na sequência determina-se a média da amostra e do talhão e os desvios em relação ao recomendado.

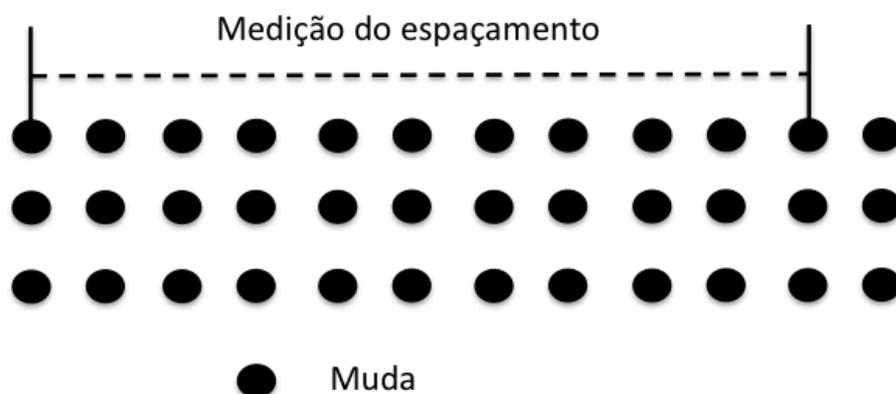


FIGURA 42 - ESQUEMA DE MEDIÇÃO DO ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS
 FONTE: O autor (2013)

No item mudas descartadas, verifica-se a proporção entre mudas descartadas e plantadas. O sistema para monitoramento da qualidade da atividade de plantio na área da empresa, desenvolvido para o aplicativo Microsoft Excel, é apresentado na FIGURA 43.

A última atividade da empresa para a qual foi desenvolvido um sistema de avaliação da qualidade operacional foi a adubação, operação subdividida em duas, base e cobertura. Os dados básicos solicitados pelo SIG são a data da avaliação, identificação do talhão e dosagem recomendada (g/planta). Além disso, são medidas de desempenho gerais a dosagem realizada, as condições da área e o cumprimento de prazos.

Os dois últimos indicadores são determinados pela verificação da conformidade durante a realização da atividade, considerando, respectivamente, a limpeza da área e a execução dentro dos prazos previstos. O indicador dosagem realizada é determinado pela média de 10 amostras, tomadas aleatoriamente, sendo determinado o número de não conformidades, considerando um desvio aceitável de 10% para mais ou para menos.

A primeira operação, denominada adubação de plantio ou de base é realizada em covetas laterais. Dessa forma, os IDs específicos a serem analisados são a profundidade e distância da coveta a muda. Para ambos, seleciona-se aleatoriamente determinado número de mudas, em função do tamanho do talhão, sendo mensurados os indicadores e identificadas não conformidades. Na sequência é determinada a proporção de erros encontrados no talhão e comparado ao limite aceitável da empresa (5%).

Já o segundo tipo, denominado adubação de manutenção ou cobertura, é realizada na projeção da copa, em diferentes momentos. Portanto, neste caso o indicador específico para a atividade foi a distribuição do adubo, com a conformidade analisada de maneira semelhante ao descrito anteriormente para a adubação de base, porém de forma visual. O limite aceitável de não conformidades para esta operação também é de 5%. As planilhas geradas para estas atividades são apresentadas na FIGURA 44.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL														PLANILHA DIÁRIA			
ADUBAÇÃO DE PLANTIO (MANUAL)																	
EMPRESA AVALIADA:							AVALIADOR:							MÊS/ANO:			
DATA	TALHÃO	DISTÂNCIA			PROFUNDIDADE			DOSAGEM							CONDIÇÃO DA ÁREA (I)	DENTRO PRAZO DE APLICAÇÃO RECOMENDADO (J)	
		Nº PLANTAS (A)	Nº ERROS (B)	% DESVIO (C)	Nº PLANTAS (D)	Nº ERROS (E)	% DESVIO (F)	DOSE RECOMENDADA - Total/g (G)	DOSAGEM REALIZADA					Nº NÃO-CONF. (H)			
									01	02	03	04	05				
INSTRUÇÃO PARA PREENCHIMENTO																	
<p>A e D = Nº Plantas: Nº de plantas avaliadas B e E = Nº Erros: Nº erros encontrados C e F = % de Desvio: Nº Erros / Nº Plantas G = Dose Recomendada: Dose recomendada pelo Supervisor A</p> <p>H = Não-conformidade: Nº de NC encontradas nos 05 aplicadores (Limite inferior (-10%), Limite superior (+10%)) I = Condição da Área: 1= Adequada; 2= Inadequada (Quando há a presença de pontas e galhos, mato, tocos, etc. J = Dentro do Prazo Recomendado: 1= Sim; 2= Não (Quando a adubação for realizada após 10 dias do plantio) .</p>																	
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL														PLANILHA DIÁRIA			
ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO (MANUAL)																	
EMPRESA AVALIADA:					AVALIADOR:							MÊS/ANO:					
DATA	TALHÃO	DISTRIBUIÇÃO ADUBO			DOSAGEM APLICADA											CONDIÇÃO DA ÁREA (F)	DENTRO PRAZO RECOMENDADO (G)
		Nº PLANTAS (A)	Nº ERROS (B)	% DESVIO (C)	DOSE RECOMENDADA - g/Planta (D)	DOSAGEM REALIZADA											
						01	02	03	04	05	06	07	08	09	10		
INSTRUÇÃO PARA PREENCHIMENTO																	
<p>A = Nº Plantas: Nº de plantas avaliadas B = Nº Erros: Nº erros encontrados C = % de Desvio: Nº Erros / Nº Plantas D = Dose Recomendada: g/Planta. B</p> <p>E = Não-conformidade: Nº de NC encontradas nas 10 amostras (Limite inferior (-10%), Limite superior (+10%)) F = Condição da Área: 1= Adequada; 2= Inadequada (Quando há a presença de pontas e galhos, mato, tocos, etc. G = Dentro do Prazo Recomendado: 1= Sim; 2= Não (Quando a adubação for realizada após o período de entre 08 e 12 meses de plantio).</p>																	

FIGURA 44 - SIG PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO. A – BASE; B – COBERTURA

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

Em função de mudanças internas na empresa, com realocação dos colaboradores integrantes do grupo de pesquisa em outros setores da organização e a mudança de foco para a primarização das atividades, não foi possível desenvolver o sistema para a operação de preparo de solo. No entanto, o planejamento dos indicadores foi realizado enquanto a equipe ainda estava em atividade, com a verificação de alguns procedimentos para a coleta de dados realizada em campo. Dessa forma, foi possível a inclusão desta operação no sistema planejado e desenvolvido, visando ser utilizado generalizado para um grande número de empresas.

A avaliação das planilhas foi realizada em campo pela equipe de desenvolvimento. Além disso, com um controle mais rigoroso e os procedimentos operacionais definidos, as empresas terceiras que até então não eram monitoradas, passaram a executar as diversas atividades atentando para tornar o processo previsível, mantendo os desvios dentro dos limites aceitáveis.

Entretanto, a empresa ainda pode melhorar em inúmeros aspectos, especialmente na tolerância. Muitos dos limites são definidos em função do que as demais organizações do segmento adotam, sem considerar as variações naturais ocorrentes em seu processo. Dessa maneira, sugere-se à empresa o uso de ferramentas estatísticas para a qualidade, como o Controle Estatístico do Processo (CEP), para auxiliar na definição dos desvios aceitáveis.

Assim, a validação do sistema a partir de dados coletados pela empresa para avaliação das atividades executadas por seus terceiros é apresentado nas FIGURAS 45 a 51. No entanto, em função da mudança de foco na empresa para a primarização e a realocação dos integrantes da equipe de desenvolvimento, não foi possível validar, em campo, a planilha de controle da atividade de plantio.

Observa-se que para todas as atividades, o sistema permitiu a identificação de não conformidades, gerando gráficos que mostram os desvios em alguns dos indicadores, permitindo a comparação com os limites de tolerância da empresa. Além disso, em função das exigências da empresa, o SIG gera automaticamente gráficos relacionando o número de não conformidades identificadas em cada inspeção, com o objetivo de analisar a evolução das atividades quanto à melhorias na qualidade.

A	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL															PLANILHA DIÁRIA		
	CAPINA QUÍMICA PRÉ-EMERGENTE - MANUAL																	
UNIDADE: XXXXX			EMPRESA AVALIADA: XXXXX										MÊS/ANO: Nov/2012					
DATA	EQUIPAMENTO (A)	TALHÃO	PREPARO DA CALDA (B)	PREPARO DO SOLO (C)	COND. EQUIPAMENTOS (D)	ÁREA TRABALHADA - M ² (E)	RECOMENDAÇÃO			REC. REALIZADA		VAZÃO NOS BICOS (LITROS)						
							DOSAGEM Kg/ha	VOLUME CALDA L/ha	PRODUTO (F)	DOSAGEM REAL Kg/L/ha	VOLUME CALDA L/ha (G)	01	02	03	04	MÉDIA (H)	VAZÃO-L/ha (I)	% DESVIOS (J)
05/nov	1-BCostal	D5A	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,105	38,2	0,381	0,385	0,390	0,373	0,382	38,2	4,6%
06/nov	1-BCostal	C8A	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,106	38,7	0,397	0,389	0,384	0,377	0,387	38,7	3,4%
07/nov	1-BCostal	B9A	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,109	39,7	0,375	0,341	0,421	0,452	0,397	39,7	0,7%
08/nov	1-BCostal	B3A	1-Conf.	2-Pres.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,113	41,1	0,390	0,388	0,470	0,396	0,411	41,1	-2,7%
09/nov	1-BCostal	H3A	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,111	40,5	0,385	0,392	0,367	0,477	0,405	40,5	-1,3%
20/nov	1-BCostal	K4A	1-Conf.	2-Pres.Torrões	1-Adeq.	40	0,11	40	2-ForDor	0,110	40,0	0,42	0,395	0,382	0,402	0,400	40,0	0,1%

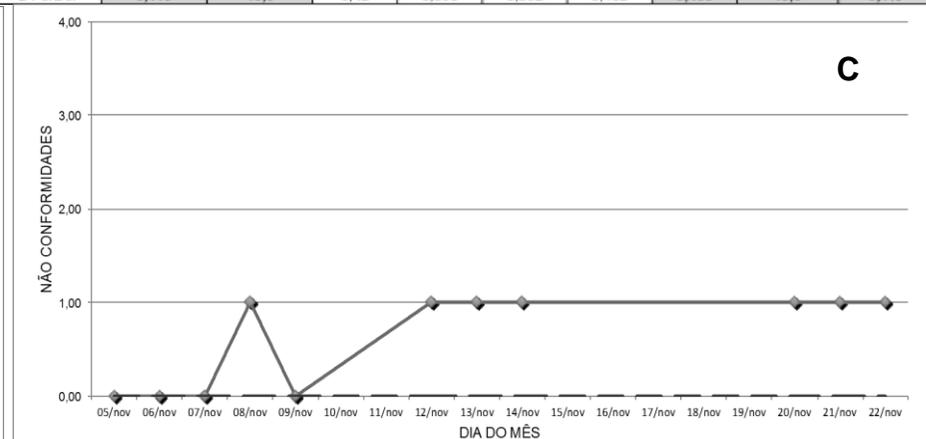
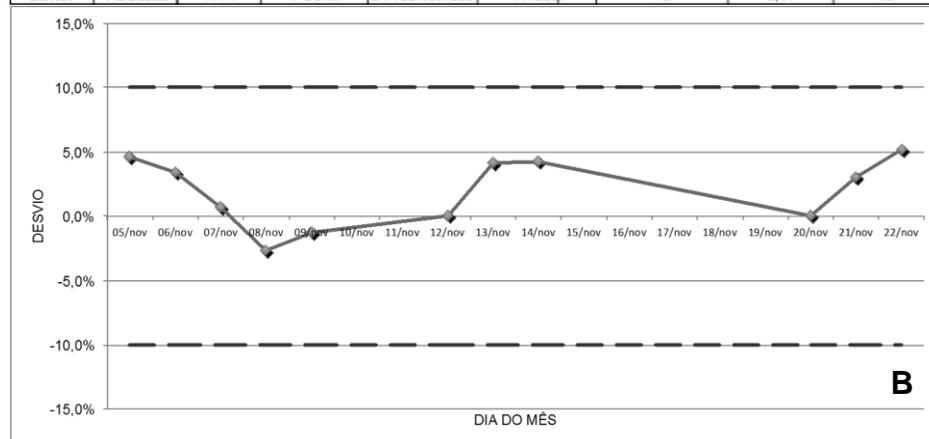


FIGURA 45 – APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PRÉ-EMERGENTE MANUAL DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

A	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL											PLANILHA DIÁRIA						
	CAPINA QUÍMICA PRÉ-EMERGENTE - MECANIZADO																	
UNIDADE: XXXX			EMPRESA AVALIADA: XXXXX							MÊS/ANO: DEZEMBRO/12								
DATA	EQUIPAMENTO (A)	TALHÃO	PREPARO DA CALDA (B)	PREPARO DO SOLO (C)	COND. EQUIPAMENTOS (D)	VELOCIDADE DO TRATOR - Km/h (E)	RECOMENDAÇÃO			REC. REALIZADA		VAZÃO NOS BICOS (LITROS)						
							DOSAGEM Kg/ha	VOLUME CALDA L/ha	PRODUTO (F)	DOSAGEM REAL Kg/L/ha	VOLUME CALDA L/ha (G)	01	02	03	04	MÉDIA (H)	VAZÃO-L/ha (I)	% DE SVIOS (J)
04/dez	2-Tanq.	I3B	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	4,8	0,11	140	2-ForDor	0,110	140,2	0,551	0,549	0,558	0,585	0,5608	140,2	-0,1%
05/dez	2-Tanq.	M3C	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	5	0,11	140	2-ForDor	0,105	134,2	0,545	0,559	0,552	0,581	0,5593	134,2	4,3%
06/dez	2-Tanq.	H6B	1-Conf.	1-Aus.Torrões	1-Adeq.	4,7	0,11	140	2-ForDor	0,112	142,4	0,591	0,54	0,541	0,559	0,5578	142,4	-1,7%
18/dez	2-Tanq.	K7A	1-Conf.	2-Pres.Torrões	1-Adeq.	5,3	0,75	146	1-Solara	0,743796847	144,8	0,63	0,628	0,66	0,64	0,6395	144,8	0,8%
19/dez	2-Tanq.	K7A	1-Conf.	2-Pres.Torrões	1-Adeq.	5,3	0,75	146	1-Solara	0,755136986	147,0	0,64	0,66	0,639	0,658	0,64925	147,0	-0,7%
20/dez	2-Tanq.	R7A	1-Conf.	2-Pres.Torrões	1-Adeq.	5	0,11	146	2-ForDor	0,112471233	149,3	0,623	0,636	0,612	0,617	0,622	149,3	-2,2%

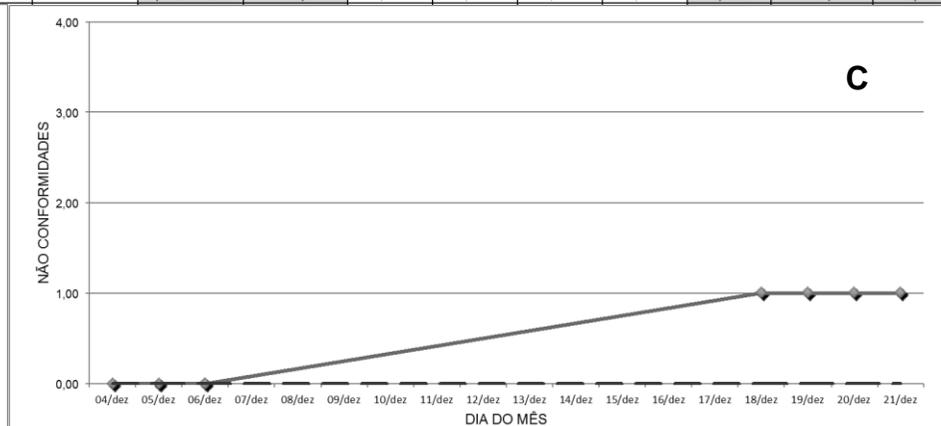
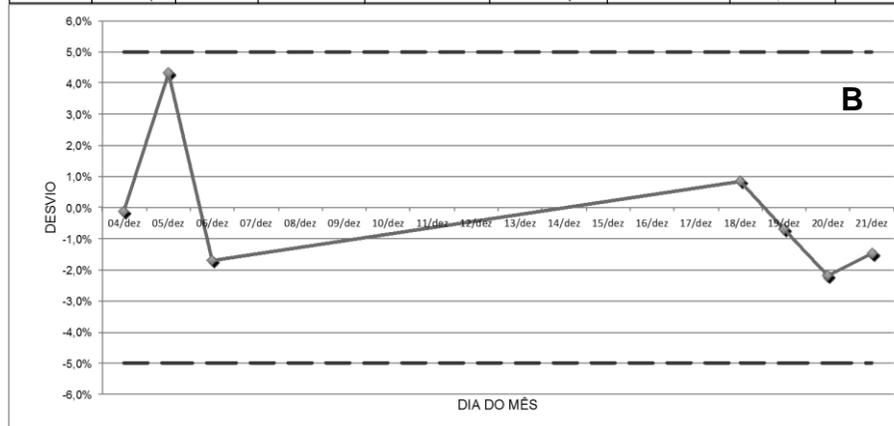


FIGURA 46 – APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PRÉ-EMERGENTE MECANIZADO DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

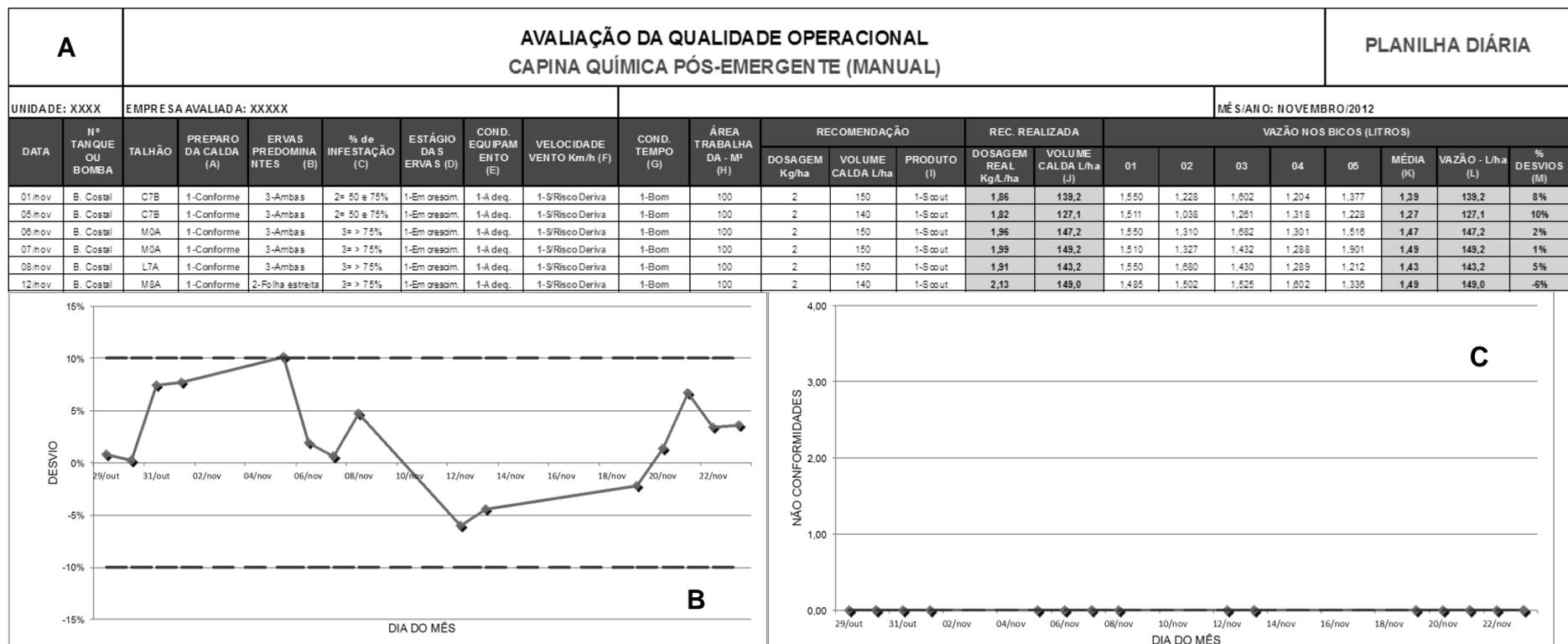


FIGURA 47 – APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PÓS-EMERGENTE MANUAL DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

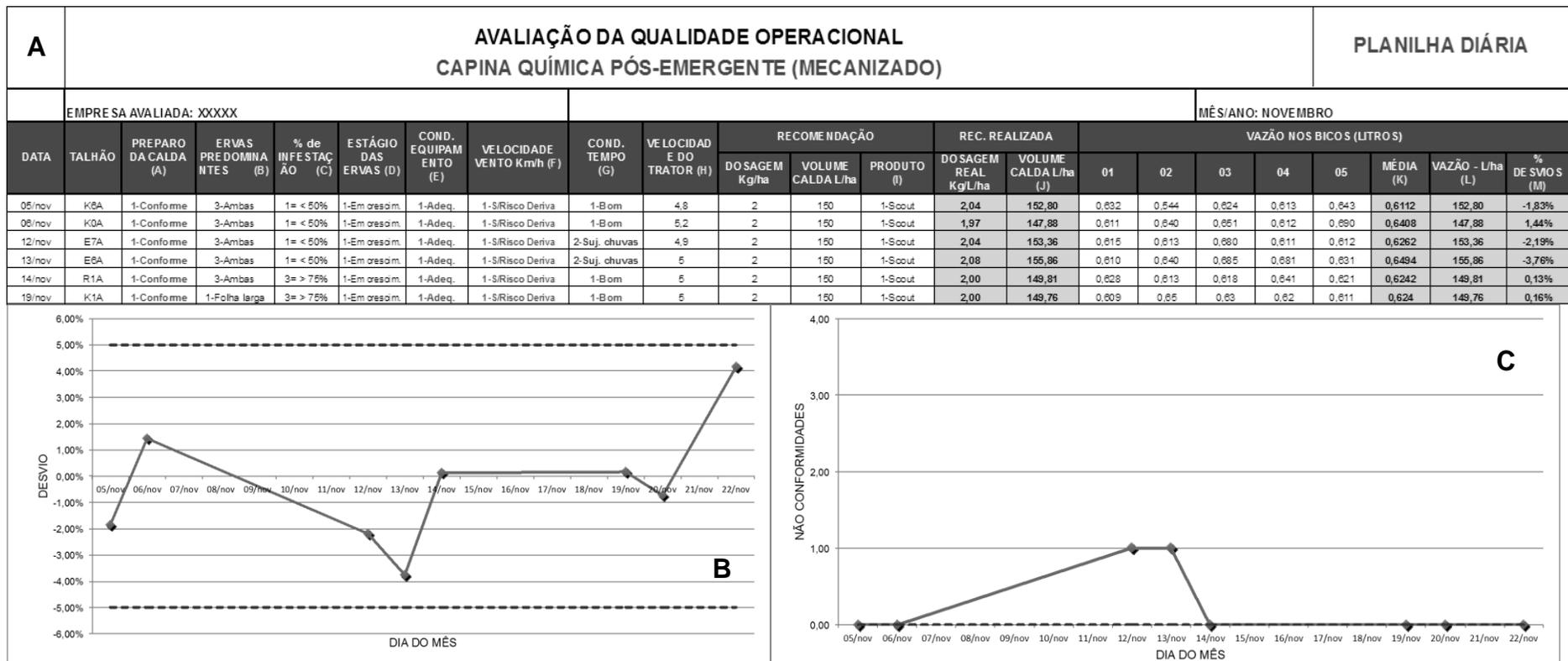


FIGURA 48 – APLICAÇÃO DO SIG PARA CONTROLE PÓS-EMERGENTE MECANIZADO DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NO VOLUME DE CALDA; C – GRÁFICO DE ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES

FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

A	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OPERACIONAL - MONITORAMENTO CAPINA QUÍMICA PÓS-EMERGENTE	Planilha Monitoramento
----------	----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------

UNIDADE: XXXXX		EMPRESA:XXXXX												nov/12												
DATA	TALHÃO	01			02			03			04			05			TOTAL			% DESVIOS			NÍVEL DE CONTROLE MATO-COMPETIÇÃO			
		T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	T	D	M	D	M	Soma	01	02	03	04
09/nov	D4A	20	0	0	20	0	1	20	0	0	19	0	0	20	0	0	99	0	1	0,00%	1,01%	1,01%			X	
25/nov	H8A	19	0	0	20	0	0	20	1	0	19	0	0	20	0	0	98	1	0	1,02%	0,00%	1,02%			X	
26/nov	H9A	18	1	0	20	0	0	19	1	0	20	1	0	20	0	0	97	3	0	3,09%	0,00%	3,09%			X	
27/nov	G5A	20	0	0	20	0	0	19	0	0	20	0	0	20	0	0	99	0	0	0,00%	0,00%	0,00%			X	
28/nov	M0D	20	0	0	20	0	0	19	0	0	20	0	0	20	0	0	99	0	0	0,00%	0,00%	0,00%				X
29/nov	L7A	19	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	20	0	0	99	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	X			

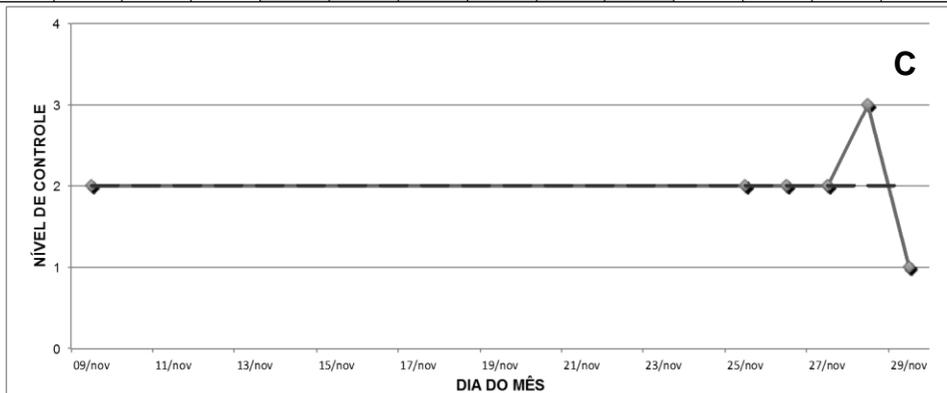
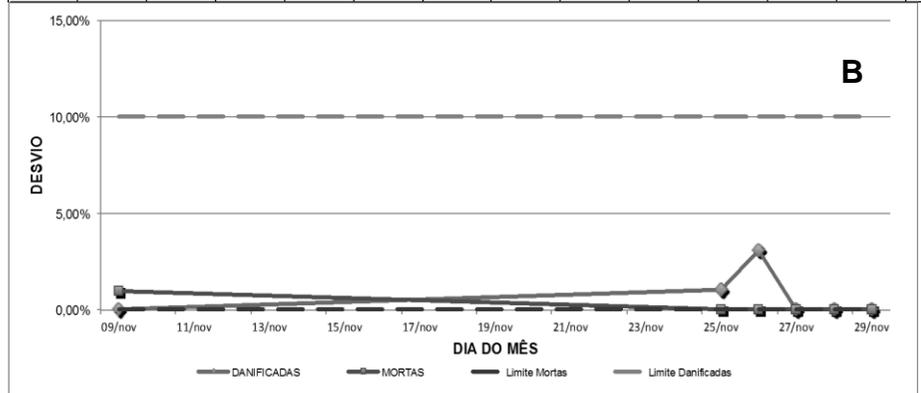


FIGURA 49 – APLICAÇÃO DO SIG PARA MONITORAMENTO DA CONTROLE PÓS-EMERGENTE DE INVASORAS. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS EM MUDAS MORTAS E DANIFICADAS; C – GRÁFICO DO NÍVEL DE MATOCOMPETIÇÃO
 FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

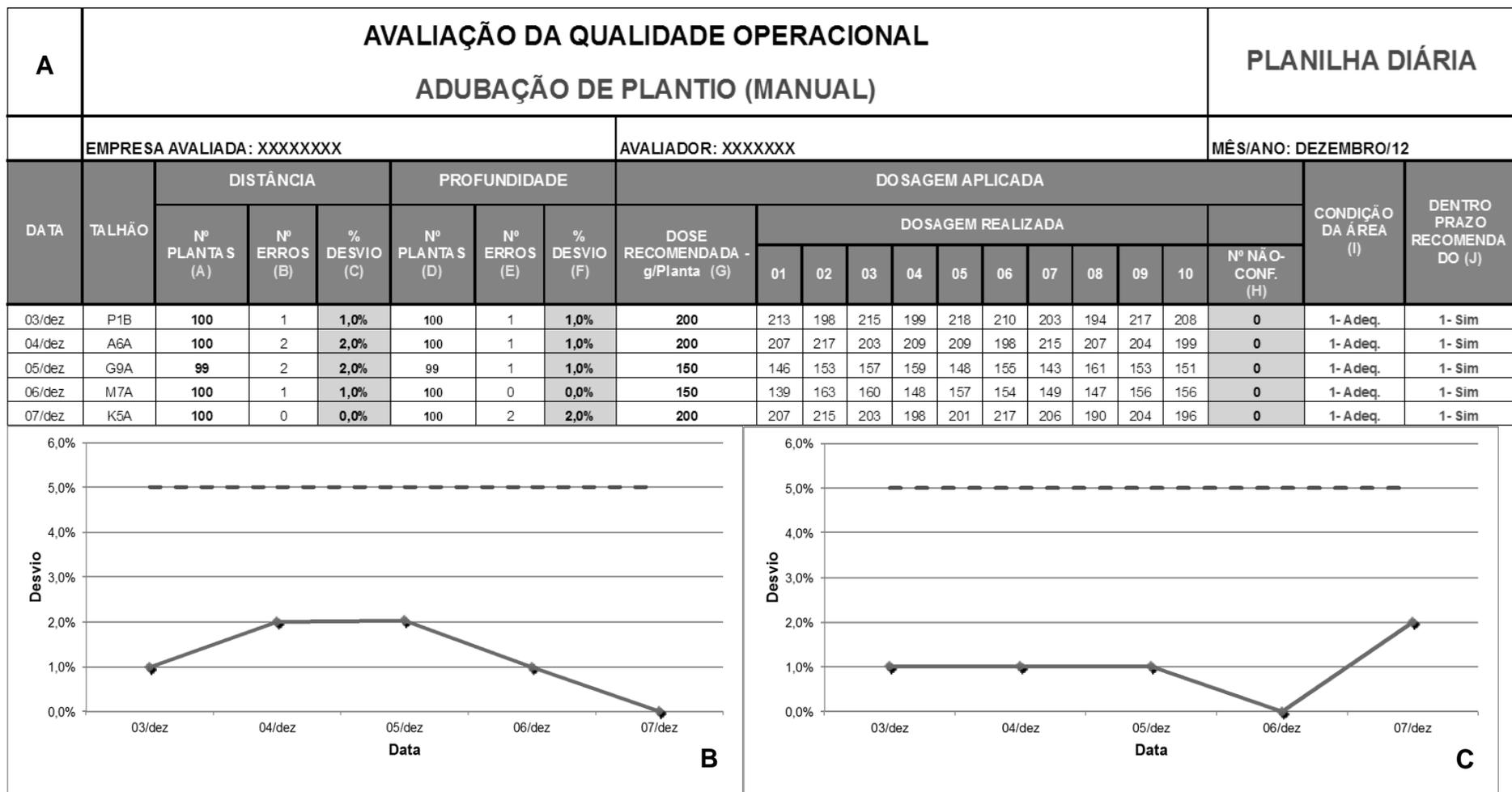


FIGURA 50 – APLICAÇÃO DO SIG PARA ADUBAÇÃO DE BASE. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NA DISTÂNCIA DA COVETA; C – GRÁFICO DE DESVIOS NA PROFUNDIDADE DA COVETA
 FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

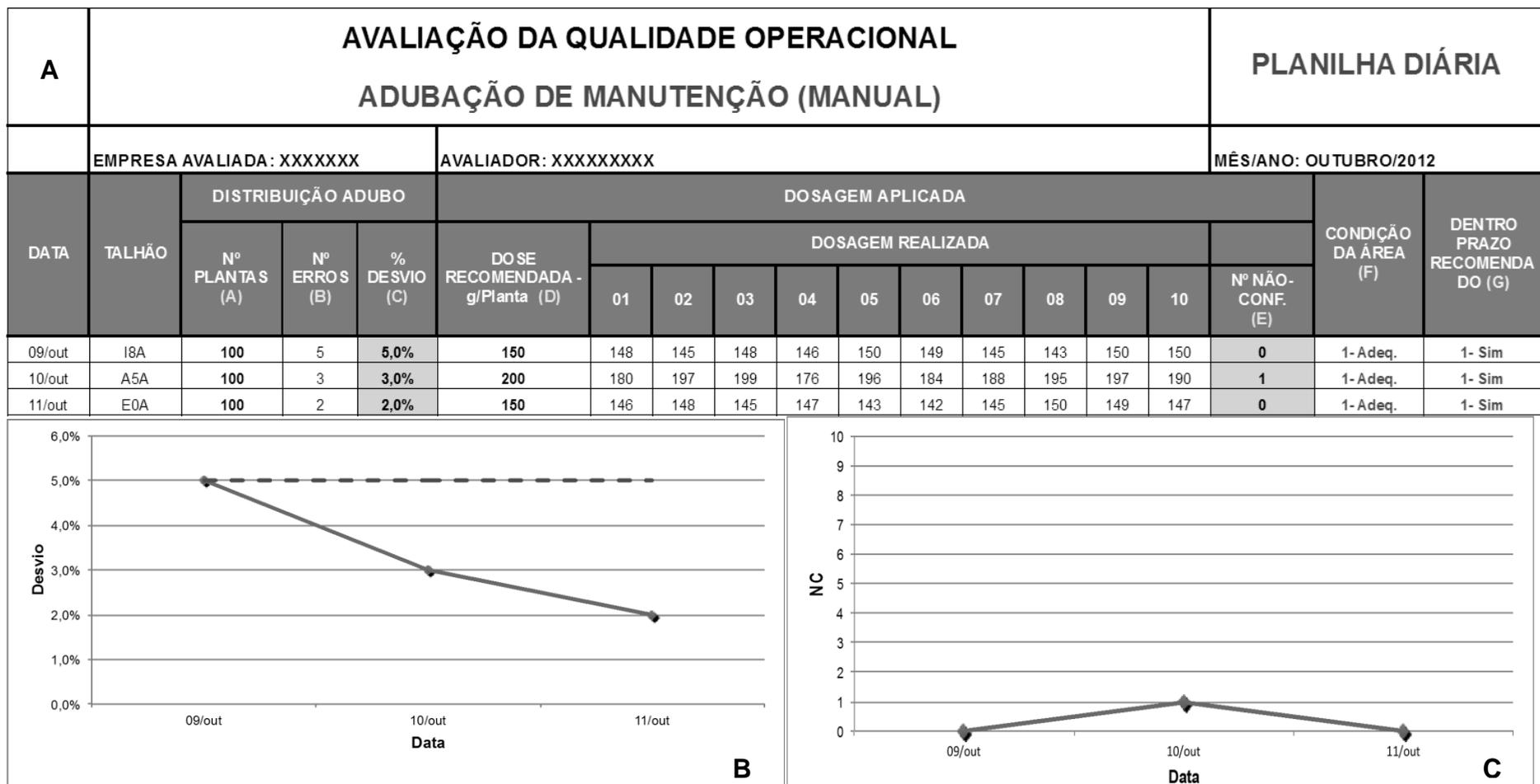


FIGURA 51 – APLICAÇÃO DO SIG PARA ADUBAÇÃO DE COBERTURA. A – PLANILHA; B – GRÁFICO DE DESVIOS NA DISTRIBUIÇÃO DO ADUBO; C – GRÁFICO DE NÃO CONFORMIDADES NA DOSAGEM
 FONTE: Elaborado pela equipe de desenvolvimento do SIG (2013)

Analisando as planilhas desenvolvidas para a operação manual e mecanizada de aplicação de herbicidas pré-emergente (FIGURAS 45 e 46), foi possível identificar a existência de não conformidades nas atividades realizadas pela empresa terceirizada. No entanto, com relação a desvios no volume de calda, os dados mostram que o processo se encontra dentro dos limites especificados pela empresa, porém com tendência a serem positivos, ou seja, o volume de calda realizado ser superior ao recomendado.

Este mesmo padrão foi observado na operação de controle pós-emergente de invasoras, para a atividade realizada de forma mecanizada (FIGURA 48). Já para a aplicação manual de herbicidas (FIGURA 47), apesar da inexistência de não conformidades, a análise dos desvios no volume de calda apresentaram grande variação, atingindo o limite superior de especificação. A planilha de monitoramento (FIGURA 49) apresenta a ocorrência de uma não conformidade relacionada ao nível de matocompetição, indicando a necessidade de retrabalho.

Para a operação de adubação, apesar do baixo número de dados, foi observado apenas uma não conformidade na atividade de manutenção (FIGURA 51), que também mostrou maior desvio com relação à distribuição do adubo. Já para a adubação de base (FIGURA 50), a atividade estava em conformidade com a especificação da empresa.

Com relação aos limites de especificação estipulados pela empresa, estes foram definidos a partir da experiência de colaboradores e de organizações concorrentes, sem que houvesse um estudo detalhado sobre a capacidade do processo silvicultural da empresa. Dessa forma, sugere-se a empresa uma análise mais detalhada de seu processo, com o auxílio de ferramentas da qualidade como o Controle Estatístico do Processo (CEP), para verificação de seus limites de especificação das diferentes atividades.

4.3.2 Generalização do Sistema de Informação Gerencial

Visando a aplicação do sistema em um grande número de organizações inseridas no setor florestal, os indicadores obtidos a partir dos fatores críticos de sucesso para a empresa analisada foram generalizados para desenvolvimento de um SIG. Durante esta etapa, buscou-se converter o conjunto de medidas de

performance em modelo para armazenamento de dados (DER) como base para aplicativo computacional (APÊNDICE B), bem como determinar alguns procedimentos de coleta de dados para alimentação do sistema, que não foram propostos para o processo da empresa analisada.

Dessa maneira, buscou-se novamente um SIG que funcione como banco de dados sobre a qualidade operacional das atividades desenvolvidas pelas empresas e, ao mesmo tempo, permita a identificação de não conformidades no processo silvicultural o mais rápido possível, de forma a permitir a verificação das causas e, quando possível, a solução dos problemas, para que os mesmos erros não sejam cometidos em atividades futuras.

O SIG gerado foi denominado SQF – Sistema de Qualidade Florestal (FIGURA 52), que permite a análise das diferentes operações avaliadas neste estudo, incluindo o preparo de solo, quanto a qualidade na execução. Um esquema da estruturação do sistema é apresentado na FIGURA 53.



SQF SISTEMA DE QUALIDADE FLORESTAL

Planejamento e desenvolvimento:

Philippe Ricardo Casemiro Soares

Erison Castilho

Romano Timofeiczuk Junior

João Carlos Garzel Leodoro da Silva

Marcos Milan

FIGURA 52 – PROTOTIPAÇÃO DA TELA DE ENTRADA PROJETADA PARA O SISTEMA DE QUALIDADE FLORESTAL

FONTE: O autor (2013)

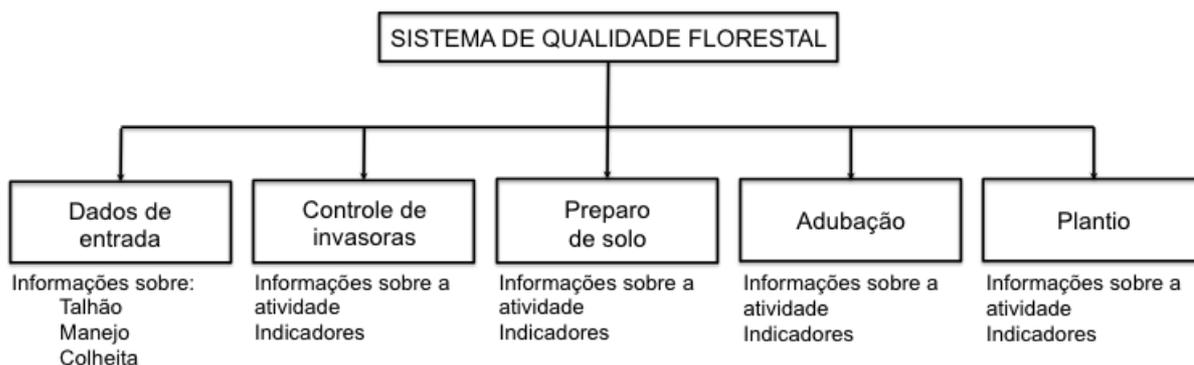


FIGURA 53 – ESTRUTURAÇÃO DO SQF
 FONTE: O autor (2013)

Para o controle da qualidade, a base do banco de dados é o talhão, sendo requisitados alguns dados de entrada (FIGURA 54), relacionados às características do talhão, como área, espécie/procedência/clone cultivado, densidade de árvores, além de atributos do manejo e colheita, como idade de corte (rotação), desbastes e desramas a serem executadas.

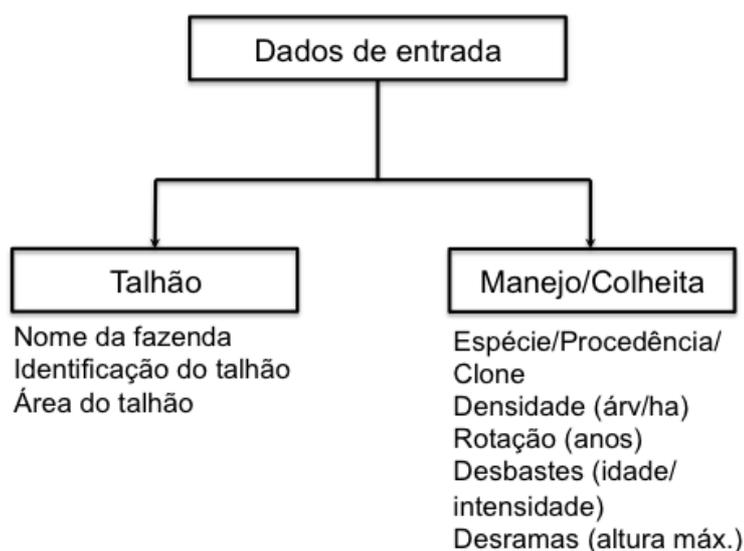


FIGURA 54 - PLANEJAMENTO DOS DADOS DE ENTRADA NO SQF
 FONTE: O autor (2013)

A coleta e armazenamento destes dados têm como objetivo a caracterização da área analisada, permitindo a formação de banco de dados que pode servir como histórico do talhão. Estas informações poderão ser úteis futuramente para a empresa, por permitir o acompanhamento de suas atividades e possibilitar o planejamento das operações.

Na sequência foi planejado o sistema para a coleta de dados e identificação de não conformidades na operação de controle de matocompetição. Neste momento, utilizaram-se todos os indicadores definidos em fases anteriores deste estudo. Esta atividade foi subdividida em pré e pós-emergente, manual ou mecanizada. Como se trata de uma atividade realizada repetidas vezes em todo o processo silvicultural, como verificado nos mapeamentos dos processos para os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, o registro das diferentes execuções foi planejado para este SIG, com o esquema para o armazenamento dos dados apresentado na FIGURA 55.

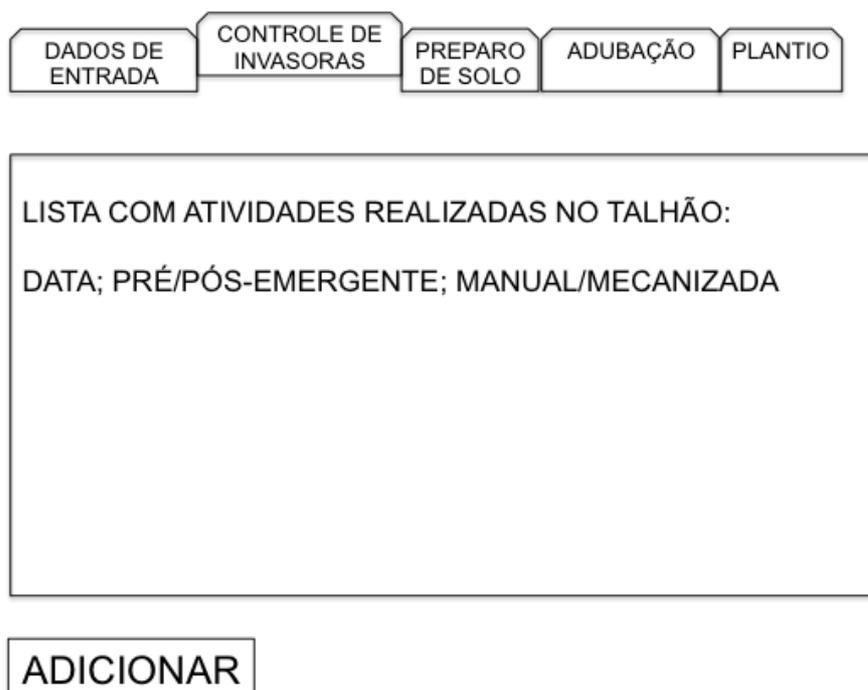


FIGURA 55 – PROTOTIPAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE DADOS DAS DIFERENTES EXECUÇÕES DO CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS
FONTE: O autor (2013)

Observa-se que na página de entrada do aplicativo para o controle da qualidade na operação estarão listadas as diferentes intervenções, identificando a data de execução, o tipo de controle (pré ou pós-emergente) e a indicação de mecanização. Nesta fase é possível adicionar todas as operações de controle realizadas para o talhão em questão. Dentro de cada execução, os indicadores e informações considerados são apresentados no diagrama da FIGURA 56.

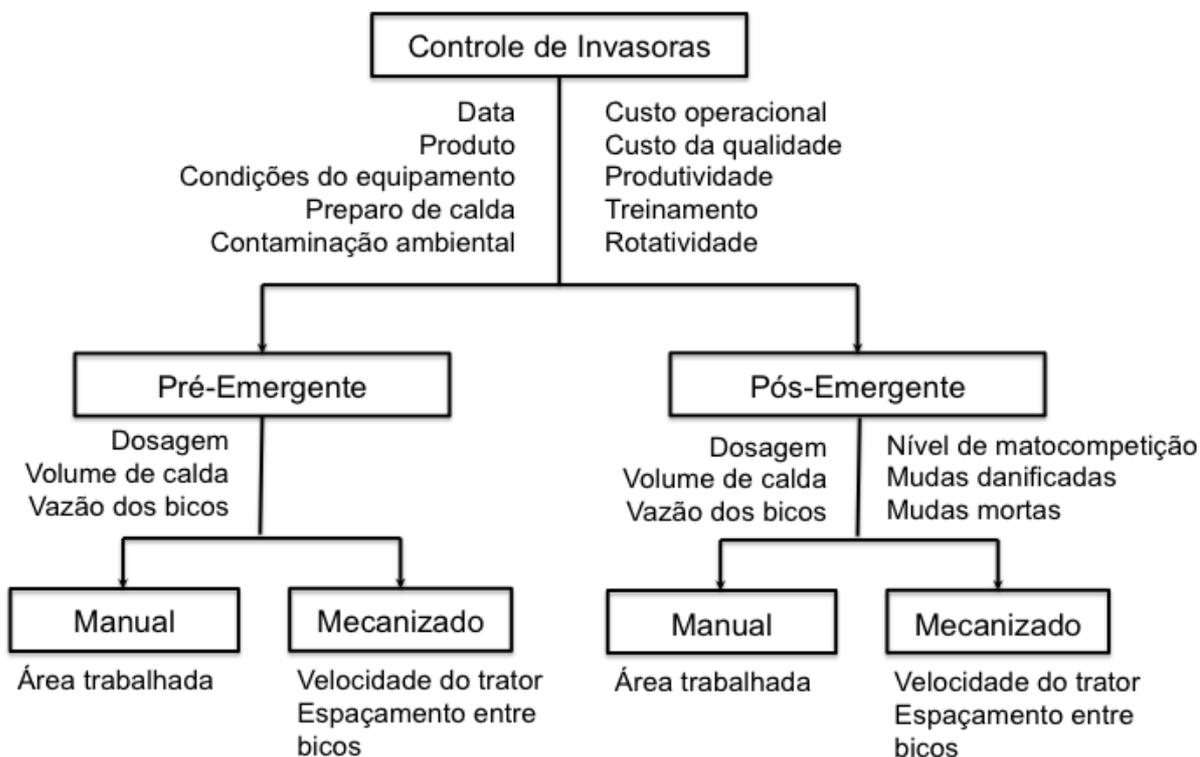


FIGURA 56 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE CONTROLE DE INVASORAS

FONTE: O autor (2013)

Como dados de entrada para registro no sistema foram definidos a data, o produto, o tipo de operação e a mecanização. Os indicadores gerais são aqueles relacionados à conformidade nos equipamentos e preparo de calda. O preparo de calda é verificado pelo cumprimento da sequência de atividades e da observação dos requisitos da matéria-prima descritos nos procedimentos operacionais da empresa. As medidas de desempenho ligadas às perspectivas financeira, aprendizado e crescimento e de não mercado fazem parte deste grupo.

Os ID financeiros determinados anteriormente foram os custos operacionais e o de qualidade. Os custos operacionais devem ser determinados pela empresa, considerando os valores gastos com mão de obra, insumos, máquinas etc. No sistema, os valores projetados e realizados são solicitados como dados de entrada, além do limite aceitável pela organização em termos percentuais. Dessa forma, a determinação pelo SIG de desvios nestes custos é possível, destacando-se uma não conformidade.

Já os custos de qualidade são determinados pelo somatório dos gastos com monitoramento, prevenção e falhas, este relacionado a desperdícios. Tais valores são solicitados como dados de entrada, sendo o custo total com a qualidade

determinado pelo SQF. Neste caso, é evidente que os gastos com falhas ou retrabalho devem ser evitados, sendo que valores diferentes de zero para este indicador mostram que algum fator está afetando a qualidade do processo.

Na perspectiva aprendizado e crescimento, destacam-se as medidas de desempenho produtividade, treinamento e rotatividade, todos fornecidos pela empresa durante a entrada de dados no sistema. O primeiro ID é determinado em Hora-Homem (HH) ou Hora-Máquina (HM) por hectare, respectivamente para operações manuais e mecanizadas, obtidos por meio de estudos de tempo e movimentos, como apresentado por Mialhe (1974) ou Silva *et al.* (2004). A empresa deve sempre buscar melhorias na produtividade, de forma a melhorar a eficiência da operação.

O segundo indicador, treinamento, é mensurado pelo tempo médio que os colaboradores da empresa passam por treinamento para a execução da atividade específica, no caso controle de plantas invasoras. Sua análise não deve ser feita de maneira isolada, mas em conjunto com outros IDs, como produtividade ou não conformidades no geral, permitindo inferir sobre a necessidade do aumento da carga horária da capacitação.

Já a rotatividade é a medida da taxa de substituição de colaboradores, determinada por unidade de tempo (CHIAVENATO, 2008). Esta medida de desempenho pode ser um indicativo de problemas no ambiente organizacional como, por exemplo, a falta de motivação ou até treinamento inadequado. Dessa forma, a organização deve atentar para a altos índices de rotatividade, buscando melhorar tanto o processo quanto o ambiente operacional.

Além destes, as medidas de desempenho dosagem, volume de calda e vazão dos bicos são comuns para as atividades pré e pós-emergente. A dosagem (kg ha^{-1}) é determinada durante o preparo da calda, sendo seu valor comparado com a recomendação para a área. Em casos de desvios superiores ao tolerado pela empresa, o sistema deve alertar sobre não conformidades na atividade.

O indicador vazão dos bicos (L min^{-1}) é determinado para ser utilizado como dado de entrada para a verificação de desvios no volume de calda. Para organizações que poderão utilizar este sistema, é aconselhado seguir os mesmos procedimentos de amostragem descritos anteriormente. Para isso, sugere-se a coleta de cinco amostras, seja para operações manuais ou mecanizadas. A partir destes valores, o SIG calcula a vazão média dos bicos, em litros por minuto.

O volume de calda é determinado em função do indicador anterior, com o sistema apresentando metodologia de cálculo diferenciada para o controle de invasoras realizado de maneira manual ou mecanizada. Ambos os métodos são aqueles apresentados durante a descrição do SIG gerado para a empresa, sendo o volume de calda no manual em função da medida de desempenho área de aplicação, definida pela distância base para a determinação da vazão e a largura do jato, e no mecanizado determinado pelos dados sobre a velocidade do trator e o espaçamento entre bicos.

Após a alimentação do sistema, o volume de calda realizado é calculado pelo SQF a partir das equações 4 e 5 apresentadas anteriormente. Assim pela comparação deste valor com o recomendado e o desvio de tolerância da empresa, identifica-se a ocorrência de não conformidades na atividade de controle de plantas invasoras.

Como monitoramento da floresta para compor a perspectiva dos clientes, foram considerados como indicadores a proporção de plantas danificadas e mortas, além do nível de matocompetição. Para danos às mudas, o sistema compara os valores observados com o tolerado, dado a ser inserido no sistema. Já o nível de matocompetição é avaliado em escala de 1 a 4, conforme critérios definidos para a empresa avaliada, apresentados no QUADRO 5.

Assim, caso seja verificada a presença de mudas mortas ou os demais indicadores acima dos limites pré-determinados pela organização, o Sistema de Qualidade Florestal gera alertas sobre não conformidades no processo, sendo necessárias ações corretivas ou preventivas para os próximos talhões a serem trabalhados.

Além dos IDs definidos, outros podem ser futuramente adicionados ao sistema visando a melhoria contínua. Variáveis como tamanho da gota, distribuição do herbicida na área são aspectos importantes, mas de difícil mensuração, que neste sistema são considerados como parte integrante do indicador condições dos equipamentos. Entretanto, como uma das bases da qualidade é a melhoria contínua (JURAN, 1998) e sendo o monitoramento deste aspecto o objetivo do sistema desenvolvido, é fundamental que ele possa ser continuamente melhorado, adaptando-se às novas necessidades e tecnologias nas diferentes operações silviculturais.

Na sequência do planejamento do SQF, a segunda atividade que integra o sistema de informação gerencial generalizado foi o preparo de solo, operação não relacionada para a elaboração de planilhas desenvolvidas para a empresa analisada. Neste caso, houve a divisão em preparo em sulco, realizado por subsolador, ou cova executada de forma manual ou mecanizada. Os dados e indicadores para esta operação são organizados no diagrama apresentado na FIGURA 57.

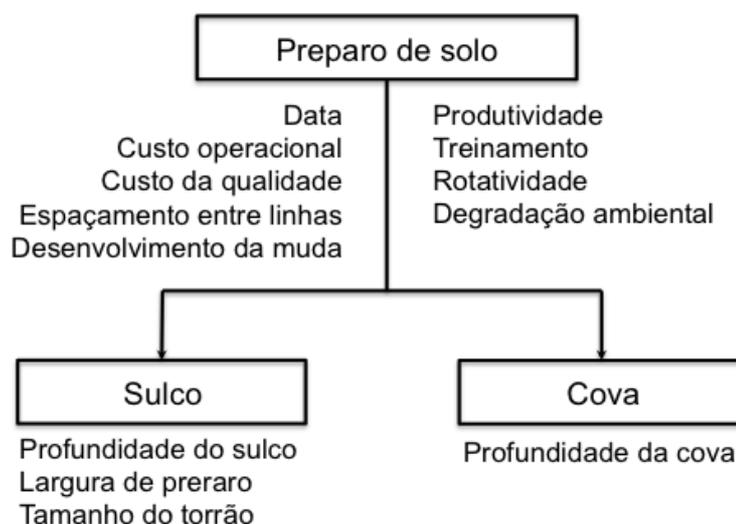


FIGURA 57 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE PREPARO DE SOLO

Fonte: O autor (2013)

Para esta operação, como informações de entrada também são solicitados data de execução, metas e desvios de algumas das medidas de desempenho a serem analisadas. Além disso, alguns dos indicadores são comuns aos apresentados para a atividade de controle de plantas invasoras, como por exemplo os custos, produtividade, treinamento e rotatividade. Sugere-se para a mensuração destes indicadores que sejam seguidos os procedimentos anteriormente descritos, pois o funcionamento do sistema segue o mesmo padrão apresentado.

Outro ID é a análise da degradação ambiental, sendo verificada durante a execução do preparo de solo, algum tipo de não conformidade para inclusão de dados no sistema generalizado. Neste caso, é sugerido atentar para a ocorrência de vazamentos de substâncias químicas em grandes proporções nos equipamentos, quando a operação é mecanizada, além de processos erosivos, verificados posteriormente durante a execução das demais atividades.

Ainda considerando a atividade como um todo, uma medida de desempenho fundamental para o controle da competição intraespecífica é o espaçamento entre linhas. Para a análise da ocorrência de não conformidades, o sistema calcula o desvio entre o espaçamento real e a meta, comparando com o limite de tolerância para o indicador. Neste caso, os procedimentos para a coleta de dados devem ser definidos pela empresa, em função de aspectos do talhão trabalhado, como área, declividade etc. Uma possível metodologia que pode ser adotada é a adaptação daquela apresentada para a determinação da distância média entre mudas, durante a descrição da planilha para monitoramento do plantio para a organização. Entretanto, considera-se neste caso o centro das linhas de plantio como base para a medição, determinando assim o espaçamento médio.

Outro indicador relacionado ao processo interno é a profundidade de preparo, seja do sulco ou da cova. Sugere-se como procedimento operacional a determinação da profundidade média, definido como ponto para medida o centro do sulco ou da cova. Esta coleta pode ser realizada utilizando um bastão como base, com posterior aferição do indicador de desempenho.

Já a largura de preparo é avaliada apenas em operações de subsolagem. Para esta mensuração, é aconselhável a verificação da resistência do solo à penetração para determinação da largura de preparo como a distância entre o centro do sulco e o ponto aumento da resistência superficial do solo, adaptando-se metodologia apresentada por Sasaki, Gonçalves e Bentivenha (2005). Para ambos os IDs, tanto a frequência de amostragem e o tamanho da amostra devem ser definidos em função do tamanho do talhão avaliado. Além disso, esporadicamente trincheiras poderão ser abertas para verificação das medidas.

Também especialmente relacionada à atividade de subsolagem, o tamanho do torrão foi outra medida de desempenho determinada para o processo silvicultural, especificamente a conformidade na uniformidade de seu tamanho, seguindo a ideia apresentada por Milan e Fernandes (2002). Portanto, a avaliação deste indicador é realizada de maneira visual.

Encerrando o planejamento da operação está o monitoramento da perspectiva do cliente, por meio da análise da conformidade no desenvolvimento da muda, de acordo com padrões estabelecidos pela empresa. A fundamentação para a escolha deste fator é relacionada a estudos que comprovam os impactos positivos do preparo de solo no crescimento da muda, principalmente em função da melhoria

das condições para o desenvolvimento radicular. Muitos deste estudos são apresentados por Sasaki, Bentivenha e Gonçalves (2002), destacando-se também os trabalhos de Baptista e Levien (2010) e Prevedello *et al.* (2013).

A terceira atividade que integra o sistema de monitoramento da qualidade do processo da empresa é a adubação. Neste caso, os indicadores foram alocados de acordo com a forma de aplicação, que pode ser no sulco de plantio, em covetas laterais e na projeção da copa, sendo as duas primeiras comuns para a adubação de base e a última para a de cobertura (BENEDETTI; GONÇALVES; FESSEL, 2000).

Como para a operação de controle de invasoras, que ocorre múltiplas vezes durante uma rotação, o sistema foi projetado para armazenamento das diferentes execuções. Neste caso, o registro no banco de dados será realizado pela data, tipo de adubação e forma de aplicação, conforme ilustrado na FIGURA 58.

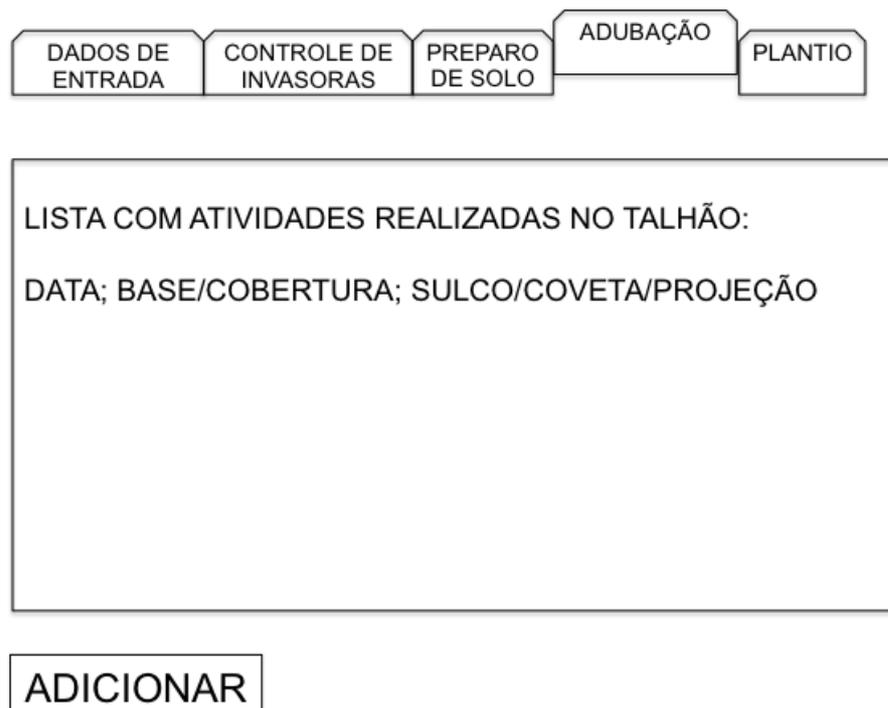


FIGURA 58 – PROTOTIPAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE DADOS DAS DIFERENTES EXECUÇÕES DA ADUBAÇÃO

FONTE: O autor (2013)

A organização dos indicadores para esta atividade, em função da forma de aplicação, é apresentada na FIGURA 59. Muitos desses indicadores já foram apresentados para as demais atividades, sendo sugeridos os mesmos procedimentos anteriormente descritos para a coleta de dados e alimentação do

sistema, como para as medidas relacionadas às perspectivas financeira e aprendizado e crescimento. Além disso, a degradação ambiental também é avaliada, considerando como base os efeitos gerados pela lixiviação de nutrientes.



FIGURA 59 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE ADUBAÇÃO

FONTE: O autor (2013)

O cumprimento dos prazos faz parte do grupo de IDs qualitativos e, portanto, deve ser avaliado quanto a conformidade. Este fator está diretamente ligado à disponibilização de nutrientes para a planta no momento necessário. Para sua avaliação, é necessária a definição pela empresa de padrões, que devem ser registrados e comunicados aos colaboradores ou terceiros, com o posterior monitoramento destes indicadores.

Já no grupo das medidas quantitativas gerais está a dosagem. Neste caso, deve ser informado ao sistema a recomendação e o limite de tolerância da empresa. Após a avaliação da dosagem realizada, por método a ser definido pela empresa, o SQF determina o desvio e identifica a ocorrência de não conformidades, processo semelhante ao apresentado para a operação de controle de invasoras.

Os indicadores específicos para cada operação estão relacionados ao local de disponibilização dos nutrientes à planta. Quando se trabalha com a adubação em sulcos ou na projeção da copa, Gonçalves (1995) sugere a aplicação em filetes contínuos, entretanto, para Benedetti, Gonçalves e Fessel (2000), estes filetes também podem ser intermitentes. Portanto, dessa forma a avaliação da distribuição do adubo deve ser feita de maneira qualitativa, observando-se as não conformidades, que servirão como dados de entrada no sistema. Porém, para esta análise é importante que a empresa considere um desvio aceitável para

comparação, uma vez que existe uma variabilidade natural em todo o processo, denominada variação aleatória (TRINDADE *et al.*, 2007).

Já para a aplicação em coveta lateral, são avaliadas de maneira quantitativa as medidas de desempenho profundidade e distância da muda. Nesta análise, a empresa usuária do sistema também deve informar metas e desvios, permitindo a identificação de erros na operação. Como valores base, a empresa pode considerar a sugestão de Silva, Castro e Xavier (2008), em que o intervalo de variação para os dois indicadores é entre 10 e 15 centímetros. Estão dentro deste intervalo os valores apresentados por Silva e Angeli (2006), que consideram como meta 10 cm para a distância e até 15 cm para a profundidade.

A última operação que integra o Sistema de Qualidade Florestal é o plantio. Neste caso, não houve divisão da atividade, portanto os indicadores independem de sua forma de realização. Os IDs e informações requeridos pelo sistema são apresentados na FIGURA 60. Como dados de entrada são solicitados a data do plantio e o número de árvores por hectare, além de metas, como por exemplo da sobrevivência mínima esperada.

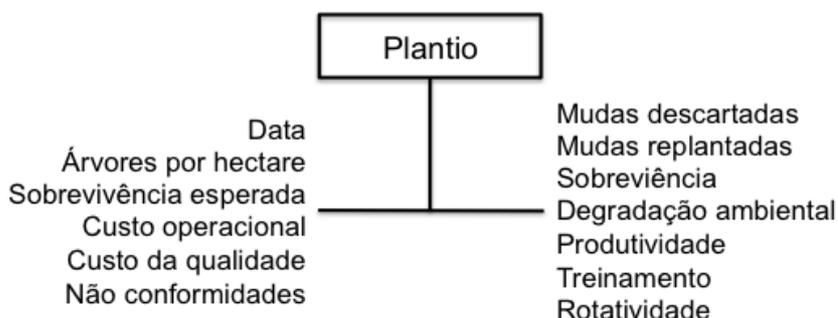


FIGURA 60 - DADOS E INDICADORES REQUERIDOS PELO SQF PARA A ATIVIDADE DE PLANTIO

FONTE: O autor (2013)

Muitos dos indicadores projetados foram descritos para as demais operações, sendo aconselhado seguir os mesmos procedimentos para a coleta de dados. Destaca-se como ID para esta atividade a avaliação qualitativa de não conformidades no plantio. Esta análise tem como base a verificação de desvios nos padrões estabelecidos pela empresa e deve ser realizada a partir de amostras, com tamanho e frequência definidos em função da área do talhão, sendo avaliado a proporção de erros, como aqueles considerados durante a elaboração da planilha para a organização estudada, que deve ser comparado a um limite de tolerância.

Fechando o sistema, a sobrevivência é outra medida importante que impacta diretamente nos custos operacionais e na rentabilidade da empresa. A entrada deste dado no sistema permite a determinação de não conformidades, quando comparado a um valor mínimo esperado. Assim, o SQF determina a sobrevivência das mudas a partir dos dados de indivíduos plantados e replantados por hectare.

Já o modelo multidimensional é apresentado na FIGURA 61. Ele apresenta a forma como os relatórios são gerados, de forma a fornecer informações estratégicas para a tomada de decisão pelas empresas do setor florestal, portanto para a criação de um *Business Intelligence* - BI.

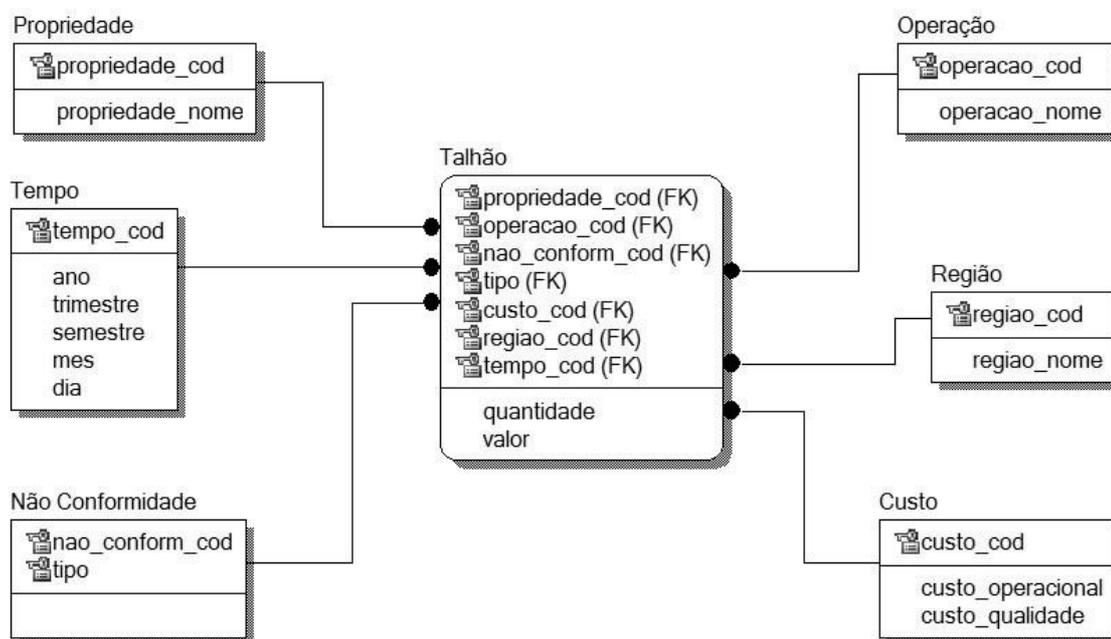


FIGURA 61 – MODELO MULTIDIMENSIONAL DO SIG PARA QUALIDADE FLORESTAL
 FONTE: O autor (2013)

Tais informações estão relacionadas à quantidade de talhões por propriedade e região, custos operacional e de qualidade por talhão, forma de execução mais utilizada (manual ou mecanizada), quantidade de não conformidades por talhão e região, entre outras. Estas informações, obtidas em determinado período de tempo, darão suporte à tomada de decisão pelos diretores das empresas que adotarem o aplicativo.

No entanto, é importante salientar que, para a implementação de um BI, as informações do banco de dados da empresa devem ser confiáveis, integras,

disponíveis e corretas. Assim é importante um período de adaptação na alimentação do banco de dados de maneira correta, para que a organização atinja a maturidade necessária para implementar o *Business Intelligence*.

A partir do modelo resultante desta etapa, é possível a prototipação e posterior desenvolvimento do *software*, utilizando qualquer linguagem de programação, tal como Java, Python ou outra que seja empregada como padrão pelo setor de Tecnologia da Informação das diferentes empresas florestais que demonstrem interesse no Sistema de Qualidade Florestal.

É importante salientar que, na adoção deste sistema por diferentes empresas do setor florestal, é fundamental a definição de procedimentos operacionais para a execução das atividades a serem avaliadas, bem como para a coleta de dados. Além disso, os colaboradores responsáveis pela alimentação do SIG devem passar por treinamento sobre o funcionamento e a operação do aplicativo computacional a ser gerado.

4.4 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

Como principal limitação, esta pesquisa focou no processo de uma empresa florestal e, na sequência, buscou generalizar os resultados apresentados. Dessa forma, é possível que alguns dos indicadores definidos não sejam relevantes para outras organizações, que possa estar demandando informações adicionais. Assim, o sistema foi desenvolvido de forma que possa ser adaptado às necessidades dos possíveis interessados, cujos processos devem ser cuidadosamente avaliados para facilitar esta adaptação.

Além disso, muitas operações importantes como o controle de formigas e a colheita não foram consideradas em função do tempo para a realização da pesquisa e o desenvolvimento do SQF. Portanto, visando a melhoria do produto final, a madeira, é importante a continuidade da pesquisa, definindo indicadores para as demais atividades desenvolvidas em florestas plantadas, resultando em um sistema mais eficiente pela sua maior abrangência. Entretanto, deve-se atentar para o número de medidas de desempenho, pois seu monitoramento contribui para aumento dos custos da empresa.

Ainda sobre o desenvolvimento dos indicadores, utilizou-se uma adaptação de metodologias reconhecidas dentro do tema qualidade e planejamento estratégico

de empresas. Dessa maneira, futuros estudos que possam utilizar tais metodologias devem antes observar a possibilidade de sua aplicação ou adaptação para alcançar os objetivos pretendidos.

Por fim, sugere-se às organizações atuantes nos demais segmentos do setor florestal maior atenção à qualidade do processo. Para isso, é necessário a adoção e adaptação de ferramentas ou metodologias da qualidade, além de maior rigor no monitoramento de suas atividades, que pode ser realizado com o auxílio de sistemas de informações gerenciais semelhantes ao desenvolvido nesta pesquisa, considerando as necessidades das empresas.

5 CONCLUSÕES

O sistema de informação gerencial permitiu o desenvolvimento de conjunto de medidas de desempenho que possibilita o monitoramento da qualidade de algumas operações florestais, facilitando a identificação de não conformidades e auxiliando na tomada de decisão.

Com relação à empresa avaliada, seu processo silvicultural é composto por sequência de atividades comum para as áreas plantadas com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. No entanto, a baixa qualidade na execução das diferentes operações por empresas terceiras foi observada, em função da inexistência de procedimentos operacionais e do baixo nível de controle da qualidade.

Para as operações avaliadas, 34 indicadores de desempenho foram definidos visando o monitoramento da qualidade. Dentre as medidas críticas, destacaram-se os custos da qualidade e operacional, desenvolvimento das mudas e treinamentos. A maior importância indica que a empresa analisada deve atentar mais para estes IDs, que apresentaram alta correlação com os fatores críticos de sucesso e os demais indicadores.

Na definição do sistema de indicadores, obteve-se resultados satisfatórios com a adaptação da ferramenta QFD. A prática de englobar diferentes perspectivas também se mostrou importante para o desenvolvimento do SIG, pois faz com que este sistema não foque apenas em aspectos financeiros e do processo produtivo, se preocupando também com as necessidades dos clientes e os recursos humanos da organização. Dessa forma, o SIG fornecerá uma maior quantidade de informações que serão úteis como suporte à tomada de decisão.

Ainda sobre o sistema, sua generalização permitiu o planejamento de um banco de dados que possibilitará sua programação de forma a se adaptar às necessidades das empresas. Assim, a adoção do SQF ou outras ferramentas para controle da qualidade por empresas do setor florestal é aconselhada, visando a melhoria no processo, além de um produto final com maior qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.S. QFD – desdobramento da função qualidade – estruturando a satisfação do cliente. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 47-55, abr./jun.1997.
- ADIANO, C.; ROTH, A.V. Beyond the house of quality: dynamic QFD. **Benchmarking for Quality Management and Technology**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 25-37, 1994.
- AHN, H. Applying the Balanced Scorecard concept: an experience report. **Long Range Planning**, Oxford-UK, v. 34, n. 4, p. 441-461, Aug. 2001.
- AIDEMARK, L.G. The meaning of the balanced scorecards in the health care organization. **Financial Accountability & Management**, Oxford-UK, v. 17, n. 1, p. 23-40, Feb. 2001.
- AKAMAVI, R.K. Re-engineering service quality process mapping: e-banking process. **International Journal of Bank Marketing**, Bradford, v. 23, n. 1, p. 28-53, 2005.
- AKAO, Y.; MAZUR, G.H. The leading edge in QFD: past, present and future. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford-UK, v. 20, n. 1, p. 20-35, 2003.
- ALDOWAISAN, T.A.; GAAFAR, L.K. Business process reengineering: an approach for process mapping. **Omega – The International Journal of Management Science**, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 515-524, 1999.
- ALMEIDA, D.A. *et al.* Gestão do conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. **Produção**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 171-188, jan./abr. 2006.
- ALVARENGA NETO, C.A. **Proposta de modelo de mapeamento e gestão por macroprocessos**. 2004. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- APARÍCIO, P.S. *et al.* Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 20, n. 3, p. 381-390, jul./set. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – BRACELPA. **Balança comercial do setor** – Setembro de 2013. 2013a. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/RM39BalancaComercial53-Setembro2013.pdf>>. Acesso em: 23/10/2013.

_____. **Conjuntura econômica** – Setembro de 2013. 2013b. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-058.pdf>>. Acesso em: 23/10/2013.

_____. **Dados do setor** – Setembro de 2013. 2013c. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>. Acesso em: 24/10/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013**: Ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013.

BAPTISTA, J. LEVIEN, R. Método de preparo de solo e sua influência na erosão hídrica e no acúmulo de biomassa da parte aérea de *Eucalyptus saligna* em um cambissolo háplico da depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 567-575, jul./ago. 2010.

BEHR, A.; MORO, E.L.S.; ESTABEL, L.B. Gestão da biblioteca escolar: enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, maio/ago. 2008.

BENEDETTI, V.; GONÇALVES, J.L.M.; FESSEL, V.A.G. Mecanização da fertilização florestal. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba-SP: IPEF, 2000. p. 415-427.

BERTOL, O.J. *et al.* Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 781-792, jul./ago. 2007.

BERTOL, O.J. *et al.* Perda de nutrientes via escoamento superficial no sistema plantio direto sob adubação mineral e orgânica. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 11, p. 1914-1920, nov. 2011.

BEVILACQUA, M.; CIARAPICA, F.E.; MARCHETTI, B. Development and test of a new fuzzy-QFD approach for characterizing customers rating of extra virgin olive oil. **Food Quality and Preference**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 75-84, Apr. 2012.

BONDUELLE, G.M. Aplicação do planejamento de experimentos no controle da fabricação de chapas de fibras de madeira. **Cerne**, Lavras-MG, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2000.

BONILLA, J.A. **Qualidade total na agricultura: fundamentos e aplicações**. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total na Agricultura, 1994.

BOUCHEREAU, V.; ROWLANDS, H. Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). **Benchmarking: An International Journal**, [S.l.], v. 7, n. 1, p.8-20, 2000.

BREWER, B.C.; SPEH, T.W. Using the balanced scorecard to measure supply chain performance. **Journal of Business Logistics**, Oak Brook-USA, v. 21, n. 1, p. 75-93, Aug. 2000.

BUTLER, J.B.; HENDERSON, S.C.; RAIBORN, C. Sustainability and the Balanced Scorecard: integrating green measures into business reporting. **Management Accounting Quarterly**, Montvale-USA, v. 12, n. 2, p. 1-10, Winter 2011.

BÜYÜKÖZKAN, G.; ÇIFÇI, G. An integrated QFD framework with multiple formatted and incomplete preferences: A sustainable supply chain application. **Applied Soft Computing**, [S.l.], v. 13, n. 9, p. 3931-3941, Sept. 2013.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Nova Lima-MG: INDG, 2004.

CARNEVALLI, J.A.; MIGUEL, P.A.C. Revisão, análise e classificação de literatura sobre o QFD – tipos de pesquisa, dificuldades de uso e benefícios do método. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 14, n. 3, p. 557-579, set./dez. 2007.

CARNEVALLI, J.A.; SASSI, A.C.; MIGUEL, P.A.C. Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 11, n. 1, p. 33-49, jan./abr. 2004.

CARVALHO, M.M. de. Histórico da gestão da qualidade. In: CARVALHO, M.M. de; PALADINI, E.P. (Coord.). **Gestão da qualidade**: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p. 1-24.

CERETTA, C.A.; SILVA, L.S. da; PAVINATO, A. Manejo da adubação. In: NOVAIS, R.F. *et al.* (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 851-872.

CHEN, L.H.; WENG, M.C. An evaluation approach to engineering design in QFD processes using fuzzy goal programming models. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 172, n. 1, p. 230-248, July 2006.

CHEN, L.H.; KO, W.C. Fuzzy linear programming models for new product design using QFD with FMEA. **Applied Mathematical Modelling**, New York, v. 33, n. 2, p. 633-647, Feb. 2009.

CHENG, L.C. *et al.* **QFD**: Planejamento da qualidade. Belo Horizonte: UFMG, Fundação Christiano Ottoni, 1995.

CHENG, L.C. QFD em desenvolvimento de produto: características metodológicas e um guia para intervenção. **Produção Online**, Florianópolis, v. 3, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/627/665>>. Acesso em: 7/11/2013.

CHENG, L.C.; MELO FILHO, L.D.R. de. **QFD**: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Bluncher, 2010.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**. 3. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

CHRISTINO, E.M.; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. Aplicação de cartas de controle no processo de fabricação de pisos sólidos de tauari (*Couratari oblongifolia*). **Cerne**, Lavras-MG, v. 16, n. 3, p. 299-304, jul./set. 2010.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 743-753, jul./ago. 2003.

COLETTI, J.; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com o uso de ferramentas de controle da qualidade. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 135-140, mar. 2010.

COLLEDANI, M.; TOLIO, T. Impact of quality control on production system performance. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, Paris, v. 55, n. 1, p. 453-456, 2006.

_____. Performance evaluation of production systems monitored by statistical process control and off-line inspections. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 120, n. 2, p. 348-367, Aug. 2009.

COLLIER, D.A. A service quality process map for credit card processing. **Decision Sciences**, Atlanta, v. 22, n. 2, p. 406-420, Mar. 2007.

CORBETT, C.J.; MONTES-SANCHO, M.J.; KIRSCH, D.A. The financial impact of ISO 9000 certification in the United States: an empirical analysis. **Management Science**, Linthicum-USA, v. 51, n. 7, p. 1046-1059, July 2005.

CORREDOR, P.; GOÑI, S. TQM and performance: is the relationship so obvious? **Journal of Business Research**, New York, v. 64, n. 8, p. 830-838, Aug. 2011.

CREPALDI, S.A. **Contabilidade rural**: uma abordagem decisória. 2. ed. rev. atual. e amp. São Paulo: Atlas, 1998.

DATE, C.J. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DAVIS, S.; ALBRIGHT, T. An investigation of the effect of Balanced Scorecard implementation on financial performance. **Management Accounting Research**, London, v. 15, n. 2, p. 135-153, June 2004.

DIAS JUNIOR, F.J. *et al.* Desdobramento da função qualidade (QFD) no desenvolvimento de projeto de treinamento: estudo exploratório para serviço. **Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/744/872>>. Acesso em: 7/11/2013.

DOOLIN, B. Power and resistance in the implementation of a medical management information system. **Information System Journal**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 343-362, Oct. 2004.

ELIJIDO-TEN, E. The impact of sustainability and Balanced Scorecard disclosures on market performance: evidence from Australia's top 100. **Journal of Applied Management Accounting Research**, Caulfield-AUS, v. 9, n. 1, p. 59-74, 2011.

EPSTEIN, M.; MANZONI, J.F. Implementing corporate strategy: from tableaux de bord to balanced scorecards. **European Management Journal**, Oxford-UK, v. 16, n. 2, p. 190-203, Apr. 1998.

FENG, M.; TERZIOVSKI, M.; SAMSON, D. Relationship of ISO 9001:2000 quality system certification with operational and business performance: a survey in Australia and New Zealand-based manufacturing and service companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bradford-UK, v. 19, n. 1, p. 23-37, 2008.

FERREIRA, J.J.A. Modelos normalizados de sistemas de gestão – conceitos e certificação : ISO 9001; ISO 14001 e TS 16949. In: CARVALHO, M.M. de; PALADINI, E.P. (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p. 153-186.

FIGGE, F. *et al.* The sustainability balanced scorecard: linking sustainability management to business strategy. **Business Strategy and the Environment**, New York, v. 11, n. 5, p. 269-284, Sept./Oct. 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Global forest resources assessments 2010 – Main Report**. Rome: FAO, 2010.

_____. **State of world's forests**. Rome: FAO, 2012.

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

GALGANO, A. Quality: mind and heart in the organization. **Total Quality Management**, Abingdon-UK, v. 13, n. 8, p. 1107-1113, 2002.

GARG, R.K. Forest management information system in the state of Uttar Pradesh, India. **International Forestry Review**, Oxford-UK, v. 4, n. 3, p. 206-213, Sept. 2002.

GARG, R.K.; GERA, M.; DAS, J.K. A variable-based approach design, development, implementation and institutionalization of information systems in the forest sector. **Forestry**, Oxford-UK, v. 79, n. 5, p. 515-533, 2006.

GATES, S.; GERMAIN, C. Integrating sustainability measures into Strategic Performance Measurement Systems: an empirical study. **Management Accounting Quarterly**, Montvale-USA, v. 11, n. 3, p. 1-7, Spring 2010.

GODOY, L.P. *et al.* Melhoria contínua dos processos e combate ao desperdício através da ferramenta QFD: o caso da metalúrgica. **Produção Online**, Florianópolis, v. 13, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/974/1006>>. Acesso em: 7/11/2013.

GONÇALVES, J.L.M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas para a Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba-SP, n. 15, p. 1-23, 1995.

GONÇALVES, J.L.M. *et al.* Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Ed.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba-SP: IPEF, 2002. p. 131-204.

GORDON, S.R.; GORDON, J.R. **Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GOVERS, C.P.M. What and how about quality function deployment (QFD). **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 46-47, p. 575-585, Dec. 1996.

_____. QFD not just a tool but a way of quality management. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 2, p. 151-159, Jan. 2001.

GRAÇA, L.R.; RODIGHERI, H.R.; CONTO, A.J. de. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2000.

GREASLEY, A. Using process mapping and business process simulation to support a process-based approach to change in a public sector organization. **Technovation**, Essex-UK, v. 26, n. 1, p. 95-103, 2006.

GRYNA, F.M. Quality and Costs. In: JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran's quality Handbook**. New York: McGraw Hill, 1998. p. 8.1-8.26.

GUIMARÃES, E.M.P.; ÉVORA, Y.D.M. Sistema de informação: instrumento para tomada de decisões no exercício da gerência. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 72-80, jan./abr. 2004.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E.W.T. Information systems in supply chain integration and management. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 159, n. 2, p. 269-295, Dec. 2004.

GWIAZDA, A. Quality tools in a process of technical project management. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, Gliwice-POL, v. 18, n. 1-2, p. 439-442, Sept./Oct. 2006.

HERAS, I.; DICK, G.P.M.; CASADESÚS, M. ISO 9000 registration's impact on sales and profitability: a longitudinal analysis of performance of before and after accreditation. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford-UK, v. 19, n. 6, p. 774-791, 2002.

HIKAGE, O.K.; SPINOLA, M.M.; LAURINDO, F.J.B. Software de balanced scorecard: proposta de um roteiro de implementação. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 140-160, abr. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2012**. v. 27. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION – ITTO. **Annual review and assessment of the world timber situation 2012**. Yokohama-JAP: ITTO, 2012.

JACOVINE, L.A.G. *et al.* Descrição e uso de uma metodologia para avaliação dos custos de qualidade na colheita florestal semimecanizada. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 9, n. 1, p. 143-160, 1999.

JACOVINE, L.A.G. *et al.* Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 391-400, maio/jun. 2005.

JACOVINE, L.A.G.; TRINDADE, C. Qualidade total na atividade de colheita florestal. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2008. p. 352-387.

JURAN, J.M. How to think about quality. In: JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran's quality Handbook**. New York: McGraw Hill, 1998. p. 2.1-2.18.

_____. The quality improvement process. In: JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran's quality Handbook**. New York: McGraw Hill, 1998. p. 5.1-5.73.

KAHRAMAN, C; ERTAY, T.; BÜIÜKÖZKAN, G. A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 171, n. 2, p. 390-411, June 2006.

KANKAANHUHTA, V.; SAKSA, T.; SMOLANDER, H. The effect of quality management on forest regeneration activities in privately-owned forests in Southern Finland. **Silva Fennica**, Vantaa–FIN, v. 44, n. 2, p. 341-361, 2010.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. The balanced scorecard – measures that drive performance. **Harvard Business Review**, Boston, p. 69-79, Jan./Feb. 1992.

_____. Linking the Balanced Scorecard to strategy. **Harvard California Management Review**, Boston, v. 39, n. 1, p. 53-79, Fall 1996a.

_____. **The Balanced Scorecard**: translating strategy into action. Boston: Harvard Business School Press, 1996b.

_____. **Organização orientada para a estratégia**: como as empresas que adotam o Balanced Scorecard prosperam no novo ambiente de negócios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000. 411 p.

KASURINEN, T. Exploring management accounting change: the case of balanced scorecard implementation. **Management Accounting Research**, London, v. 13, n. 3, p. 323-343, Sept. 2002.

KAYNAK, H. The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. **Journal of Operations Management**, Indiana, v. 21, n. 4, p. 405-435, July 2003.

KLABIN. Disponível em: <<http://www.klabin.com.br/pt-br/a-klabin/unidades-escriptorios/detalhes/52>>. Acesso em: 5/10/2013.

KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de Marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

KOZAK, R.A.; MANESS, T.C. Quality assurance for value-added wood producers in British Columbia. **Forest Products Journal**, Peachtree Corners-USA, v. 51, n. 6, p. 1-9, June 2001.

KUFELNICKI, A.; LIS, S.; MEINRATH, G. Application of cause-and-effect diagrams to potentiometric titration. **Analytical & Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg-GER, v. 382, n. 7, p. 1652-1661, Aug. 2005.

LEE, A.H.I.; WEN-CHIN, C.; CHING-JAN, C. A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. **Experts Systems with Applications**, [S.l.], v. 34, n. 1, p. 96-107, Jan. 2008.

LEITE, H.G. *et al.* Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 955-964, nov./dez. 2005.

LELES, P.S.S. *et al.* Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. Pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 59, p. 77-87, jun. 2001.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LUCEY, T. **Management information systems**. 9. ed. London: Thomsom Learning, 2005.

LONDERO, E.K. *et al.* Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto. **Cerne**, Lavras-MG, v. 18, n. 3, p. 441-447, jul./set. 2012.

MACEDO, R.L.G. *et al.* Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras-MG, v. 11, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2005.

MAEDA, S.; BOGNOLA, I.A. Influência de calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de eucalipto e nos níveis críticos de P. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 32, n. 72, p. 401-407, out./dez. 2012.

MALDONADO, R.; GRAZIANI, L. Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio de un caso en la industria de productos cárnicos. **Interciencia**, Caracas, v. 32, n. 10, p. 707-711, oct. 2007.

MALMI, T. Balanced scorecard in Finnish companies: a research note. **Management Accounting Research**, London, v. 12, n. 2, p. 207-220, June 2001.

MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO. **Manual técnico sobre orientação de pulverização**. ed. 05/2001. Disponível em: <<http://www.jacto.com.br/adm/arquivos/Manual%20de%20Treinamento%20%20-%20Manual%20%20T%E9cnico%20de%20Orienta%E7%E3o%20de%20Pulveriza%E7%E3o%20-.pdf>>. Acesso em: 16/11/2013.

MARR, B.; NEELY, A. Automating the balanced scorecard: selection criteria to identify appropriate software applications. **Measuring Business Excellence**, Bradford-UK, v. 7, n. 3, p. 29-36, 2003.

MARTINSONS, M.; DAVISON, R.; TSE, D. The balanced scorecard: a foundation for the strategic management of information systems. **Decision Support Systems**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 71-88, Feb. 1999.

MATOS, R.B. de; MILAN, M. Avaliação sistêmica do modo de análise de falhas e efeitos (FMEA) para o desenvolvimento de indicadores de desempenho de empresas de pequeno porte. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 5, p. 977-985, set./out. 2009.

MATOS, R.B. de. **Planejamento da qualidade para o processo de produção de mudas clonais de eucalipto**. Piracicaba, 2009. 75 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 2009.

MATSUDA, L.M.; ÉVORA, Y.D.M.; BOAN, F.S. O método desdobramento da função qualidade – QFD – no planejamento do serviço de enfermagem. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto-SP, v. 8, n. 5, p. 97-105, out. 2000.

MATTIODA, R.A.; FAVARETTO, F. Qualidade da informação em duas empresas que utilizam data warehouse na perspectiva do consumidor de informação – um

estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 16, n. 4, p. 645-666, out./dez. 2009.

MEINRATH, G.; LIS, S. Application of cause-and-effect diagrams to the interpretation of UV-Vis spectroscopic data. **Analytical & Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg-GER, v. 372, n. 2, p. 333-340, Jan. 2002.

MELO FILHO, L.D.R.; CHENG, L.C. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento – caso em uma empresa de materiais. **Produção**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 604-624, set./dez. 2007.

MÉXAS, M.P.P.; COSTA, H.G.; QUELHAS, O.L.G. Avaliação da importância relativa dos critérios para seleção de sistemas integrados de gestão (ERP) para uso em empresas da construção civil. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 20, n. 2, p. 337-356, abr./jun. 2013.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974.

MIGUEL, P.A.C. Gestão da qualidade: TQM e modelos de excelência. In: CARVALHO, M.M. de; PALADINI, E.P. (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p. 85-124.

MIGUEL, P.A.C. *et al.* Desdobramento da qualidade no desenvolvimento de filmes flexíveis para embalagens. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos-SP, v. 13, n. 2, p. 87-94, abr./jun. 2003.

MILAN, M.; BARROS, J.W.D.; GAVA, J.L. Planning soil tillage using Quality Function Deployment (QFD). **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 60, n. 2, p. 217-221, abr./jun. 2003.

MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico do processo. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 59, n. 2, p. 261-266, abr./jun. 2002.

MING-LANG, T. Implementation and performance evaluation using the fuzzy network balanced scorecard. **Computers & Education**, [S.l.] v. 55, n. 1, p. 188-201, Aug. 2010.

MIRANDA, R.C.R. O uso da informação na formulação de ações estratégicas pelas empresas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 286-292, set./dez. 1999.

MÖLLER, A.; SCHALTEGGER, S. The sustainability balanced scorecard as a framework for eco-efficiency analysis. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge-UK, v. 9, n. 4, p. 73-83, Oct. 2005.

MONK, E.; WAGNER, B. **Concepts in enterprise resource planning**. 2. ed. Boston: Thomson Course Technology, 2006.

MONTEIRO, N.A.; FALSARELLA, O.M. Um modelo de gestão da informação para aprendizagem organizacional em projetos empresariais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 81-97, 2007.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOORAJ, S.; OYON, D.; HOSTETTLER, D. The balanced scorecard: a necessary good or an unnecessary evil? **European Management Journal**, Oxford-UK, v. 17, n. 5, p. 481-491, Oct. 1999.

NAH, F.F-H.; LAU, J.L-S.; KUANG, J. Critical factors for successful implementation of enterprise systems. **Business Process Management Journal**, Bradford-UK, v. 7, n. 3, p. 285-296, 2001.

NILSSON, L.; JOHNSON, M.D.; GUSTAFSSON, A. The impact of quality practices on customer satisfaction and business results: product versus service organizations. **Journal of Quality Management**, London, v. 6, p. 5-27, 2001.

NIVEN, P.R. **Balanced Scorecard passo-a-passo**: elevando o desempenho e mantendo resultados. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

NUNES, J.R.S.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. Especificação de um sistema computacional integrado de controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 201-212, maio/ago. 2006.

NUNES, J.R.S.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. PROMETHEUS - sistema computacional integrado de controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 369-386, set./dez. 2007.

OAKLAND, J.S. **Statistical process control**. 5. ed. Oxford-UK: Butterworth-Heinemann, 2003.

OLIVEIRA, D.P.R. **Sistemas de Informações Gerenciais: estratégicas táticas operacionais**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

PANIS, L.J.G.G. *et al.* Predictors of inappropriate hospital stay: a clinical case study. **International Journal for Quality in Health Care**, Oxford-UK, v. 15, n. 1, p. 57-65, Feb. 2003.

PARDINI, D.; MATUCK, P.J.P. Mudanças nas práticas organizacionais com a implementação do programa de gerenciamento da cadeia de suprimentos (GCS) em uma multinacional do setor siderúrgico. **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 147-170, jan./abr. 2012.

PATTON, G.A; GAFFNEY, D.K.; MOELLER, J.H. Facilitation of radiotherapeutic error by computerized record and verify systems. **International Journal of Radiation Oncology – Biology – Physics**, New York, v. 56, n. 1, p. 50-57, May 2003.

PENCKOWSKI, L.H.; PODOLAN, M.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Influência das condições climáticas no momento da aplicação de herbicidas pós-emergentes sobre a eficácia do controle da nabiça (*Raphanus raphanistrum*) na cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, p. 435-442, set./dez. 2003.

PETROVIC, D.R.; MILANOVIC, I. Management information system of purchase function in e-SCM. **Management Information System**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 3-12, 2012.

PIACENTINI, L. *et al.* Software para a estimativa do custo operacional de máquinas agrícola – MAQCONTROL. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 32, n. 3, p. 609-623, maio/jun. 2012.

PIGNANELLI, A.; CSILLAG, J.M. The impact of quality management on profitability: an empirical study. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 66-77, Jan./June 2008.

PINTO, S.H.B.; CARVALHO, M.M. de; HO, L.L. Implementação de programas de qualidade: um survey em empresas de grande porte no Brasil. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 13, n. 2, p. 191-203, mai./ago. 2006.

PISKAR, F. The impact of quality management system ISO 9000 on customer satisfaction of Slovenian companies. **Managing Global Transitions**, Koper-SLO, v. 5, n. 1, p. 45-61, 2007.

PODUR, J.; MARTELL, D.L.; KNIGHT, K. Statistical quality control analysis of forest fire activity in Canada. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 32, n. 2, p. 195-205, 2002.

POPADIUK, S. *et al.* Ambiente informacional e desempenho competitivo para indústria de autopeças para veículos. **Produção**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 390-403, set./dez. 2005.

PRATES, C.C.; BANDEIRA, D.L. Aumento da eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do índice de rendimento operacional global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 18, n. 4, p. 705-718, 2011.

PREVEDELLO, J. *et al.* Manejo de solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em argissolo. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 1, p. 129-138, jan./mar. 2013.

PRIETO, V.C. *et al.* Fatores críticos na implementação do balanced scorecard. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 13, n. 1, p. 81-92, jan./abr. 2006.

READER, M.A.A.; GUTHRIE, C.H. An empirical assessment of the "fit" between strategy and management information design. **Accounting & Finance**, Carlton-AUS, v. 34, n. 2, p. 49-66, Nov. 1994.

REZENDE, D.A. **Planejamento de sistemas de informação e informática**: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

REZENDE, J.F.C. **Balanced scorecard e a gestão do capital intelectual**: abraçando a performance balanceada na economia do conhecimento. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

REZENDE, J.L.P. *et al.* Avaliação da qualidade na colheita florestal semimecanizada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 57, p. 13-26, jun. 2000.

ROSA, L.C. **Introdução ao controle estatístico do processo**. Santa Maria-RS: Editora UFSM, 2009.

SAHNEY, S.; BANWET, D.K.; KARUNES, S. A SERVQUAL and QFD approach to total quality education: a student perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Bradford-UK, v. 53, n. 2, p.143-166, 2004.

SALGADO, E.G. *et al.* Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul./set. 2009.

SANTOS, S.R. dos. Sistema de informação em enfermagem: interação do conhecimento tácito-explícito. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 58, n. 1, p. 100-104, jan./fev. 2005.

SASAKI, C.M.; BENTIVENHA, S.R.P.; GONÇALVES, J.L.M. Configurações básicas de subsoladores florestais. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. ed. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba-SP: IPEF, 2002. p. 393-407.

SASAKI, C.M.; GONÇALVES, J.L.M. Desempenho operacional de um subsolador em função da estrutura, do teor de argila e de água em três latossolos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 69, p. 115-124, dez. 2005.

SASAKI, C.M.; GONÇALVES, J.L.M.; BENTIVENHA, S.R.P. Desempenho operacional de hastes subsoladoras em função da ponteira e do tipo de solo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 67, p. 44-52, abr. 2005.

SCHALTEGGER, S.; LÜDEKE-FREUND, F. **The sustainability balanced scorecard: concept and the case of Hamburg Airport**. Lüneburg-GER: Centre for Sustainability Management, 2011.

SCHALTEGGER, S.; WAGNER, M. Managing sustainability performance measurement and reporting in an integrated manner: sustainability accounting as the link between the sustainability balanced scorecard and sustainability reporting. **Sustainability Accounting and Reporting**, [S.l.], v. 21, p. 681-697, 2006.

SCHEPS, S. **Business intelligence for dummies**. Hoboken-USA: Wiley, 2008.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Brasil com florestas**: oportunidade para o desenvolvimento de uma economia florestal e a reestruturação necessária no setor. Brasília: SFB, 2012.

_____. **Florestas do Brasil em resumo** – 2013: dados de 2007-2012. Brasília: SFB, 2013.

SHEN, X.X.; TAN, K.C.; XIE, M. An integrated approach to innovative product development using Kano's model and QFD. **European Journal of Innovation Management**, Bradford-UK, v. 3, n. 2, p. 91-99, 2000.

SHIRATSUCHI, L.S.; FONTES, J.R.A. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2002.

SIDIROPOULOS, M. *et al.* Applying sustainable indicators to corporate strategy: the Eco-Balanced Scorecard. **Environmental Research, Engineering and Management**, Kaunas-LIT, v. 27, n. 1, p. 28-33, 2004.

SILA, I. Examining the effects of contextual factors on TQM and performance through the lens of organizational theories: an empirical study. **Journal of Operations Management**, Indiana, v. 25, n. 1, p. 83-109, Jan. 2007.

SILVA, K.R. *et al.* Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 361-366, maio/jun. 2004.

SILVA, P.H.M. da; ANGELI, A. Implantação e manejo de florestas comerciais. **Documentos Florestais**, Piracicaba-SP, n. 18, p. 1-14, 2006.

SILVA, J.C.; CASTRO, V.R. de; XAVIER, B.A. **Cartilha do fazendeiro florestal**. 2. ed. rev. e amp. Viçosa-MG: UFV, 2008.

SOARES, P.R.C. *et al.* Avaliação dos pontos críticos na manufatura de pisos de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 407-415, set. 2012a.

SOARES, P.R.C. *et al.* Pontos críticos do processo de produção de pisos maciços de madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 22, n. 2, p. 353-363, abr./jun. 2012b.

SON, S.Y.; CHOI, I.S. Fuzzy QFD for supply chain management with reliability consideration. **Reliability Engineering & System Safety**, Barking-UK, v. 72, n. 3, p. 327-334, June 2001.

SONDA, F.A.; RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE, M.A. A aplicação do QFD no desenvolvimento de *software*: um estudo de caso. **Produção**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 51-75, jan./jun. 2000.

SPECKBACHER, G.; BISCHOF, J.; PFEIFFER, T. A descriptive analysis on the implementation of Balanced Scorecards in German-speaking countries. **Management Accounting Research**, London, v. 14, n. 4, p. 361-387, Dec. 2003.

STACCINI, P. *et al.* Mapping care processes within a hospital: from theory to a web-based proposal merging enterprise modeling and ISO normative principles. **International Journal of Medical Informatics**, Clare-IRE, v. 74, n. 4, p. 335-344, Mar. 2005.

STAMATIS, D.H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution**. Wisconsin-USA: ASQ Quality Press, 1995.

STAPE, J.L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba-SP, v. 11, n. 30, p. 51-62, maio 1997.

SUZANO CELULOSE E PAPEL. **Balanced Scorecard** – uma implementação de sucesso suportada pelo BW e SEM. 2002. Disponível em: <http://www.simeon.com.br/gedoc/artigo_18.pdf>. Acesso em: 3/11/2013.

TEEJET. Guia do usuário para bicos de pulverização. Disponível em: <<http://www.teejet.com/media/350060/lms112%20users%20guide%20portuguese.pdf>>. Acesso em: 16/11/2013.

TRIGO, J.D. *et al.* An integrated healthcare information system for end-to-end standardized exchange and homogeneous management of digital ECG formats. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, [S.l.], v. 26, n. 4, p. 518-529, July 2012.

TRINDADE, C. *et al.* **Gestão e controle da qualidade na atividade florestal**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2012.

TRINDADE, C. *et al.* **Ferramentas da qualidade**: aplicação na atividade florestal. 2. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2007.

TSAI, W.H.; CHOU, W.C.; HSU, W. The sustainability balanced scorecard as a framework for selecting socially responsible investment: an effective MCDM model. **Journal of the Operational Research Society**, Birmingham-UK, v. 60, n. 10, p. 1396-1410, 2008.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

WHITE, A.A. *et al.* Cause-and-effect analysis of risk management files to assess patient care in the emergency department. **Academic Emergency Medicine**, Philadelphia, v. 11, n.10, p. 1035-1041, Oct. 2004.

WILCKEN, C.F. *et al.* **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu-SP: FEPAF, 2008.

WILLIAMS, S.; WILLIAMS, N. **The profit impact of business intelligence**. San Francisco-USA: Elsevier, 2007.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WONG, K.C. Using a Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature. **Journal of Medical Case Reports**, London, v. 5, n. 120, p. 1-3, Mar. 2011.

YORK, K.M.; MIREE, C.E. Causation or covariation: an empirical re-examination of the link between TQM and financial performance. **Journal of Operations Management**, Indiana, v. 22, n. 3, p. 291-311, Jun. 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A – MATRIZ QFD PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO	136
APÊNDICE B – DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO DO SIG ..	137

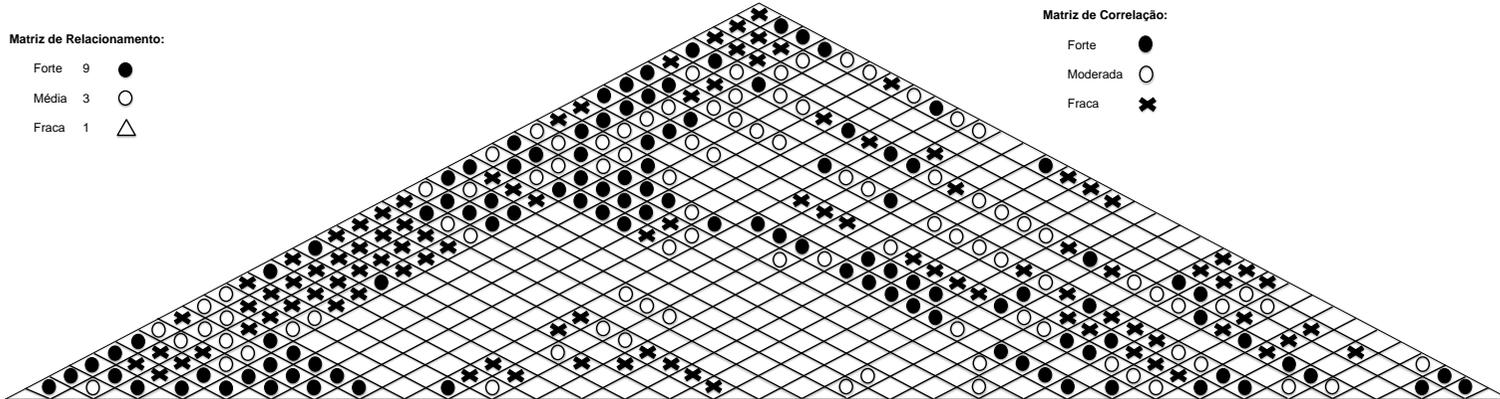
APÊNDICE A – MATRIZ QFD PARA DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

Matriz de Relacionamento:

- Forte 9 ●
- Média 3 ○
- Fraca 1 △

Matriz de Correlação:

- Forte ●
- Moderada ○
- Fraca ×



Atividade	Perspectiva BSC		Processos internos										Cliente			Aprendizado e Crescimento			Não Mercado																					
	Indicadores de Desempenho	IMPORTÂNCIA	Custo Operacional	Custo da Qualidade (Prevenção)	Custo da Qualidade (Monitoramento)	Custo da Qualidade (Falta)	Desajuste (Kg/ha)	Volume de Cálida (l/ha)	Veloz dos bicos (l)	Preparo da Cálida	Condições dos equipamentos	Profundidade de preparo (m)	Largura de preparo (m)	Espaçamento entre linhas (m)	Tamanho do torção	Dosagem de adubo (g/planta)	Distância da muda	Profundidade da coveta	Distribuição do adubo	Adequamento do prazo	Não-conformidades no plantio	Mudas descartadas (m)	Esparçamento entre mudas (m)	Mudas mortas pelo herbicida (%)	Mudas mortas pelo fungicida (%)	Nível de controle da matocompetição	Desenvolvimento da muda	Mudas descartadas pelo adubo (%)	Sobrevivência das mudas (%)	Replanteio (%)	Produtividade	Rotatividade	Treinamento (horas)	Velocidade do vento	Condições climáticas	Degradação ambiental				
Controle de invasoras	Eficiência	Controlar matocompetição	5,0	○	△	●	○	●	●	●	○	○	○	○																										
	Eficiência	Evitar danos as mudas	4,3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																										
	Economia	Seguir procedimentos operacionais	3,6	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○																										
	Ambiental	Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○																										
Preparo de solo	Eficiência	Evitar contaminação	3,3	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
	Eficiência	Permitir desenvolvimento da muda	5,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
	Eficiência	Melhoria nas condições físicas do solo	4,3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Facilitar mecanização	4,3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
Adução	Economia	Seguir procedimentos operacionais	3,3	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Ambiental	Evitar contaminação	2,6	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
	Eficiência	Disponibilizar nutrientes para a planta	5,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
Plantio	Eficiência	Cumprir prazos	4,0	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Seguir procedimentos operacionais	4,3	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Evitar desperdícios	4,6	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Evitar contaminação	2,0	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○																											
Plantio	Eficiência	Controlar competição entre mudas	4,3	○	○	○	○	○	○	○	○	○																												
	Eficiência	Evitar desvios de padrão	4,6	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Seguir procedimentos operacionais	4,0	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
	Economia	Evitar desastres de mudas	4,3	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○																											
Peso Absoluto			6725,3	449,5	517,2	380,0	410,2	176,4	156,6	109,8	122,8	158,4	142,2	146,5	150,4	83,2	144,1	129,1	129,1	129,1	68,5	131,1	54,5	32,9	138,7	117,5	168,1	409,5	99,4	258,9	312,5	194,8	220,2	437,1	113,0	126,4	217,6			
Peso Relativo (%)			100,0	6,7	7,7	5,8	6,1	2,6	2,3	1,6	1,8	2,4	2,1	2,2	2,4	1,2	2,1	1,9	1,9	1,9	1,0	1,9	0,8	0,5	2,0	1,7	2,5	6,1	1,5	3,8	4,6	2,9	3,3	6,5	1,7	1,9	3,2			

APÊNDICE B – DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO DO SIG

