

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO FERRAMENTAS
DE QUALIDADE NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE
PULVERIZAÇÃO**

SÉRGIO RODRIGUES DOS SANTOS

CAMPINAS
SETEMBRO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO FERRAMENTAS
DE QUALIDADE NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE
PULVERIZAÇÃO**

Tese de doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola, na área de concentração em
Máquinas Agrícolas.

SÉRGIO RODRIGUES DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. Antonio José da Silva Maciel

CAMPINAS
SETEMBRO DE 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Sa59p Santos, Sérgio Rodrigues dos
Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização / Sérgio Rodrigues dos Santos.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Antonio José da Silva Maciel.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Pesticidas. 2. Defensivos vegetais. 3. Produtos fitossanitários. 4. Qualidade. 5. Erva daninha. 6. Mão-de-obra. I. Maciel, Antonio José da Silva. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Titulo em Inglês: Methodological proposition making use of quality tools in the pulverization evaluation process.

Palavras-chave em Inglês: Sprayers, Histogram, Control Graphic, Pesticides, Machine operators, Phytossanitary application, Quality, Weeds, Check list, Hand labor factor,

Área de concentração: Máquinas Agrícolas

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Luiz Lonardon Foloni, Pedro Castro Neto, Rubens Siqueira, Inácio Maria Dal Fabbro, Antonio Gabriel Filho

Data da defesa: 23/09/2005

NADA É ETERNO APENAS A MUDANÇA (HERÁCLITO, 501 a.C.)

À minha esposa Anamaria Richardt dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Faculdade de Engenharia Agrícolas (FEAGRI) pela oportunidade da realização do Curso de Doutorado.

A Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios (AGRÁRIA) e a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) pela oportunidade da realização do trabalho e pelo apoio financeiro.

A Monsanto do Brasil pelo fornecimento dos papéis hidrossensíveis.

Aos cooperados pela aceitação do trabalho e recepção nas propriedades.

Aos operadores de máquinas pelo auxílio e por aceitarem responder às indagações.

Aos meus pais pela educação e incentivo.

A minha esposa pelo incentivo, companheirismo e paciência.

Ao orientador Professor Dr. Antônio José da Silva Maciel por aceitar a me orientar e pela confiança técnica depositada.

Aos amigos Pedro Henrique Weirich Neto, Afonso Peche Filho e Jaime Alberti Gomes pelo incentivo, otimismo, paciência, críticas e elogios repassados.

A Ana Paula Montagner pela amizade prestada principalmente nos momentos difíceis.

Ao Engenheiro Agrônomo Roberto Sattler pelo incentivo na criação da área de mecanização agrícola na FAPA.

Ao Engenheiro Agrônomo Celso Wobeto pelo apoio e amizade.

Aos pesquisadores da FAPA, Heraldo R. Feksa, Juliano Luis Almeida, Noemir Antuniazzi, Sandra M. V. Fontoura e Vitor Spader pela amizade e companheirismo.

Aos Técnicos Agrícolas, operadores e auxiliares da FAPA pela amizade e respeito.

SUMÁRIO

PÁGINA DE ROSTO.....	ii
MENSAGEM.....	iii
DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
SUMÁRIO.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Gestão da qualidade.....	3
2.2 Ferramentas da qualidade utilizadas no agronegócio.....	11
2.3 Processo pulverização.....	15
2.3.1 Fator Máquina.....	19
2.3.2 Fator Mão-de-obra.....	22
2.3.3 Fator Material.....	23
2.3.4 Fator Meio.....	25
2.3.5 Fator Método.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Fatores.....	33
3.1.1 Mão-de-obra.....	33
3.1.2 Máquina.....	34
3.1.3 Material.....	35
3.1.4 Meio.....	36
3.1.5 Método.....	36
3.2 Avaliação do processo de aplicação de herbicida.....	38
3.2.1 Itens de controle.....	39
3.3 Análise dos dados.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Fatores.....	44
4.1.1 Mão-de-obra.....	44
4.1.2 Máquina.....	47
4.1.3 Material.....	51
4.1.4 Meio.....	52
4.1.5 Método.....	53

4.2	Somatória da pontuação dos fatores	56
4.3	Análise dos processos das propriedades participantes do Programa de Qualidade Total Agrária.....	58
4.3.1	Fatores	58
4.3.2	Somatória da pontuação dos fatores	69
4.3.3	Itens de controle	70
4.3.4	Somatória da pontuação dos fatores e itens de controle.....	73
5	CONCLUSÕES	74
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	76
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
8	APÊNDICES	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de Pareto para as causas de perdas de produção (WERKEMA, 1995a).....	8
Figura 2 – Fluxograma das operações do sistema de produção de trigo (SUGUISAWA, 2004)	12
Figura 3 – Diagrama simplificado de Ishikawa do processo de pulverização (FEY, 1998)	14
Figura 4 – Representação do processo de pulverização pelo diagrama de causa e efeito.....	32
Figura 5 – Mesa para teste de distribuição de pontas de pulverização (A) e avaliação da vazão das pontas no pulverizador (B).....	38
Figura 6 – Papel hidrossensível (A) e termohidroanemômetro digital (B)	39
Figura 7 – Armação utilizada para avaliação do controle das plantas daninhas	41
Figura 8 – Falhas no processo de aplicação de herbicida.....	42
Figura 9 – Histograma de frequência da pontuação do fator mão-de-obra.	46
Figura 10 – Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator mão-de-obra.....	47
Figura 11 – Histograma de frequência do tempo de uso dos pulverizadores	48
Figura 12 – Histograma de frequência das marcas dos tratores	49
Figura 13 – Histograma de frequência da pontuação do fator máquina.....	50
Figura 14 – Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator máquina	51
Figura 15 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator material	52
Figura 16 – Histograma de frequência da pontuação dos processos para o fator método.....	53
Figura 17 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator método	55
Figura 18 – Histograma de frequência do somatório da pontuação dos fatores dos processos.	57
Figura 19 – Somatório da pontuação dos fatores	58
Figura 20 – Gráfico de barras da pontuação do fator mão-de-obra.....	59
Figura 21 – Gráfico de Pareto fator mão-de-obra.....	60
Figura 22 – Gráfico de barras da pontuação do fator máquina	61
Figura 23 – Gráfico de Pareto fator máquina	62
Figura 24 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator material	63
Figura 25 – Gráfico de barras da pontuação do fator meio	64
Figura 26 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator meio	64
Figura 27 – Temperatura °C.	65
Figura 28 – Umidade relativa do ar (%).	66
Figura 29 – Velocidade do vento (km h ⁻¹).	66
Figura 30 – Gráfico de barras da pontuação do fator método	67
Figura 31 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator método	68
Figura 32 – Gráfico de barras da pontuação obtida pelos fatores dos processos	69
Figura 33 – Marcação das passadas do conjunto trator e pulverizador através de balizas.....	71
Figura 34 – Gráfico de barras da ocorrência de plantas daninhas	72

Figura 35 – Total de pontos dos processos.....	73
Figura 36 – Soma da pontuação dos fatores com os itens de controle dos processos	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do tamanho das gotas e respectivo diâmetro mediano volumétrico (HOFMAN e WILSON, 2003).....	40
Tabela 2 – Análise descritiva do grau de instrução, idade, tempo de profissão e de serviço dos colaboradores.....	44
Tabela 3 – Análise descritiva da pontuação do fator mão-de-obra	45
Tabela 4 – Análise descritiva do tempo de uso dos pulverizadores	48
Tabela 5 – Análise descritiva da pontuação do fator máquina.....	49
Tabela 6 – Análise descritiva da pontuação do fator método.....	53
Tabela 7 – Número de pontas com vazão acima de 10% e coeficiente de variação – CV da barra dos pulverizadores.....	56
Tabela 8 – Escolaridade, idade, tempo de profissão e de serviço em anos do fator mão de obras dos processos estudados	59
Tabela 9 – Número de pontas com vazão fora dos limites de $\pm 10\%$ e coeficiente de variação – CV da barra dos pulverizadores - PAQTRural.....	69
Tabela 10 – Análise da distribuição de gotas dos processos.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de checagem das operações que devem ser analisadas na colheita de madeira (TRINDADE et al., 2000)	15
Quadro 2 - Lista de checagem do colaborador (fator mão-de-obra)	33
Quadro 3 - Lista de checagem dos itens de avaliação do fator mão-de-obra	34
Quadro 4 – Lista de checagem dos itens de avaliação do fator máquina	35
Quadro 5 - Lista de checagem (fator material).....	36
Quadro 6 - Lista de checagem (fator meio).....	36
Quadro 7 - Lista de checagem do processo de pulverização (fator método).....	37
Quadro 8 – Vazão das pontas ($L s^{-1}$) da barra do pulverizador (fator método).....	38

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi gerar uma metodologia para avaliar o processo de pulverização com a utilização das ferramentas da qualidade. Para tanto foram listados os fatores primários, secundários e terciários e com auxílio da ferramenta “check list” foram elaboradas as listas de checagem. Foram avaliados os fatores mão-de-obra, máquina, material, meio e método de 32 processos de pulverização antes da aplicação de defensivos agrícolas. Nesta avaliação cada fator recebeu uma pontuação onde a somatória foi de 750 pontos. Desta amostra foi avaliado a aplicação de herbicida de dez processos participantes do Programa Agrária de Qualidade Total Rural – PAQTRural. Os itens de controle avaliados nos dez processos foram a qualidade de distribuição das gotas, o controle das plantas daninhas, falhas entre os rastros de pulverização e fitotoxidez causado às culturas. A qualidade de distribuição das gotas foi avaliada no momento da execução da aplicação do defensivo onde se posicionou vinte papéis hidrossensíveis na superfície do solo. Para avaliar a qualidade distribuição de gotas foi considerado o potencial risco de deriva (PRD), a densidade de gotas ($N\text{ cm}^{-2}$), o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e a amplitude relativa (AR). Considerou-se também um total de 750 pontos para os itens de controle se todos estivessem em conformidade. Os resultados mostram que a pontuação média dos fatores mão-de-obra, máquina, material, meio e método foram 78, 211, 49, 20 e 94 pontos, respectivamente. Considerando a somatória dos pontos dos fatores para os 32 processos, o valor mínimo encontrado foi de 230 e o máximo de 620 pontos. Para os processos participantes do programa de qualidade pode-se notar uma menor amplitude onde a variação foi entre 410 e 620 pontos. A somatória dos fatores avaliados dos dez processos com os pontos obtidos nos itens de controle variou de 812 até 1263 pontos de um total de 1500. Com a metodologia pode-se identificar quais as causas comuns dos processos que podem afetar o seu resultado.

Palavras-chave: Pulverizadores, histogramas, gráfico de controle.

ABSTRACT

The purpose this work was bring a methodologist to evaluate the process of pulverization with the utilization of the quality assistance, then it were list the primary factors, second factors, third factors and with the support “check list” so it were elaborate the list. They were evaluate this factors like factor, machine agriculture, material and method of 32 process of the pulverization before application of defense agriculture, that the soma would be 750 points. This sample was evaluate the application of herbicide of the 10 participates process at Programa Agrária de Qualidade Total Rural – PAQTRural. The items of evaluate in the Process were the quality of distribution of the drops controls on the weed and imperfect between sign of pulverization and phytotoxicologist that causes for the culture. The quality of distribution of drops were evaluate the application of defensive on the position 20 hydro sensible paper on the pulverization bar. To evaluate the risk potential of drift (PRD) the density of drops ($N\text{ cm}^{-2}$), the volume mean diameter medium and (VMD) and the relative amplitude and also the value 750 points for the controls all of them were in conformity. The median punctuation of the factors like hand labor, machine agriculture, material and method were of the 78, 211, 49,20 and 94 points. The soma of points of the factors for the 32 process, the minimum value found was 230 and maximum of the 620 points. For the participant’s process of quality program can watch the smallest amplitude. It being that variation was of 410 until 620 points. The soma of the evaluate factors for the 10 process with achieved point on the control changed 812 until 1263 points with the metodoly can identify the comum cause of the process can affect your result.

Key words: Sprayers, histogram and Control Graphic.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as várias tecnologias desenvolvidas para o agronegócio brasileiro a mecanização pode ser considerada entre as principais técnicas que influenciaram o aumento da área cultivada, bem como o rendimento das culturas. A soja, o milho, trigo, cevada, girassol entre outras culturas podem ser mecanizadas desde o processo de semeadura até o processo de colheita.

No sistema plantio direto, os pulverizadores são utilizados para a aplicação de defensivos agrícolas antes e após o processo de semeadura. Além do corte da palha, adubação e distribuição de sementes simultaneamente, as semeadoras favoreceram a semeadura na época ideal para o melhor desenvolvimento da cultura. Pode-se fornecer nitrogênio de forma homogênea no estágio em que a planta necessita utilizando distribuidores a lanço. A utilização de colhedoras autopropelidas permitiram ao produtor a obtenção de grãos de melhor qualidade pela colheita no momento oportuno.

Independente do cultivo cereais ou oleaginosas pode-se considerar que o resultado da produção está em função dos processos de semeadura, pulverização, adubação de cobertura e colheita. São todos importantes, mas o processo de pulverização deve ter especial atenção do agricultor, uma vez que se a aplicação não for realizada adequadamente, problemas econômicos, ambientais e de saúde poderão ocorrer.

Os defensivos agrícolas são aplicados para controlar plantas daninhas, patógenos e pragas. Como resultado espera-se então que tais agentes biológicos sejam controlados, mas, além destes, deve-se evitar fitotoxidez às plantas de interesse econômico, evitar comprometer a saúde tanto do operador quanto dos consumidores, causar o mínimo de impacto ambiental e ser economicamente viável. O problema de atingir tais resultados está na dificuldade de controlar os fatores que estão interagindo e influenciando o processo de pulverização.

Os setores industrial e de serviços há muito tempo estão adotando programas de

gerenciamento que visam oferecer ao consumidor produtos e serviços de qualidade, de custo acessível e de produção ambientalmente correta. Esta condição de produção foi conseguida com a adoção de programas de qualidade que se baseavam em ferramentas da qualidade para o planejamento, execução e mensuração da atividade. Independente do setor, a estatística é fortemente utilizada para se ter conhecimento da variabilidade e padronização dos processos e a filosofia de aperfeiçoamento contínuo é uma realidade.

No setor agropecuário, em algumas cooperativas do Estado do Paraná, a implantação de programas de qualidade já é considerada uma nova forma de gerir o agronegócio. O desafio será implantar o programa em todas as propriedades de seus cooperados que além de melhorar a produção agropecuária poderá futuramente auxiliar na implantação da agricultura de precisão e do sistema de rastreabilidade.

Considerando a hipótese de que a partir da utilização de ferramentas da qualidade total é possível desenvolver uma metodologia prática e eficiente para atestar a qualidade dos processos de pulverização. O objetivo principal deste trabalho foi gerar esta metodologia para avaliar os fatores mão-de-obra, máquina, material, meio e método do processo de pulverização em propriedades dos cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios – AGRÁRIA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão da qualidade

Com a Revolução Industrial houve o aparecimento da administração por controle, na qual os trabalhadores eram divididos entre os que executavam o trabalho e aqueles que o planejavam e supervisionavam, colocando nas mãos dos supervisores a responsabilidade pela qualidade (LEVINE et al., 2000). Esta forma de gerenciamento perdurou até 1950 quando as indústrias japonesas desenvolveram outra forma de gerenciamento com ênfase na qualidade e no aperfeiçoamento contínuo dos produtos e serviços. Surge então a administração por processo, que freqüentemente é chamada de gestão da qualidade. Esse novo estilo de gerência se caracteriza pela ênfase de trabalho em equipe, foco no consumidor e a rápida reação a mudanças.

A qualidade segundo WERKEMA (1995a) pode ser entendida como a ausência de defeitos nos produtos, com o preço compatível com a renda do consumidor. Além disto, o produto final deverá cumprir adequadamente a função para o qual foi projetado e ser seguro.

Para PARANTHAMAN (1990) qualidade não significa somente excelência ou outro atributo de um certo produto final. Ela é o objetivo final de uma companhia e é também o que os consumidores esperam de um produto. Mas para que isto ocorra é essencial que em todo o processo de fabricação exija-se qualidade, que vai desde a aquisição da matéria-prima até a chegada deste produto ao consumidor.

LOBOS (1991) cita que a qualidade sempre esteve associada ao produto final, como um bem ou serviço. Para os gurus da qualidade isto é uma visão muito míope, pois para eles a qualidade deve estar associada com o processo pelo qual os produtos ou serviços são materializados. Se o processo for bem realizado, um bom produto final será o resultado natural.

Para o SEBRAE (2000) qualidade é prevenir erros, promovendo a melhoria contínua

minimizando as perdas e buscando os melhores resultados. Para tanto quatro importantes valores devem ser adotados: cumprir os requisitos determinando tudo o que deve ser feito nos mínimos detalhes; agir com prevenção evitando erros e defeitos em cada processo de produção; trabalhar com padrões procurando proteger o ambiente, garantir a saúde dos trabalhadores e consumidores, minimizando os custos e motivando a equipe para que se sintam orgulhosos e satisfeitos com os resultados dos trabalhos realizados; mensurar e verificar tudo o que se faz. A qualidade então deve ser exigida não apenas nos resultados e sim em todas as etapas ou fatores que estão envolvidos na produção do produto ou serviço.

A gestão da qualidade segundo LEVINE et al (2000) tem um forte fundamento estatístico, baseado em um profundo conhecimento da variabilidade, uma perspectiva de sistemas e uma conscientização quanto ao aperfeiçoamento contínuo, para se ter e manter a qualidade. As ferramentas estatísticas como diagramas de Pareto, histogramas e gráficos de controle, bem como instrumentos de planejamento de gerência como os diagramas de fluxo de processos ou de “espinha de peixe” são partes integrantes desse enfoque.

Para WERKEMA (1995a) o Ciclo PDCA pode ser utilizado como um método gerencial de tomada de decisão para garantir o alcance das metas e o controle do processo. A sigla é originária de quatro palavras da língua inglesa que deram o nome ao método. O (P), “Plan”, planejamento é a etapa que consiste em estabelecer metas para serem atingidas. O (D), “Do” significa fazer, executar, nesta etapa são executadas as tarefas planejadas, também é a fase de coleta de dados para serem utilizados na próxima etapa de verificação do processo, sendo essenciais a educação e o treinamento no trabalho. O (C) significa “Check”, ou seja, é a etapa onde os dados coletados na fase anterior são comparados com a meta planejada. Por último se tem o (A), “Action”, etapa que consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos. A atuação poderá ser para padronização ou melhoria do processo. Ainda de acordo com este mesmo autor, existem várias ferramentas estatísticas ou gráficas que podem ser utilizadas em cada etapa do ciclo, mas nada impede a utilização das ferramentas em conjunto para coleta, processamento e disposição das informações.

BRASSARD (1994) apresenta mais de quinze ferramentas para melhoria contínua da qualidade. Na descrição das tarefas, cada uma vem acompanhada com um símbolo que indica qual o momento que tal ferramenta deve ser usada. Para priorizar problemas o autor recomenda a utilização das ferramentas: fluxograma, folha de verificação, diagrama de Pareto,

brainstorming, técnica nominal de grupo (NGT). Na descrição do problema, onde e quando ocorre e sua extensão pode-se utilizar as ferramentas: folha de verificação, diagrama de Pareto, histograma, gráfico de setor, estratificação e cartas de tendência. No estabelecimento de um quadro completo de todas as causas do problema a folha de verificação, diagrama de cause e efeito e a ferramenta “brainstorming” podem ser utilizadas. Para confirmar a causa básica do problema pode-se utilizar as ferramentas: “brainstorming”, técnica nominal de grupo (NGT), folha de verificação, diagrama de Pareto e o diagrama de dispersão. Com relação ao desenvolvimento de uma solução efetiva e aplicável visando também estabelecer um plano de ação, pode-se empregar a ferramenta “brainstorming”, análise de campo de forças, gráfico de setor e gráfico de barras. Tendo-se em vista a implementação da solução e o estabelecimento de retroalimentação, pode-se utilizar o diagrama de Pareto, histograma, carta ou gráfico de controle e estratificação.

Ao iniciar um programa de qualidade, a empresa deve se preparar para assumir grandes desafios e mudanças na postura gerencial. Buscar qualidade significa envolver pessoas no processo produtivo motivando-as para que utilizem sua criatividade e contribuam para melhorar esse processo utilizando ferramentas da qualidade, as quais surgem como elementos facilitadores na implantação de sistemas de qualidade participativa e que visam a melhoria contínua do processo (TRINDADE et al., 2000). A ferramenta “brainstorming” pode ser utilizada para se obter o máximo de idéias sobre um determinado assunto ou problema num curto espaço de tempo. Deve ser praticada pelo grupo envolvido na atividade visando a melhoria do processo. As idéias são listadas a medida que vão surgindo devendo ser escritas com as mesmas palavras utilizadas pelo proponente (TRINDADE et al, 2000; WERKEMA, 1995a; OAKLAND, 1994).

Em qualquer empresa é necessário registrar a seqüência das atividades, estágios e decisões de modo que sejam facilmente compreendidos e comunicados a todos. As descrições de um processo devem possibilitar a sua compreensão e fornecer a base de qualquer exame crítico necessário para o desenvolvimento de melhorias (OAKLAND, 1994). Segundo o autor, o fluxograma pode perfeitamente fornecer uma visualização das etapas do processo utilizando uma simbologia simples e de fácil entendimento. É importante lembrar que um fluxograma geralmente não se constrói sozinho, assim a ferramenta torna-se uma aliada na formação de grupos dentro da empresa.

O fluxograma consiste na segmentação gráfica das etapas de um processo utilizando símbolos padronizados. Preferencialmente deve ser elaborado em conjunto com as pessoas que mais conhecem o processo (BRASSARD, 1994).

Desenvolvido pelo professor Kaoru Ishikawa, o diagrama de Ishikawa possibilita a ordenação mais adequada e racional para análise de problemas ou situações e a busca das causas que estão produzindo efeitos não desejados. Podem ser divididos em diagrama de seqüências ou de causa/efeito. No primeiro, como o próprio nome indica, as atividades são representadas numa seqüência lógica realçando cada etapa do processo. O diagrama de causa/efeito relaciona as causas ou falhas com os efeitos ou resultados. Para facilitar tal identificação pode-se dividir as causas em seis causas primárias (6M): máquinas, mão-de-obra, matéria-prima, método de trabalho, medição da atividade e o meio ambiente (BRASSARD, 1994; KUME, 1993).

Também denominado de “espinha de peixe”, é uma ferramenta utilizada para sumarizar e apresentar as possíveis causas de um problema. Pode ser considerado um guia para identificar as causas fundamentais de um determinado problema e determinar as medidas corretivas que deverão ser adotadas. Para levantar as causas que estão influenciando o resultado do processo deve-se fazer uma reunião com o grupo envolvido utilizando a técnica “brainstorming” para obter o máximo possível de idéias (WERKEMA, 1995b).

A folha de verificação é uma ferramenta utilizada para facilitar o registro de dados de forma organizada para posterior análise, transformando opiniões em fatos. O modelo de folha de verificação a ser utilizado dependerá do objetivo da coleta de dados. Pode-se então utilizar a folha para analisar a distribuição de um item de controle de um processo produtivo; para classificação de dados, para localização de defeitos e para identificação de causas e defeitos. A folha de verificação para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo deve ser elaborada para que se possa obter um histograma após o encerramento das medições. Para classificação dos dados é utilizada para subdividir determinada característica de interesse em diversas categorias, como, por exemplo, categorizar os tipos de defeitos existentes em um produto não conforme. No caso da localização de defeitos é utilizada para identificar a ocorrência de defeitos relacionados à aparência externa de produtos acabados. Quando usada para identificar as causas de defeitos é similar a folha de classificação, no entanto, permite uma estratificação mais ampla dos fatores envolvidos no processo (WERKEMA, 1995b).

A folha de verificação facilita a coleta de dados para posteriormente se efetuar os cálculos que fornecerão as informações necessárias à tomada de decisão. Antes de iniciar a coleta de dados deve-se preparar a folha de verificação, sendo esta elaborada de forma clara, concisa e mais completa possível para evitar erros provindos das pessoas que venham a trabalhar na coleta de dados (TRINDADE et al, 2000; BRASSARD,1994).

De acordo com TRINDADE et al (2000) a ferramenta “check – list” é utilizada para ordenar a coleta de dados ou lembrar as etapas das operações ou atividades.

Uma ferramenta muito útil de fácil entendimento, o histograma é um polígono de frequência que possibilita o arranjo de dados em forma gráfica. Pela forma da distribuição dos dados pode-se verificar o tipo de distribuição da população estudada (WERKEMA, 1995b; TRINDADE et al, 2000; BRASSARD, 1994).

O gráfico de barras é um recurso utilizado para representação visual de uma série de dados ou de informações visando facilitar a compreensão e análise dos resultados. É apresentado em valores absolutos, não apresentando uma relação entre a causa e efeito (BRASSARD, 1994).

Utilizado para identificar causas especiais que trazem ganhos consideráveis ao processo produtivo, o gráfico de Pareto é elaborado com base numa folha de verificação ou outra fonte de coleta de dados (BRASSARD, 1994; KUME, 1985). De acordo com WERKEMA (1995b) o gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais utilizado para priorizar defeitos ou problemas, classificados em duas categorias: os poucos vitais e os muitos triviais. Os poucos vitais representam um pequeno número de problemas mas que resultam em grandes perdas para empresa. Os muito triviais, de extensa lista de problemas com perdas pouco significativas. O princípio de Pareto estabelece que se forem identificados cinquenta problemas relacionados a qualidade de uma empresa, a solução de apenas cinco ou seis poderá representar a redução de 80 ou 90% das perdas. Pode ser utilizado para descobrir problemas relacionados com as dimensões da qualidade total: qualidade, custo, entrega, moral e segurança, denominado gráfico de Pareto para efeitos. Pode ser usado para identificar as principais causas de um problema sendo denominado gráfico de Pareto para as causas (Figura 1) que fazem parte dos fatores que compõem um processo: equipamentos, insumos, informações do processo ou medidas, condições ambientais, pessoas e métodos ou procedimentos.

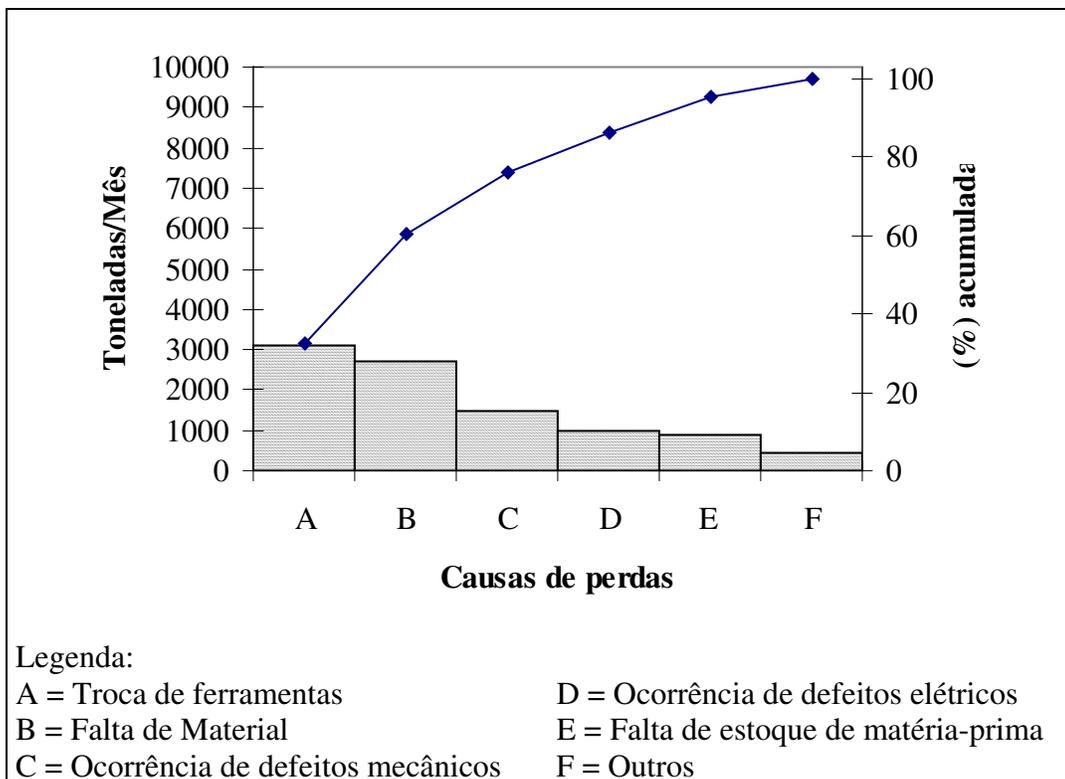


Figura 1 – Gráfico de Pareto para as causas de perdas de produção (WERKEMA, 1995a)

Denominada de 5W + 2H, esta ferramenta é utilizada na caracterização de problemas objetivando esclarece-los. Seu nome é originário de palavras da língua inglesa, onde os “Ws” significam *what* (o que), *where* (onde), *who* (quem), *when* (quando) *why* (porque) e os “Hs” *how* (como) e *how much* (quanto). Em alguns casos quando o item custo não estiver presente utiliza-se a ferramenta na forma 5W + 1H (TRINDADE et al., 2000).

Quando se fabrica um produto ou executa um serviço inevitavelmente ocorrerá uma variação sofrida pelos fatores que compõem o processo produtivo (WERKEMA, 1995b). De acordo com a autora as variações podem resultar de diferenças entre máquinas, mudança nas condições climáticas e variações entre lotes de matérias-primas, entre outras. Mesmo que controlada, a variabilidade em cada um destes fatores sempre existirá, e conseqüentemente a variabilidade no processo de produção também irá ocorrer. Esta pode ser chamada de variabilidade natural do processo e estará presente em todas as operações, mesmo que sejam empregados métodos padronizados. Então, quando a variabilidade natural está ocorrendo por causas comuns ou aleatórias pode-se dizer que o processo está sob controle estatístico. A ocorrência de causas especiais ou assinaláveis em um processo provoca a mudança de

comportamento resultando em perda de qualidade. As causas especiais fazem com que o processo se apresente fora de controle estatístico tornando sua variabilidade maior que a variabilidade natural. As causas especiais devem ser localizadas e eliminadas adotando-se também medidas para evitar sua reincidência. As causas especiais de variação podem ocorrer pela admissão de um novo colaborador, pela ocorrência de defeitos nos equipamentos, mudança de matéria-prima e o descumprimento dos padrões operacionais.

O gráfico de controle permite distinguir as causas especiais das aleatórias e desta forma verificar se o processo está ou não sob controle (LOURENÇO FILHO, 1964; WERKEMA, 1995b). Os gráficos de controle podem ser para variáveis e atributos. Os gráficos de controle por variáveis são utilizados quando a característica da qualidade é expressa por número em uma escala contínua de medida. São denominados de gráficos de média, gráficos de amplitude, gráficos do desvio padrão e gráficos de medidas individuais. O gráfico de amplitude geralmente é utilizado com o gráfico de média para controlar a variação dentro do subgrupo (KUME, 1993). Quando os dados de um processo são obtidos num longo intervalo ou quando a formação de subgrupos não é eficaz utiliza-se o gráfico de controle individual. Os gráficos “ pn ” e gráfico “ p ” são utilizados quando a característica da qualidade é representada pelo número de itens defeituosos ou fração defeituosa. Para amostras de tamanho constante utiliza-se o primeiro gráfico, e quando a amostra possui tamanho variável deve-se utilizar o gráfico “ p ”. Os gráficos c e u são utilizados para controlar os defeitos de um processo. O gráfico “ c ” é utilizado para um produto de tamanho constante e o gráfico “ u ” para um produto de tamanho variável.

Para implantar a qualidade nas empresas de acordo com LAPA et al. (1998) há necessidade de produzir novos padrões de comportamento. Neste momento o programa 5 “S” pode servir como alavacandor do sistema de gestão da qualidade, provocando mudanças de comportamento, incentivando o espírito de equipe e aumentando o nível de satisfação das pessoas envolvidas com a qualidade dos processos e dos produtos. O termo 5 “S” é originário de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S”. Na tradução das palavras para o português não se conseguiu encontrar sinônimos que iniciassem com tais letras e por isso foi acrescentado a palavra *senso* ao lado de cada palavra que se aproximava do termo original. Assim sendo o primeiro “S” ficou sendo chamado de *senso de utilização*, seguido do *senso de organização*, *senso de limpeza*, *senso de asseio* e *senso de auto disciplina*. O *senso de*

utilização visa ter apenas o necessário para o exercício das atividades, descartando materiais, equipamentos, ferramentas e informações. Depois de definido o que ficar na empresa deve-se então arrumar um local apropriado e identificá-lo, ou seja, aplicar o senso de organização. O senso de limpeza tem como objetivo primordial evitar a sujeira no ambiente de trabalho e manter as informações atualizadas. O senso de asseio significa dar condições favoráveis de saúde tanto física quanto mental aos colaboradores, bem como ter comportamento ético promovendo boas relações interpessoais. O senso de auto disciplina visa manter o que foi realizado seguindo as normas e regras acordados, observando os procedimentos e atendendo as especificações.

A implantação de um programa de qualidade numa empresa, sendo rural ou não, exige paciência, persistência e um método de avaliação. De acordo com AZAMBUJA (1994) todo processo de implantação da gestão da qualidade total deve sofrer uma auto-avaliação regular e sistemática, permitindo que as organizações identifiquem os pontos críticos e as áreas onde a melhoria pode ser realizada. Para tanto apresenta um modelo compatível com os critérios do Prêmio Europeu de Qualidade o qual considera a liderança, políticas estratégicas, gestão das pessoas, recursos e processos como fatores de avaliação. Como resultados empresariais considera a satisfação dos clientes externos, satisfação dos empregados, impacto na sociedade e resultados nos negócios. Cada item recebe uma pontuação totalizando 1000 pontos.

A FUNDAÇÃO PARA O PREMIO NACIONAL DA QUALIDADE – FPNQ (2002) utiliza uma metodologia que serve para premiar as empresas que atingiram o grau de excelência de gestão da qualidade. O modelo foi desenvolvido considerando o bom desempenho de organizações norte americanas, que apresentavam características comuns as quais diferenciavam das demais. Os valores identificados passaram então a serem considerados como fundamentos para a formação de uma cultura de gestão voltada para resultados e assim deram origem aos critérios de avaliação. Atualmente conta com sete critérios de excelência, com quantidade variável de itens de avaliação que recebem uma pontuação que totalizam 1000 pontos.

Para PALADINI (2002) a avaliação da qualidade é um processo que possui objetivos abrangentes e para atingi-los são empregados indicadores específicos. A avaliação inicia-se dos micro para os macro-processos da empresa, com critérios individuais que vão sendo

agregados ao modelo de forma gradativa. De acordo com o autor a fixação de critérios é de importância fundamental em toda a avaliação, e geralmente o critério básico utilizado é o da relação estímulo-resposta. Considerando que um resultado é consequência de um estímulo aplicado nem sempre há consistência no processo estímulo-resposta, ou seja, há modelos em que a relação estímulo-resposta não tem a mesma proporcionalidade entre as ações tomadas e o resultados obtidos.

2.2 Ferramentas da qualidade utilizadas no agronegócio

A empresa agrícola que deseja ser competitiva (SOUZA, 1997) deverá adotar o gerenciamento pela qualidade total. Princípios como a satisfação do cliente em primeiro lugar, gerência participativa, capacitação dos trabalhadores, mudança comportamental, aperfeiçoamento constante e gerência de processos terão que fazer parte desta filosofia de trabalho.

A qualidade total no agronegócio pode ser conceituada como a forma de administrar as tarefas combinando diretrizes do sistema de qualidade com o comportamento do trabalhador em todas as atividades da empresa (PECHE FILHO, 1994). Os pontos básicos da qualidade total seriam então os recursos humanos, materiais e os processos. Segundo o autor, para implantar a qualidade em empresas agrícolas deve-se seguir algumas etapas: esclarecer e convencer o proprietário; definir a pessoa que gerenciará a implantação; avaliar o estado atual da propriedade; elaborar um cronograma de trabalho; unificar a terminologia com base na qualidade; formar grupos de trabalho; estabelecer metas de treinamento; promover auditoria e estabelecer um esquema de manutenção.

Implantar a qualidade na empresa agrícola para TRINDADE et al. (2000) significa envolver as pessoas no processo produtivo, motivando-as para que utilizem a sua criatividade e contribuam na melhoria dos processos. Neste contexto as ferramentas da qualidade surgem como elemento facilitador na implantação de sistemas de qualidade tendo-se em vista a melhoria contínua dos processos.

Para ANTUNES e ENGEL (1997) existe um grande número de ferramentas e métodos para implantação da qualidade, cabendo ao administrador escolher no máximo três ferramentas para auxiliá-lo implantação. Segundo os autores as ferramentas devem ser

empregadas basicamente para medir o desempenho dos processos, auxiliar na detecção de problemas, auxiliar na determinação das causas dos problemas encontrados e por último auxiliar na determinação de soluções para os problemas encontrados. Pode-se escolher então os diagramas de dispersão, os gráficos de Pareto, os gráficos de tendência, histogramas, fluxogramas e os gráficos de controle do processo.

Uma importante ferramenta utilizada por TRINDADE et al. (2000) foi o “brainstorming” que auxiliou na resolução do problema da profundidade da gradagem fora da especificação. Com a equipe de tratoristas obteve-se as sugestões de possíveis causas do problema, definindo-se quais as mais importantes para agir sobre elas.

Para demonstrar as operações realizadas no sistema de produção de trigo SUGUISAWA (2004) utilizou a ferramenta fluxograma, conforme Figura 1. Além desta utilizou o histograma de frequência e a carta de controle identificando que em todas as operações as especificações agrônômicas estavam fora de seus limites. Na operação de semeadura, por exemplo, a profundidade, sementes descobertas e fechamento dos sulcos estavam fora de controle.

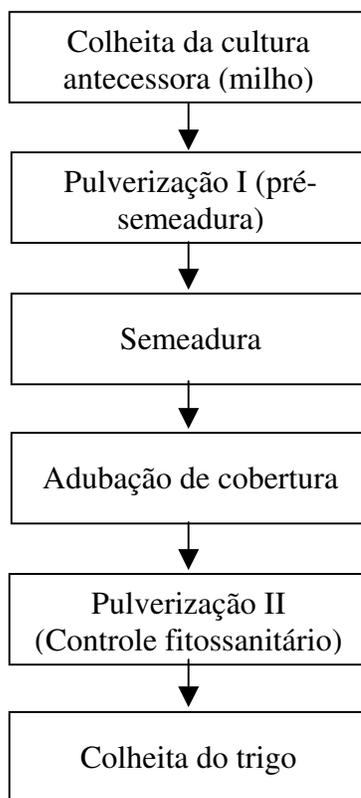


Figura 2 – Fluxograma das operações do sistema de produção de trigo (SUGUISAWA, 2004)

Avaliando a qualidade de plantio manual e mecanizado de mudas de eucaliptos FESSEL (2003) trabalhou com as ferramentas histograma de frequência, gráficos de controle, gráfico de pareto e diagrama de causa e efeito. O histograma foi utilizado para demonstrar que o plantio mecanizado apresentou maior variação do que o manual e com menor classe de frequência dentro das especificações da empresa. Com base nos gráficos de controle observou-se que independente do sistema de plantio a variável distância entre plantas ficou fora de controle estatístico. Pelo gráfico de pareto demonstrou que os maiores defeitos no plantio foram as mudas com colo encoberto pelo solo e mudas fora do centro do sulco, para ambos os sistemas de plantio. O autor também demonstrou também pela ferramenta diagrama de causa e efeito as principais causas que estavam afetando a qualidade do plantio, foram a máquina com desempenho insatisfatório, métodos não controlados, mudas não padronizadas, treinamento inadequado da mão-de-obra entre outras. O autor conclui então que o sistema mecanizado apresentou um plantio qualitativamente inferior ao manual.

Conforme WEIRICH NETO (2000) o conhecimento do processo é o primeiro passo a ser dado rumo à qualidade, pois, precisa-se saber o que está acontecendo para depois estudar as devidas melhorias. Para o autor uma ferramenta simples que pode ser utilizada para uma visualização global do processo é o Diagrama de Ishikawa o qual representa as atividades agrícolas com apenas 5 M (Máquina, Material, Mão-de-obra, Meio e Método). O passo seguinte é avaliar cada causa empregando ferramentas da qualidade como os gráficos de controle estatístico do processo (CEP).

Para demonstrar as causas que estão influenciando o resultado do processo de pulverização FEY (1998) utilizou o diagrama de Ishikawa (Figura 3). Verificou pelos gráficos de controle que o volume das pontas dos pulverizadores testados estavam fora de controle.

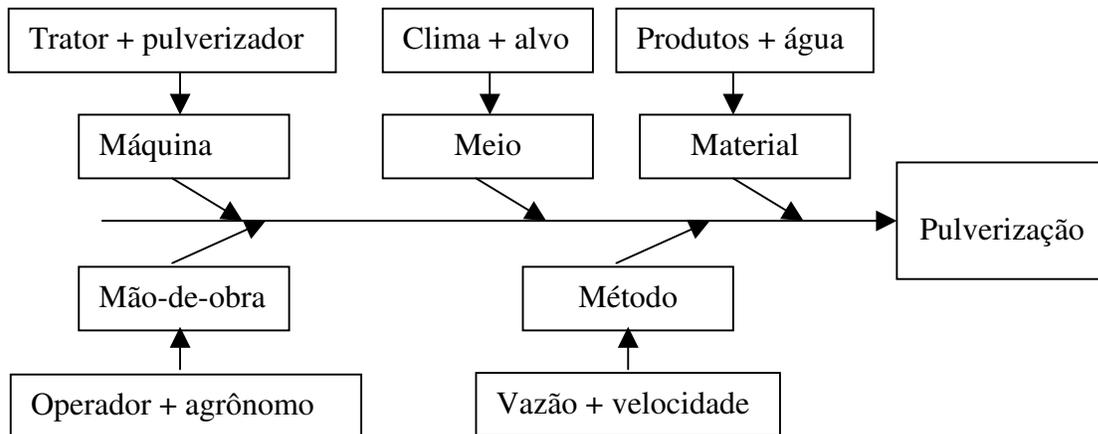


Figura 3 – Diagrama simplificado de Ishikawa do processo de pulverização (FEY, 1998)

Avaliando o processo de semeadura de soja, SANTOS et al. (2000) utilizaram o histograma de frequência para demonstrar o comportamento da lavoura quanto a população de plantas por hectare. Verificaram que os dezoito processos estavam fora dos limites de especificação.

Com o objetivo de avaliar a qualidade das operações de preparo do solo e aplicação de defensivos para a cultura da cana-de-açúcar FERNANDES et al. (2000) utilizaram as ferramentas histograma e cartas de controle. Pela carta de controle verificaram que a operação de subsolagem estava fora de controle e pela análise do histograma observaram que apenas 14% estavam dentro dos padrões desejados. Com relação a operação de pulverização demonstraram através do histograma que apenas 32% dos pontos amostrados tinham deposição de gotas dentro dos padrões.

Empregando técnicas estatísticas de controle de qualidade em operações mecanizadas para a cultura do milho PASQUA et al. (1996), pela ferramenta histograma mostraram que 37,5% dos espaçamentos entre plantas ficaram fora dos limites de especificação, mas pela carta de controle verificaram que a distribuição estava sob controle estatístico.

Buscando a redução de custos de produção e aumento da eficiência do sistema operacional agrícola SCHIVAVUZZO et al (2004) propuseram uma metodologia de cálculo da eficiência com base nos conceitos da rotina e melhoria. Neste trabalho utilizaram gráficos de controle e de Pareto.

Com o objetivo de avaliar a operação de aração e sulcagem para o plantio de cana-de-açúcar SALVI e MILAN (2004) utilizaram as ferramentas cartas de controle e histogramas. Com relação a profundidade de aração através das cartas de controle pode-se verificar que a

operação apresentou-se fora de controle estatístico. A amplitude mostrada pelo histograma foi entre 0,2 e 0,34 m de profundidade.

A ferramenta “check-list” ou lista de checagem pode auxiliar a lembrar as etapas da operação da colheita em atividades florestais, conforme quadro 1 (TRINDADE et al., 2000).

Quadro 1 – Lista de checagem das operações que devem ser analisadas na colheita de madeira (TRINDADE et al., 2000)

LISTA DE CHECAGEM DOS PONTOS A SEREM ANALISADOS NA COLHEITA		
OPERAÇÕES	SIM	NÃO
Roçada da área	X	
Distanciamento de serradores	X	
Utilização de equipamentos de proteção individual		X
Utilização de bitola na motosserra	X	
Verificação da altura da cepa e do tamanho de tora		X
Organização da linha e da galhada		X
Aproveitamento da madeira	X	
Retirada de madeira da área	X	
DATA:		

2.3 Processo pulverização

As aplicações por via líquida, geralmente feitas na forma de gotas, são genericamente denominadas de processo de pulverização (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Tal processo é realizado quando se tem a necessidade de controlar plantas daninhas, doenças e pragas que venham reduzir a produtividade das culturas de interesse econômico.

Para recomendar um produto, o agrônomo deve se basear nas espécies de plantas daninhas, doenças e pragas que estão ocorrendo na lavoura e verificar a infestação de plantas daninhas e pragas e incidência de doenças.

Visando monitorar e controlar as doenças do trigo REIS (1994) recomenda a vistoria da lavoura em intervalos de 7 a 10 dias coletando-se uma amostra de 40 a 50 plantas por cultura. A lavoura deve ser percorrida a partir do estágio de afilhamento do trigo e após a coleta das plantas deve-se separar as folhas em dois grupos, com e sem determinada doença, sendo que, no caso de manchas foliares uma folha é considerada doente quando apresentar no mínimo uma lesão maior do que dois milímetros. Quando a incidência atingir os valores entre 70 e 80% deve-se proceder a aplicação do fungicida. Caso seja inferior deve-se continuar o monitoramento.

No caso de pragas da soja a ASSOCIAÇÃO DE CRÉDITO E ASSISTÊNCIA RURAL DO PARANÁ – ACARPA (1979) recomenda a aplicação de inseticida em função de amostragens feitas na lavoura com auxílio de um pano de batida. Tal pano, da cor branca com um metro comprimento e largura de acordo com espaçamento da cultura é posicionado no meio da linha de semeadura da soja, em seguida se faz a batida na folhagem da cultura para que as pragas caiam em cima do pano. Após este procedimento se faz a contagem das pragas. Se forem lagartas, também se deve avaliar o percentual de danos foliares. A decisão da aplicação será em função do estágio de desenvolvimento da cultura (antes ou depois da floração), da porcentagem de folhas destruídas e do número de lagartas encontradas com mais de 1,5 centímetros.

Para o cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol em municípios do sudoeste goiano e em Chapadão do Sul – MS, BRIGHENTI et al. (2003) utilizaram o método do quadrado inventário ou censo populacional vegetal. O método se baseia na utilização de um quadrado de 1,0 m de aresta ao acaso no interior da lavoura. Entre as plantas daninhas com maior índice de importância encontraram *Cenchrus echinatus*, *Bidens* sp, *Euphorbia heterophylla* e *Commelina benghalensis*, entre outras.

Com o objetivo de cadastrar as plantas daninhas ocorrentes na cultura da soja em onze municípios em Minas Gerais LACA-BUENDIA et al. (1995) utilizaram o método do quadrado-inventário colocado ao acaso vinte vezes em cada propriedade. Foram coletadas 22 espécies, pertencentes a 13 famílias, 25 gêneros e 12.225 indivíduos. A espécie de maior importância foi a *Bidens pilosa* seguida por *Ageratum conyzoides*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*.

Para cadastrar as plantas daninhas ocorrentes na cultura do café em seis municípios de Minas Gerais LACA-BUENDIA e BRANDÃO (1994) realizaram contagens em dez propriedades utilizando o método do quadrado-inventário, onde um quadrado de madeira de 1,0 x 1,0 m foi colocado ao acaso dez vezes por propriedade. As espécies *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea*, *Eleusine indica*, *Lepidium rudesale*, *Oxalis oxyptera*, *Amaranthus hybridus*, *Digitaria horizontales* e *Phyllanthus nisuri* foram a espécies que apresentaram maior índice de importância.

De acordo com SKORA NETO (1998) no Estado do Paraná e no sistema de semeadura direta as plantas daninhas predominantes são: a *Brachiaria plantaginea*, *Sida*

rhombofolia, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Sonchus oleraceus*, *Richardia brasiliensis*, *Solanum americanum*, *Senecio brasiliensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Bidens sublaternans*, *Conyza banariensis*, *Digitaria ciliaris*, *Pteridium aquilinum*, *Setaria verticillata*, *Borreria alata*, *Cyperus rotundus* entre outras.

O controle das plantas daninhas é efetuado por herbicidas que segundo LORENZI (1994) pode ser definido como qualquer produto que mata ou inibe o desenvolvimento de uma planta. São classificados como seletivos de ação total os produtos que eliminam toda vegetação existente. Existem ainda os herbicidas aplicados antes da semeadura (PPI) e os aplicados após a semeadura em pré e pós-emergência.

No sistema de semeadura direta as plantas daninhas são eliminadas antes ou logo em seguida à semeadura da cultura de interesse econômico, sem que esta tenha emergido. Esta operação, denominada de manejo ou pré-plantio onde a dessecação das plantas daninhas é realizada com herbicidas de contato ou sistêmico de ação total (SCHULTZ, 1987). Após a semeadura as plantas daninhas podem ser controladas com herbicidas pré-emergentes ou pós-emergentes.

Para BUZATTI (1999) o manejo ou dessecação das plantas daninhas é a operação de grande importância, pois substituirá as operações de preparo do solo. Na região dos Campos Gerais, na dessecação são utilizados herbicidas não seletivos e de ação total, como por exemplo: glyphosate, sulphosate, paraquat, paraquat + diuron, entre outros. A utilização de um ou mais produtos vai depender das espécies presentes na área, estágio de desenvolvimento da planta daninha e cultura subsequente a ser semeada.

VOLL et al. (2002) avaliaram a competição de espécies de plantas daninhas com cultivares de soja e observaram que seis plantas de *Brachiaria plantaginea*, três plantas de *Ipomoea grandifolia*, uma planta de *Euphorbia heterophylla* e uma planta m^{-2} de *Senna obtusifolia* podem reduzir em até 10% a produtividade de cultivares de soja de ciclo precoce e médio.

Avaliando a interferência de *Bidens pilosa* no rendimento de grãos de soja RIZZARDI et al. (2003) verificaram que as perdas de produtividade foram menores quando a semeadura foi realizada próxima a dessecação. Para produtividades próximo de 3500 kg ha^{-1} o número de plantas desta espécie pode variar de 2 até 10 plantas m^{-2} sendo a menor densidade para a semeadura de soja aos 11 dias após a dessecação e a maior com três dias após a

dessecação para o ambiente 1. Considerando o ambiente 2 a quantidade de plantas daninhas por metro quadrado diminuiu sensivelmente variando de 0,4 até 5 plantas m⁻² para semeadura realizada aos 11 e aos três dias após a dessecação, respectivamente.

MONQUERO et al. (2001) analisaram a mistura de glyphosate com herbicidas alternativos para o controle de *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Amaranthus hybridus*, *Galinsoga parviflora* e *Ipomoea grandifolia* e observaram apenas o efeito aditivo da mistura com glyphosate comparado com o glyphosate isolado.

Nas aplicações de defensivos agrícolas a água é o líquido comumente utilizado (CHRISTOFOLETTI, 1992). Na água dilui-se a formulação resultando-se desta mistura uma calda com o produto químico na concentração adequada para aplicação. A aplicação via líquida é classificada pelo volume de aplicação utilizado por hectare sendo que para aplicação em culturas como soja, milho, trigo, batata, entre outras, utiliza-se entre 5 e 600 L ha⁻¹.

Para BOLLER et al. (2003) a variação do volume de calda de 50 até 400 L ha⁻¹ não influenciou o peso de mil grãos e nem a produtividade de cultura do trigo, mas houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha sem fungicida. No caso da cultura da aveia BOLLER et al. (2001) verificaram que volumes iguais ou superiores a 200 L ha⁻¹ seriam recomendados para se obter melhores níveis de controle da ferrugem da folha e de maiores produtividades de grãos, com uma só aplicação.

Trabalhando com cinco volumes de calda entre 100 e 300 L ha⁻¹ e com variação de 50 L ha⁻¹ na aplicação de fungicida para cultura do trigo, SANTOS et al (2004) observaram que não houve diferença significativa entre os volumes para a produtividade, peso de mil grãos peso hectolítrico.

A água pode ser considerada o diluente de baixo custo de obtenção, no entanto deve-se tomar certos cuidados para se conseguir aplicações de qualidade. Tais cuidados estão relacionados com a facilidade de evaporação da água e com seu deslocamento pelo vento (deriva) (CHRISTOFOLETTI, 1992). A evaporação está relacionada com o tamanho de gotas produzidas e a condições meteorológicas como temperatura e umidade relativa do ar. Numa mesma condição, gotas menores apresentam maior facilidade de evaporação e de deriva do que gotas maiores.

Para caracterizar o tamanho de gotas utiliza-se o conceito de diâmetro mediano volumétrico (DMV) o qual representa o diâmetro que divide o volume de pulverização em

duas partes iguais, sendo metade das gotas produzidas menores que o DMV e a outra metade maior (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Avaliando estratégias para redução da deriva CUNHA et al. (2003) verificaram que independente da pressão de trabalho para uma mesma ponta de pulverização a adição de um adjuvante aumentou o DMV e reduziu a amplitude relativa (AR) de gotas pulverizadas. A porcentagem do volume pulverizado composto por gotas de tamanho menor que 150 μm também foi reduzida. A mesma situação foi observada quando foi comparado pontas de jato plano comum com pontas antideriva.

Independente da vazão das pontas de pulverização (RAMOS 2003) e do modelo (SPRAYING SYSTEMS, 1999) o aumento da pressão de trabalho reduz o seu DMV e desta forma a aplicação apresenta-se com maior probabilidade de deriva.

Segundo TORRES (2001) há dez anos tinha-se como opção pontas com jato tipo cone e plano comum. Na atualidade já se pode contar com pontas de baixa deriva onde as de jato plano passaram a criar gotas maiores e menos sujeitas a deriva. Pode-se ter ainda pontas com injeção de ar que geram gotas grandes reduzindo ainda mais o risco de deriva. As pontas de jato cônico podem ser substituídas pelas de jato plano simples ou duplo, com ou sem injeção de ar mantendo-se a mesma eficiência (BOLLER et al, 2003). Comparando pontas de jato plano e cônico CUNHA et al. (2005) verificaram que independente do volume de aplicação que as pontas de jato cônico produziram gotas com menor DMV que as de jato plano. Com relação a porcentagem do volume pulverizado composto por gotas com diâmetro inferior a 100 μm as de jato cônico apresentaram um resultado médio três vezes maior que o produzido pelas pontas de jato plano.

2.3.1 Fator Máquina

A máquina numa propriedade agrícola proporciona agilidade nas tarefas, conforto ao operador, aumento da capacidade de trabalho e produtividade (MACHADO, 2001).

No processo de pulverização agrícola o fator máquina geralmente é representado pelo trator e pulverizador. O trator será responsável por tracionar o pulverizador e fornecer potência pela tomada de potência à bomba do pulverizador. Segundo VELLOSO et al. (1984) o pulverizador tem a função de levar o defensivo agrícola até o alvo sendo que sua escolha e

utilização são de fundamental importância na eficácia de ação dos produtos.

Pulverizador é todo equipamento capaz de produzir gotas, em função de uma determinada pressão exercida sobre a calda, sendo basicamente constituído por um tanque, registro, filtros, bomba, comando, barras e pontas (BALASTREIRE, 1987; CHRISTOFOLETTI, 1992, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR, 1995; JACTO, 2001).

Em todo o sistema existem quatro filtros que servem para reter resíduos que venham a prejudicar a pulverização e devem ser limpos diariamente (RAMOS, 2003). O regulador de pressão possibilita regulagens de até 3.447 KPa. O manômetro, instrumento que serve para indicar a pressão de trabalho no circuito podendo ser com ou sem glicerina. As bombas, com capacidade de vazão de 40 até 300 L min⁻¹ a 540 min⁻¹ trabalham com pressão de até 3.447 KPa, seus componentes que estão em contato direto com os defensivos agrícolas são resistentes as abrasões e ao ataque de produtos químicos. Os bicos de pulverização são compostos por filtros, pontas e capas. Os filtros são identificados pela malha, cor do anel selador e cor do corpo. As principais pontas utilizadas são de jato plano e as de jato cônico. As de jato plano são usadas para aplicação de herbicidas em superfície e em pré-emergência, de contato e pós-emergência. São classificadas de acordo com a cor, ângulo de formação do jato e vazão e devem ser posicionadas na barra com um pequeno ângulo, cerca de 10 graus, orientadas no mesmo sentido para evitar que os leques se choquem ao cruzarem, causando turbulência e gotejamento.

Para que o pulverizador possa realizar uma aplicação de qualidade todos os seus componentes devem estar em perfeitas condições de uso. Preocupados com a qualidade de aplicação há muito tempo vários países da Europa adotaram a inspeção periódica de pulverizadores. Na Itália, conforme cita ANTUNIASSI (2001) o programa iniciou em 1985 e em 1989 um total de 60 pulverizadores de barra tinham sido avaliados e destes apenas oito estavam em condições adequadas de uso. A Bélgica adotou a obrigatoriedade em 1995. Na inspeção atribuíam-se aos pulverizadores a certificação e/ou orientação aos usuários para melhorar o uso e manutenção. Esta medida visava reduzir a quantidade de aplicação de defensivos agrícolas, reduzir custos e contaminação ambiental, bem como otimizar a eficiência de aplicação.

No Brasil não se tem registro de obrigatoriedade de um programa de inspeção de

pulverizadores, mas se tem registro de pesquisadores trabalhando para implementar tal programa. No estado do Paraná, realizando um trabalho junto aos cooperados da Cooperativa Vale do Piquiri – COOPERVALE, FEY (1998) observou que dos tratores utilizados 14 se apresentaram em boas condições de operação. Os tratores estavam equipados com horímetro e contagiros, pneus estreitos, ausência de lastro, exceto nos tratores que operavam pulverizadores montados. Em um dos tratores observou a ausência de acelerador manual, o que dificultaria a manutenção da rotação de trabalho do motor, podendo assim causar variação na dosagem de pulverização. Em nove pulverizadores, os manômetros estavam funcionando e em seis não. Quanto às pontas, 10 pulverizadores estavam equipados com pontas 11002, um com Albus-150, um com 11003 e três com pontas 80E3. Observou ainda, pontas de marcas e vazões diferentes em três pulverizadores.

Nos Estados de São Paulo e Paraná GANDOLFO (2002) utilizando uma unidade móvel inspecionou 76 pulverizadores e constatou que a maioria dos pulverizadores já estava em operação há mais de dois anos. Destes, 56,6% apresentaram ocorrência de vazamentos sendo que em média os vazamentos aconteciam em pelo menos três locais em um mesmo pulverizador. Nos pulverizadores com maior tempo de uso o percentual de vazamento foi quase que o dobro dos pulverizadores novos. Com relação à presença de mangueiras danificadas 48,7% apresentaram pelo menos uma mangueira danificada. O erro de espaçamento entre bicos ocorreu em 42,1% dos pulverizadores, sendo o erro médio do número de espaçamentos incorretos igual a três por pulverizador. Os pulverizadores novos foram os que apresentaram as menores ocorrências de erros nesse aspecto.

A presença de filtro de sucção foi constatada em todos pulverizadores e somente 11,8% apresentaram algum tipo de dano ou obstrução. Em 47,4% dos pulverizadores foi constatado a falta de filtro de linha e aqueles que o possuíam, 22,5% apresentaram algum tipo de dano no filtro. Com relação aos antigotejadores 69,7% dos pulverizadores estavam equipados, mas em 60,4% destes havia pelo menos um antigotejador inoperante. A presença de manômetro foi observada em 81,6% dos pulverizadores, mais somente em 17,7% estavam adequados. GANDOLFO (2002) também observou que em 2,6% dos pulverizadores havia pontas diferentes utilizadas nas barras.

A manutenção tanto do trator quanto do pulverizador é um dos quesitos importantes para se ter a qualidade de pulverização garantida. O filtro de sucção deve ser limpo de

preferência a cada abastecimento do tanque. Os filtros de linha e das pontas devem ser limpos de preferência logo após o término da aplicação principalmente quando for usado produto com formulação pó molhável. As pontas de pulverização também devem ser limpas ao final da aplicação, se possível deixar de molho em água com detergente, secar e guardar em um recipiente tampado. Outra recomendação é de nunca desentupir uma ponta com objeto metálico ou madeira. O melhor é desentupir com a utilização de uma escova de cerdas plásticas ou com ar comprimido, conforme citam COUTINHO e CORDEIRO (2003) e RAMOS (2003).

2.3.2 Fator Mão-de-obra

De acordo com MATUO (1998) além do desenvolvimento de novos equipamentos a melhoria na aplicação de defensivos agrícolas só será alcançada com o treinamento contínuo dos colaboradores. Segundo ANTUNIASSI (2001) os projetos de inspeção de pulverizadores implantados na Europa além de verificar se os pulverizadores estavam aptos a trabalhar davam importância ao processo educativo dos colaboradores e proprietários.

Em qualquer processo operacional de uma propriedade agrícola o fator mão-de-obra estará sempre presente, com maior ou menor grau de responsabilidade, mas com alto nível de comprometimento. Segundo TEIXEIRA e TEIXEIRA (1998) nível de comprometimento se traduz pela combinação relacional de confiança e motivação. A confiança pode ser entendida como a medida de segurança da pessoa em si própria sentindo-se capaz de desempenhar uma função sem supervisão. A motivação seria o interesse e o entusiasmo da pessoa em fazer bem seu trabalho.

Comprometidos com o processo de pulverização se tem o operador de máquinas e o agrônomo. O agrônomo terá a responsabilidade de avaliar quais plantas daninhas, pragas e doenças estão presentes na área e qual a porcentagem de infestação. Após a avaliação recomendará o produto, dose deste, ponta e volume de aplicação para efetuar o controle das plantas daninhas, pragas e doenças. Num primeiro momento também será responsável pelo treinamento do operador de máquinas para que o mesmo execute a regulagem do pulverizador e futuramente delegar esta tarefa.

Neste momento o agrônomo deve assumir o papel de líder. Conforme TEIXEIRA e

TEIXEIRA (1998) um líder pode utilizar quatro estágios de liderança até que o colaborador possa atingir uma condição de maturidade para execução do seu trabalho. No primeiro estágio, denominado de direção o líder fornece instruções específicas e supervisiona o cumprimento das tarefas. No segundo, treinamento, o líder continua dirigir e supervisionar a realização das tarefas, mas explica decisões, solicita sugestões e incentiva o desenvolvimento. No terceiro estágio, de apoio, o líder facilita e apóia os esforços dos colaboradores e compartilha na tomada de decisões. No quarto, o da delegação, o líder transfere a responsabilidade do processo decisório e da solução de problemas aos subordinados.

A necessidade de treinamento dos operadores é uma realidade que deve ser levada em consideração quando se deseja melhorar a qualidade do processo de pulverização. No entanto se deve ter um programa adequado de treinamento o qual deve observar o grau de instrução dos operadores. Segundo pesquisa realizada pela CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA – CNA (1999) a maioria das pessoas envolvidas com o trabalho no setor agropecuário não têm mais de seis anos de estudo. Neste contexto há um desnivelamento da balança, onde de um lado se tem uma mão-de-obra com baixo grau de instrução e do outro se tem o lançamento de pulverizadores e outras máquinas com tecnologias inovadoras, como pulverizadores com um sistema de controle de vazão eletrônico e um sistema de posicionamento geográfico – GPS. Cai por terra a idéia de que o setor agropecuário poderá absorver mão-de-obra de baixa qualificação, visto que a tecnologia de ponta também está se inserindo neste setor principalmente com a agricultura de precisão.

Para a EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER (2002) a experiência do aplicador é fundamental, pois é o responsável pela tomada de decisões. Deve possuir conhecimento dos equipamentos e produtos utilizados, reconhecer corretamente os alvos e ter sensibilidade para lidar com os fatores gerais que influenciam na aplicação.

2.3.3 Fator Material

Com relação ao fator material pode-se considerar como fatores secundários a água utilizada como veículo de pulverização e os produtos ou defensivos agrícolas. Segundo VELLOSO et al. (1984) produtos ou defensivos agrícolas são todos os produtos químicos

destinados ao controle dos agentes causais.

De acordo com a JACTO (2001) deve-se evitar água dura, ou seja, com alta concentração de sais de cálcio e magnésio dissolvidos e calculados em equivalentes de carbonato de cálcio (CaCO_3) e ainda se ter o devido cuidado com o pH, o qual pode influenciar na atividade biológica dos defensivos agrícolas. A maioria dos produtos utilizados para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, quando veiculados em água com pH alcalino podem sofrer instabilidade e paralisam ou reduzem o processo químico por hidrólise alcalina. Ocorre uma redução de horas ou minutos na vida útil do defensivo agrícola. Cada defensivo agrícola requer um pH ideal para que possa render toda a sua potencialidade, possibilitando um melhor resultado e economia.

Existem várias formas de se conhecer o pH da água como tiras de papel tornassol, com reagente químico, mas ideal seria um bom pHmetro eletrônico. A água também deve estar livre de matéria orgânica, barro, cristais de areia e elementos minerais como Fe, Zn, Al, Ca, Mg os quais provocam uma reação nos defensivos agrícolas reduzindo a sua eficácia. Afetará também a durabilidade das pontas de pulverização (JACTO, 2001).

Para RAMOS (2003) a escolha da malha dos filtros que fazem a filtragem da calda a ser pulverizada está em função da formulação do produto fitossanitário e das pontas a serem utilizadas. Se o produto fitossanitário for do tipo pó-molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC), por apresentarem partículas sólidas em suspensão na calda podem prejudicar o desempenho do pulverizador se o mesmo for equipado com filtros malha 80 ou superior. O diâmetro das partículas do produto sendo maiores do que o diâmetro dos orifícios das peneiras permitirá que o mesmo fique retido obrigando o operador a realizar limpezas constantes, reduzindo o período útil de trabalho e elevando o risco de contaminação.

A retenção do produto pode provocar torções nos filtros provocados pela sucção da bomba rompendo a malha e criando espaços para passagem da calda e desta maneira reduzindo sua vida útil. Outro problema é a aplicação de subdosagens do produto e conseqüentemente limitando a eficiência deste. Para evitar estes tipos de problemas quando se usa formulações PM ou SC deve-se colocar peneiras com malha 50 em todas as posições de filtragem (bomba, linha e pontas). Se as pontas exigirem malha 80 ou superior as mesmas não devem ser usadas para aplicações com formulações PM ou SC. Pontas de vazão 01 (11001) ou 015 (110015) recomenda-se utilizar filtros de malha 100, as pontas de vazão 02 (11002) ou

maior utilizar filtros com malha 50 (RAMOS, 2003).

Outro fator importante relacionado com a formulação dos produtos está relacionado com a durabilidade das pontas que de acordo com a JACTO (2001) produtos com formulações pó molhável e suspensão concentrada possuem abrasividade alta que aceleram o processo de desgaste das pontas.

De acordo com a ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL - ANDEF (1999) nos anos de 1997, 1998 e 1999 foram consumidos no Brasil um total de 133.933, 128.712 e 127.585 toneladas de ingredientes ativos representando um gasto em dólares de 2.180.791, 2.557.849 e 2.329.067, respectivamente. Os quatros estados que apresentaram o maior consumo em ordem decrescente foram São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Do total gasto de produtos no Estado do Paraná, os herbicidas representam 59%, seguido dos inseticidas com 16%, fungicidas com 14%, acaricidas com 0,7% e com 10,3% estão incluídos outros produtos. Esta condição de maior gasto com herbicidas provavelmente seja em função da exigência do controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto, pois o estado possui a maior área cultivada neste sistema (FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP, 1999).

2.3.4 Fator Meio

Para o fator meio, no momento da aplicação dos defensivos deve-se observar as condições climáticas, a cultura e o alvo biológico. Como alvo biológico entende-se o agente causal das doenças, as plantas daninhas e as pragas (VELLOSO et al., 1984).

A respeito das condições meteorológicas, quando se têm condições favoráveis à evaporação e deriva, como ventos acima de 10 km h^{-1} , temperaturas superiores a 36°C e umidades relativas abaixo de 50 %, deve-se evitar pontas que produzam gotas finas ou médias. Quanto ao alvo, dependendo de onde a planta daninha, praga e doença se localizam, havendo necessidade de maior penetração na folhagem, nas condições meteorológicas favoráveis de aplicação pontas que produzam gotas finas ou médias devem ser utilizadas (COUTINHO e CORDEIRO, 2003).

Para MAROCHI e SCHMIDT (1996) o conhecimento das condições meteorológicas

como, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, durante o período de aplicação, é de fundamental importância para orientação e recomendação de tratamentos fitossanitários para cada região agrícola. Os mesmos autores ainda comentam que na região dos Campos Gerais, nas primeiras horas do dia a velocidade do vento é baixa e a partir das 10 h se eleva, permitindo o reinício das aplicações somente após as 17 h. Com relação à umidade relativa os períodos das 5 h até 11 h e das 18 h até 24 h são favoráveis à aplicação, já os períodos após as 11 h e antes das 18 h apresentam-se com a umidade relativa abaixo de 60 %, salientando que está baixa umidade tem influência direta sobre a vida útil das gotas e atividade dos herbicidas, principalmente para os pós-emergentes.

Segundo recomendação da JACTO (2001) as condições climáticas favoráveis para a pulverização são: vento inferior a 10 km h^{-1} (para pulverizadores sem cortina de ar), temperatura ambiente entre 7 e $30 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar superior a 50 %. Para se fazer uma aplicação eficiente deve-se determinar na planta onde a praga ou doença se localiza considerando que tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é a colocação de um produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade adequada, de forma econômica e com riscos mínimos de contaminação ambiental.

Entre os fatores meteorológicos que provocam a deriva o vento é o de maior impacto. Sua velocidade varia ao longo do dia, aproveitar fazer a pulverização nas horas mais calmas do dia é uma opção para minimizar a deriva. O início da manhã e início da tarde são geralmente mais calmos. Em situações de baixa velocidade do vento, pode-se pulverizar com pressões recomendadas para as pontas. A medida que a velocidade do vento aumenta, deve-se reduzir a pressão de pulverização e aumentar o tamanho da gota das pontas com menor tendência a deriva. Recomenda-se medir o vento durante a aplicação utilizando um anemômetro (SPRAYING SYSTEMS, 1999).

De acordo com a SPRAYING SYSTEMS (1999) quando se faz aplicações com a temperatura ambiente acima de 25°C e com baixa umidade relativa do ar as gotas pequenas estão propensas a deriva devido ao efeito da evaporação. Temperatura alta durante a aplicação pode exigir a mudança do sistema de pulverização ou suspensão da aplicação.

Avaliando estratégias para redução da deriva CUNHA et al. (2003) observaram que pontas de jato plano padrão sem adição de óleo a calda possuem alto potencial de risco de deriva, mesmo com pressão de 200 kPa. Nesta pressão a ponta apresentou um DMV de 164

μm e com adição de óleo o valor aumentou para 297 μm , no entanto, as gotas ainda foram menores quando comparadas com a ponta antideriva com orifício de entrada de ar a qual apresentou um DMV de 322 μm . Também observaram que a amplitude relativa do tamanho de gotas foi menor com a adição de óleo na ponta padrão e ponta antideriva comparando com a ponta padrão sem óleo. Segundo os autores quanto maior o valor da amplitude relativa, maior será a faixa de tamanho de gotas pulverizadas. Espectro de gotas homogêneo tem valor da amplitude relativa tendendo a zero. Os valores de DMV e amplitude relativa devem ser analisados conjuntamente para a caracterização da pulverização. Isoladamente, o DMV fornece um valor de referência, sem indicar a dispersão dos dados em torno desse valor. A amplitude relativa indica a homogeneidade do tamanho das gotas.

2.3.5 Fator Método

Neste fator pode-se considerar os procedimentos que o operador terá que realizar para executar uma aplicação de qualidade. Sendo estas a escolha da correta rotação do motor, escolha da velocidade de operação, escolha do local de abastecimento do pulverizador, escolha dos filtros e pontas em função da formulação do produto, utilização de equipamentos como fator de decisão para iniciar ou parar uma aplicação, verificação da vazão das pontas e da sua regularidade de distribuição, calibração do pulverizador e preparo da calda (RAMOS, 2003).

Primeiramente deverá observar qual a rotação do motor do trator condizente com a rotação de 540 min^{-1} na tomada de potência (TDP). Tal condição se torna essencial, pois a rotação abaixo de 540 min^{-1} além de reduzir a vazão da bomba, dificultará a lubrificação da mesma e conseqüentemente sua vida útil, também prejudicará a aplicação do produto fitossanitário. A agitação deficitária, tanto mecânica quanto hidráulica afetará a aplicação de produtos principalmente com formulação pó molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC), as partículas sólidas destas formulações tenderão a se depositar no fundo do tanque. Formulações tipo concentrado emulsionável (CE), cujo princípio ativo é um líquido não solúvel em água, tendem a migrar para a superfície nestas mesmas condições. Desta forma no início da aplicação a concentração do produto ficará superior quando a formulação for PM ou SC e inferior ao final quando a formulação for CE (RAMOS, 2003). O autor também cita que o operador também deverá ter o cuidado quanto à distância de preparo da calda até o local de

aplicação. Como geralmente no momento do abastecimento a rotação da TDP é baixa e no deslocamento até o ponto de aplicação é desligada, o operador deverá ligar a TDP por no mínimo dois minutos na rotação de 540 rpm para agitar a calda evitando assim a segregação do produto no tanque.

Recomenda-se não preparar a calda em ambiente fechado, perto de crianças, animais, residências, fontes d'água, beira dos rios e sim prepará-la próximo ao local da pulverização evitando sobras (SENAR, 1995). No preparo da calda o operador deve colocar dois litros de água num balde e adicionar o produto misturando bem e despejar a solução no pulverizador. Enxaguar a embalagem do produto por três vezes, imediatamente após o uso do conteúdo. A lavagem deve ser manual ou através de equipamento adequado. A água usada na lavagem da embalagem deve ser colocada no pulverizador. Completar o tanque do pulverizador com água limpa procurando não encher o tanque até completar sua capacidade total, para evitar o derramamento fechar a tampa e verificar se não há vazamentos.

A ponta de pulverização segundo COUTINHO e CORDEIRO (2003) é o principal componente do pulverizador sendo responsável pela vazão, distribuição da calda e pela formação de gotas. A sua escolha não é tarefa fácil e pode-se considerar um dos passos mais importantes da regulagem de pulverizadores. A definição de qual ponta utilizar no momento da pulverização é função do modo de ação do produto, das condições climáticas e da situação do alvo. Produtos como herbicidas sistêmicos e de solo podem ser aplicados com gotas muito grossas ou grossas, a partir de 20 gotas cm^{-2} . Produtos de contato vão exigir gotas médias ou finas, com mais de 40 gotas cm^{-2} .

As pontas de jato plano uniforme são utilizadas para aplicação de herbicidas em pré-emergência em faixas, herbicidas sistêmicos em pós-emergência, herbicidas de contato em faixa. As pontas de jato defletido são utilizadas para aplicação de herbicidas em pós-emergência, amplamente usadas na aplicação de herbicidas em pré-plantio incorporado, aplicação de fertilizantes líquidos em cobertura total, herbicidas sistêmicos e pós-emergentes (SENAR, 1995).

Nos pulverizadores agrícolas as pontas são os responsáveis pela saída do produto em quantidade e uniformidade adequadas para atingir o alvo. Se o jato não estiver correto, de acordo com o SENAR (1995) a ponta deve ser limpa com uma escova ou pincel destinado exclusivamente para esse fim e se o orifício estiver danificado deve-se substituir a ponta.

Segundo SARTORI (1985) a uniformidade de distribuição da calda aplicada pela barra é dada pelas condições de montagem e de operação do pulverizador, como o espaçamento entre bicos, altura da barra, ângulo de abertura das pontas e pressão de trabalho. Comenta também que o volume de defensivo aplicado ao longo da barra deve ser o mais constante possível aceitando-se variações de $\pm 15\%$. O mesmo autor ainda relata que as oscilações verticais da barra, causadas por irregularidades no terreno, alteram a distância dos bicos e distorcem a distribuição e quanto maior forem estas oscilações, fazendo com que as pontas das barras batam no solo maiores serão os danos à mesma.

GANDOLFO (2002) observou que a vazão dentro dos limites de $\pm 10\%$ sobre a média da barra ocorreu somente em 18,4% dos pulverizadores inspecionados. Houve ocorrência média de 5,5 pontas ruins por pulverizador, com média de erro de vazão de 39,87% e valor máximo de erro de 290,8%. A média do coeficiente de variação (CV) foi de 11,56% com máximo de 62,1%. Com relação à uniformidade de distribuição da barra os 39 pulverizadores que passaram por este teste apresentaram um CV médio superior ao limite aceitável.

Conforme VELLOSO et al. (1984) a eficiência de aplicação pode-se considerar: o espectro de gotas, o diâmetro médio de gotas, a densidade de gotas, deriva, evaporação, faixa de deposição, cobertura e penetração. A respeito do espectro de gotas, pode-se dizer que o mesmo é homogêneo quando as gotas são de mesmo tamanho.

Quanto ao diâmetro médio de gotas, estes se classificam em aerossol ($15\mu\text{m}$), nuvem ($30\mu\text{m}$), névoa ($100\mu\text{m}$), garoa ($200\mu\text{m}$) e chuva leve ($500\mu\text{m}$). O tamanho médio das gotas irá determinar a sua densidade, a qual é expressa pelo número de gotas por unidade de área, correspondendo à quantidade de produto ativo depositado sobre o alvo. Com a redução do diâmetro das gotas, aumenta-se a densidade destas e conseqüentemente maior será a probabilidade de haver problemas com deriva e evaporação, sendo esta última diretamente relacionada com a temperatura e umidade do ar (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Por cobertura entende-se como a quantidade da superfície atingida pela pulverização, expressa em porcentagem de área coberta, sendo sua importância dependente das características do alvo e do produto utilizado. Já a penetração é definida pela capacidade do líquido pulverizado de atravessar as camadas externas da folhagem para atingir o ambiente interno da planta protegido pelas folhas. Em aplicações de pós-emergência, a penetração é

muito importante, pois para o produto atingir as plantas daninhas abaixo da cultura é necessário que o mesmo ultrapasse o obstáculo constituído pelas folhas da cultura (VELOSO et al, 1984).

Após ter selecionado a ponta, filtros (bomba, linha e pontas), escolhido a rotação do motor condizente com 540 rpm na tomada de potência, escolhida a velocidade de trabalho, eliminados pontos de vazamento, verificado a vazão de todas as pontas e observado a distribuição do líquido na barra e caso necessário trocadas, definido a taxa de aplicação, checado o espaçamento entre os bicos, o próximo passo será calibrar o pulverizador (SENAR, 1995; RAMOS, 2003).

Na calibragem primeiramente deve-se checar a velocidade de deslocamento do conjunto pulverizador mais trator. Cronometra-se o tempo que o conjunto levou para percorrer 50 metros na rotação e velocidade de trabalho selecionada. Com o trator parado e a bomba do pulverizador operando na rotação de 540 rpm, pressão de acordo com a recomendação para diferentes pontas coleta-se o volume de líquido no tempo gasto para percorrer os 50 metros fazendo-se a leitura em copos medidores. Caso não se tenha o copo medidor pode-se mensurar a vazão numa proveta, multiplicando o valor do volume em mililitros pelo fator de conversão correspondente ao espaçamento entre as pontas. O resultado obtido será igual ao volume de aplicação em litros por hectare (SENAR, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado junto a cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios Ltda., localizada no Distrito de Entre Rios, Município de Guarapuava – Paraná, a qual iniciou um programa de qualidade nas propriedades de seus cooperados no ano de 2003 numa parceria com o SENAR (REICHERT, 2003).

Com base no diagrama de Ishikawa apresentado por FEY (1998) e de acordo com a importância dada por autores citados na Revisão Bibliográfica (SENAR, 1995; MATUO, 1998; SPRAYING SYSTEMS, 1999; CNA, 1999; ANTUNIASSI, 2001; JACTO, 2001; GANDOLFO, 2002; EMATER, 2002; COUTINO E CORDEIRO, 2003; RAMOS, 2003) foram listados os fatores, primários, secundários e terciários (Figura 4). Com auxílio da ferramenta “check list” foram elaboradas as listas de checagem onde cada item de avaliação recebeu uma pontuação baseada na metodologia da Fundação Nacional de Premiação da Qualidade – FNPQ (2002). Nesta avaliação cada fator recebeu uma pontuação onde a soma de todos foi de 750 pontos.

Foram avaliados os fatores de 32 processos de cooperados que se apresentaram voluntariamente para realização do trabalho.

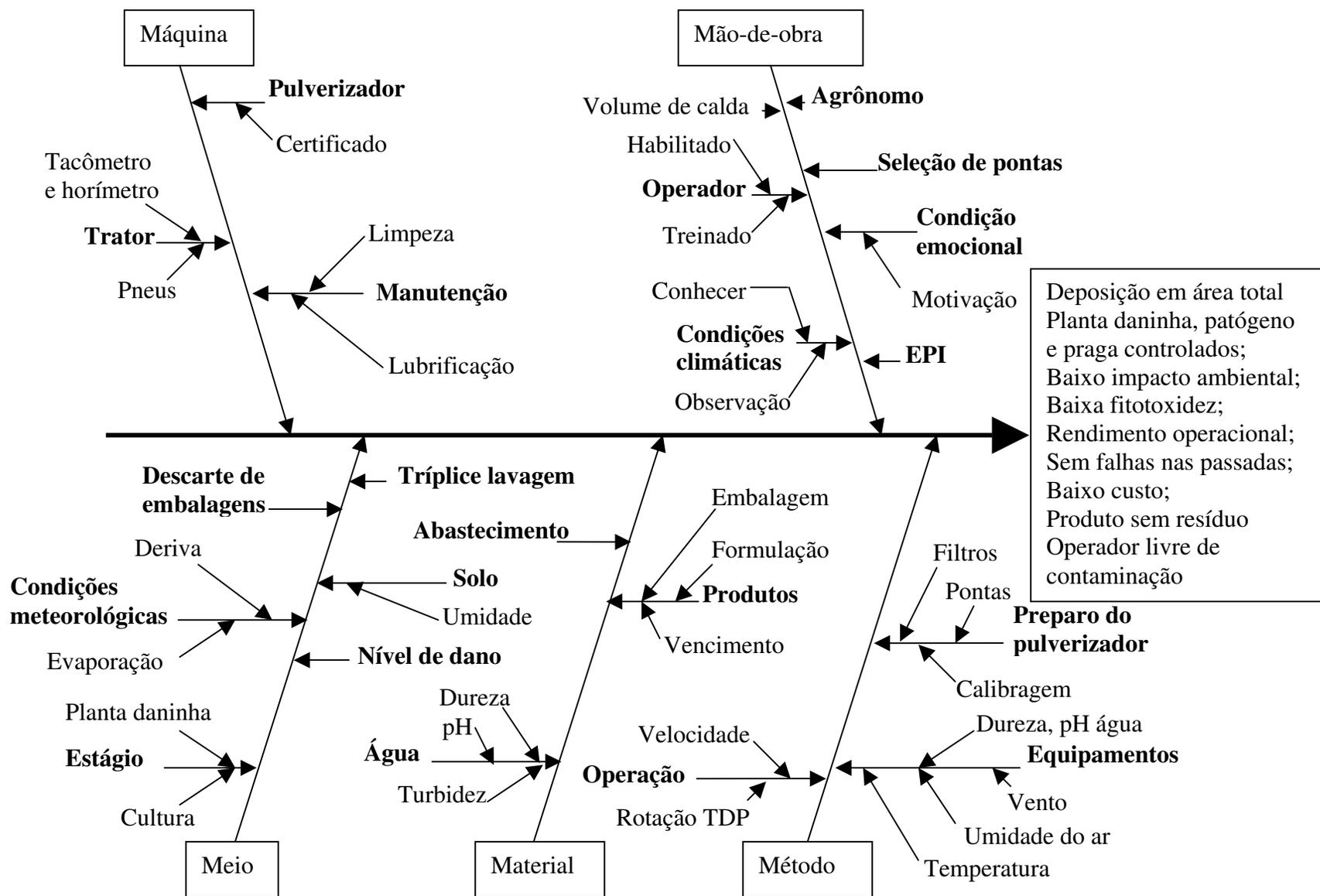


Figura 4 – Representação do processo de pulverização pelo diagrama de causa e efeito

3.1 Fatores

3.1.1 Mão-de-obra

Durante a entrevista foi perguntado ao colaborador, a escolaridade, os tempos de profissão e de serviço. Estes parâmetros não foram pontuados uma vez que a intenção era verificar se já estavam próximos da aposentadoria e elaborar estratégias de treinamento (Quadro 2).

Quadro 2 - Lista de checagem do colaborador (fator mão-de-obra)

Propriedade	Localização
Produtor	Agrônomo:
Nº Pulverizadores	
Colaborador:	
Escolaridade	Tempo de profissão
Idade	Tempo de serviço

Como fatores secundários considerou-se o uso de equipamentos de proteção individual – EPI, procedimentos de lavagem do mesmo, o uso de instrumento adequado para desentupimento das pontas. Foi considerado também a manutenção do conjunto trator e pulverizador, ou seja, se há um controle de troca de óleo do trator e limpeza geral do pulverizador. Verificou-se os conhecimentos dos colaboradores relacionado às condições meteorológicas como temperatura, umidade relativa e velocidade do vento ideais para uma aplicação de qualidade, sobre o volume de calda a ser aplicado e seleção das pontas. Com a confirmação positiva para cada item na lista de checagem foi atribuída uma nota conforme apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 - Lista de checagem dos itens de avaliação do fator mão-de-obra

Itens de Avaliação	Presença e Estado dos Itens de Avaliação	Sim	Não
EPI	Presente	10	0
	Usa	10	0
Lavagem do EPI	Conhece o procedimento	10	0
Desentupimento das pontas	Usa escova ou pincel	10	0
Volume de calda	Sabe o quanto se usa na aplicação de herbicidas	10	0
	Sabe o quanto se usa na aplicação de fungicidas	10	0
	Sabe o quanto se usa na aplicação de inseticidas	10	0
Ponta	Sabe selecionar para aplicação de herbicida	10	0
	Sabe selecionar para aplicação de fungicida	10	0
	Sabe selecionar para aplicação de inseticida	10	0
Manutenção	Mantém o trator e pulverizador em condições de uso	10	0
Cursos de atualização	Fez algum treinamento entre 1 a 2 anos	10	0
Condições climáticas	Sabe qual a faixa de Temperatura para realizar a aplicação	10	0
	Sabe qual o limite inferior da umidade relativa do ar	10	0
	Sabe qual a faixa de velocidade do vento	10	0
Pontuação Máxima (Total)		150	

3.1.2 Máquina

Neste fator foram avaliados o trator e o pulverizador como causas secundárias que influenciam o processo de pulverização. Foram feitas entrevistas com operadores para obter informações sobre a marca, modelo e ano das máquinas.

Para o trator, os itens de avaliação foram o tacômetro e horímetro, acelerador manual, pneus e presença do decalque para escalonamento de marchas. Cada um destes itens estando em conformidade com a lista de checagem recebeu uma pontuação conforme mostra o Quadro 4. O mesmo ocorreu com o fator pulverizador (Quadro 4). O conjunto recebeu um total de 270 pontos.

Quadro 4 – Lista de checagem dos itens de avaliação do fator máquina

Trator	Marca	Modelo	Ano de fabricação	
Pulverizador	Marca	Modelo	Ano de fabricação	
Trator				
Itens de avaliação	Presença e estado dos itens de avaliação		Sim	Não
Tacômetro e horímetro	Operantes		10	0
Acelerador manual	Operante		10	0
Escalonamento de marchas	Presença do decalque		10	0
Pneus	Estreitos		10	0
Pulverizador				
Itens de avaliação	Presença e estado dos itens de avaliação		Sim	Não
Manômetro	Operante		10	0
Escala do manômetro	Adequada		10	0
Câmara de compensação	Presente		10	0
Filtro do tanque	Presente		10	0
	Limpo		10	0
Filtro bomba	Limpo		10	0
Filtro de linha	Presente		10	0
	Limpo		10	0
Filtros das pontas	Limpo		10	0
Malha dos filtros	Adequada		10	0
Sistema antigotejo	Presente		10	0
	Operante		10	0
Sistema agitador do tanque	Operante		10	0
Pontas da barra	São todas da mesma vazão		10	0
	São todas do mesmo modelo		10	0
	São todas da mesma marca		10	0
Marcador de nível do tanque	Escala visível		10	0
Limpeza das mãos	Presença de um reservatório		10	0
Incorporador de defensivo	Presente		10	0
Mangueiras	Ausência de vazamentos		10	0
Conexões	Ausência de vazamentos		10	0
Espaçamento entre bicos	Correto		10	0
Partes móveis	Protegidas		10	0
	Pontuação Máxima (Total)		270	

3.1.3 Material

Como fatores secundários foram considerados a água e o produto. Com relação à água avaliou-se a presença de equipamentos para mensuração do pH e a dureza da água, se o local de abastecimento era adequado e se a água era visualmente limpa. No caso do produto, foi levado em consideração se este é recomendado pelo agrônomo através do receituário e se

provém de empresa idônea, bem como armazenados em local específico (Quadro 5).

Quadro 5 - Lista de checagem (fator material)

Itens de avaliação	Presença e estado dos itens de avaliação	Sim	Não
Assistência	A aplicação do produto é feita por receituário	10	0
Produtos	Provêm de empresa idônea	10	0
	São guardados em depósitos específicos	10	0
Água	O pH é mensurado	10	0
	A dureza é mensurada	10	0
	O local de abastecimento é adequado	10	0
	É visualmente limpa	10	0
Pontuação Máxima (Total)		70	

3.1.4 Meio

Neste fator foram considerados se operador faz a tríplice lavagem e as embalagens são devidamente preparadas para serem descartadas (Quadro 6). Uma vez que a avaliação foi realizada sem a aplicação do defensivo agrícola, as condições meteorológicas o estágio de desenvolvimento tanto da cultura quanto das plantas daninhas não foram considerados neste momento.

Quadro 6 - Lista de checagem (fator meio)

Itens de avaliação	Presença e estado dos itens de avaliação	Sim	Não
Tríplice lavagem	O procedimento está correto	10	0
Descarte de Embalagens	O procedimento está correto	10	0
Condições climáticas	Vento $\leq 10 \text{ km h}^{-1}$	10	0
	Umidade relativa do ar acima de 50%	10	0
	Temperatura entre 7 a 30° C	10	0
Cultura	Estádio adequado	10	0
Planta daninha	Estádio adequado	10	0
Pontuação Máxima (Total)		70	

3.1.5 Método

Como itens de avaliação deste fator foram considerados a vazão e a regularidade de distribuição da barra do pulverizador, se a propriedade possui instrumentos para verificação das condições climáticas que auxiliem na tomada de decisão para iniciar ou parar uma aplicação, e se o aplicador leva consigo tal instrumento. Foi também avaliado o procedimento

de regulagem do pulverizador (Quadro 7).

Quadro 7 - Lista de checagem do processo de pulverização (fator método)

Itens de avaliação	Presença e estado dos itens de avaliação	Sim	Não
Vazão	$\leq 10\%$	10	0
Distribuição (CV)	$\leq 15\%$	10	0
Temperatura (T°C)	A propriedade possui aparelhos de medição	10	0
Umidade Relativa (UR%)	A propriedade possui aparelhos de medição	10	0
Velocidade do vento (km h ⁻¹)	A propriedade possui aparelhos de medição	10	0
Localização dos aparelhos	O aplicador leva consigo tais aparelhos	10	0
O pulverizador	Possui diferentes jogos de pontas para utilização em diferentes condições de aplicação	10	0
Procedimento de regulagem	A rotação do motor escolhida condiz com 540 rpm na TDP	10	0
	A velocidade é aferida pelo escalonamento de marcha	10	0
	As pontas são escolhidas em função da formulação do produto	10	0
	A malha dos filtros das pontas é escolhida em função da vazão e da formulação do produto	10	0
	A malha do filtro da bomba é escolhida em função da formulação do produto	10	0
	A malha dos filtros de linha é escolhida em função da formulação do produto	10	0
	A vazão é aferida antes de iniciar a pulverização	10	0
	A uniformidade de distribuição das pontas da barra é aferida antes de iniciar a pulverização	10	0
	A pressão é condizente com os limites aceitáveis das pontas	10	0
	Para calibrar o pulverizador é marcado o tempo para percorrer 50 metros	10	0
	O operador sabe calcular a vazão a ser coletada na ponta de pulverização	10	0
	O líquido é coletado no tempo estipulado	10	0
	Pontuação Máxima (Total)		190

A regularidade de distribuição foi avaliada utilizando uma mesa de avaliação (Figura 5 A) sendo que os valores coletados foram anotados numa planilha, conforme Apêndice 1. Para avaliar a regularidade de distribuição da barra do pulverizador retirava-se as pontas as quais eram posteriormente lavadas, secadas e numeradas. Após tal procedimento eram testadas considerando-se aceitável quando a distribuição apresentava um coeficiente de variação

abaixo de 15%.

Realizado o teste da mesa de distribuição retornava-se a propriedade para avaliar a vazão das pontas (Figura 5 B). Estas eram acopladas na ordem de numeração da esquerda para a direita da barra do pulverizador e no tempo de sessenta segundos coletava-se a água nos recipientes. Após a coleta o volume foi medido com uma proveta com precisão de 10 mililitros. O valor encontrado era então registrado no Quadro 8 considerando aceitável a ponta que apresentava vazão entre $\pm 10\%$ em relação a uma ponta nova.



Figura 5 – Mesa para teste de distribuição de pontas de pulverização (A) e avaliação da vazão das pontas no pulverizador (B)

Quadro 8 – Vazão das pontas ($L s^{-1}$) da barra do pulverizador (fator método)

1	7	13	19	25	31	37	43	49	55
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60

3.2 Avaliação do processo de aplicação de herbicida

Dos 32 processos foram avaliadas as aplicações de herbicida de dez processos de propriedades participantes do Programa Agrária de Qualidade Total – PAQT – Rural (REICHERT, 2003). Nestas avaliações foram registradas as condições climáticas e estágio de desenvolvimento da cultura e da planta daninha no momento da aplicação do herbicida.

3.2.1 Itens de controle

Os itens de controle avaliados foram a distribuição das gotas, o controle de plantas daninhas, as falhas as passadas do pulverizador e a fitotoxidez causada à cultura. Em oito dos dez processos foram avaliadas a aplicação de herbicidas de ação total e em dois a aplicação de pós-emergentes.

Como a soma da pontuação das causas ou fatores avaliados nos processos foi de 750 pontos considerou-se também que a pontuação final dos itens de controle seria a mesma.

3.2.1.1 Qualidade da distribuição das gotas

A avaliação da distribuição de gotas foi feita com a utilização de papéis hidrossensíveis (Figura 6A) no momento em que se estava realizando a aplicação do herbicida. Foram distribuídos sobre o solo 20 papéis com espaçamento de 0,9 metro. Após a passagem do conjunto trator e pulverizador recolheu-se tais amostras que foram acondicionadas em papéis alumínio para reduzir a absorção de umidade do ar. Com o auxílio do software E-Sprinkle[®] analisou-se as amostras obtendo-se então o valor do potencial risco de deriva (PRD), a densidade de gotas ($N\text{ cm}^{-2}$), o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e a amplitude relativa (AR).

No mesmo instante em que o pulverizador passava sobre os papéis foi mensurado a velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura do ar. O registro de tais condições climáticas foi feito com um termohidroanemômetro digital da marca Kestrel[®] 4000 (Figura 6B), que apresenta acurácia de $\pm 3\%$ para a velocidade do vento e umidade relativa do ar e de $\pm 1^\circ\text{C}$ para a temperatura do ar.

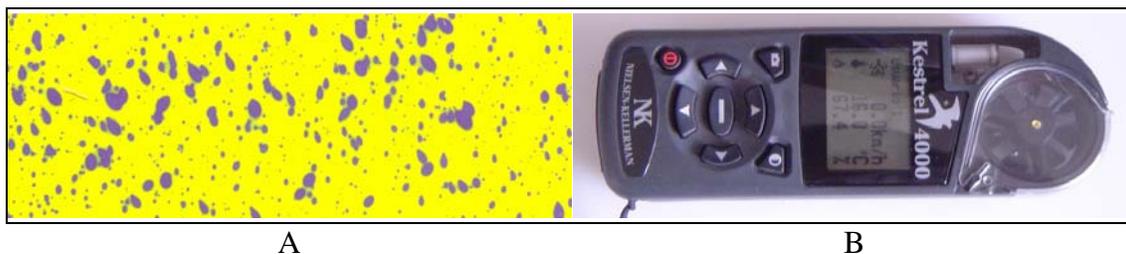


Figura 6 – Papel hidrossensível (A) e termohidroanemômetro digital (B)

O valor do potencial risco de deriva (PRD) é a porcentagem de gotas produzidas com

diâmetro inferior a 150 µm. Para o trabalho em questão considerou-se aceitável o valor igual ou inferior a 3%, o qual foi o resultado da média das avaliações dos dez processos.

Considerou-se como aceitável a densidade de 20 gotas cm⁻² para produtos de ação sistêmica e 40 gotas cm⁻² para produtos de contato, conforme COUTINHO e CORDEIRO (2003).

Com relação ao diâmetro médio volumétrico considerou-se a produção de gotas médias, grossas ou muito grossas (Tabela 1) como aceitáveis visto que são gotas com baixa tendência a deriva, conforme HOFMAN e WILSON (2003).

Tabela 1 – Classificação do tamanho das gotas e respectivo diâmetro mediano volumétrico (HOFMAN e WILSON, 2003)

Classes	DMV em micrômetros
Muito Fina	< 182
Fina	183 - 280
Média	281 – 429
Grossa	430 – 531
Muito Grossa	532 – 655
Extremamente Grossa	> 655

Para a amplitude relativa (equação 1) foi considerado como aceitável a média das amplitudes produzidas pelos processos, sendo esta 1,3 %.

$$AR = \frac{DV_{0,9} - DV_{0,1}}{DV_{0,5}} \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

AR = Amplitude relativa

DV_{0,9} = Diâmetro de gotas onde 90% do volume pulverizado é constituído de gotas de tamanho inferior a esse valor;

DV_{0,1} = Diâmetro de gotas onde 10% do volume pulverizado é constituído de gotas de tamanho inferior a esse valor;

DV_{0,5} = Diâmetro de gotas onde 50% do volume pulverizado é constituído de gotas de tamanho maior que esse valor e 50 % menor.

3.2.1.2 Avaliação do controle de plantas daninhas

Num intervalo de 20 dias após a aplicação retornou-se a área para avaliar do controle de plantas daninhas, bem como identificação das plantas daninhas que não foram controladas. Tal avaliação foi realizada com auxílio da ferramenta FOLHA DE VERIFICAÇÃO (Apêndice 2) sendo também anotado o tempo que se levou para executá-la.

Nesta avaliação foram amostrados 75 pontos ao acaso dentro da lavoura utilizando um quadrado inventário de 0,5 x 0,5 m (Figura 7). As plantas daninhas que não tinham sido controladas pelo herbicida foram identificadas para saber se os problemas de controle eram iguais para todos os processos. Como o trabalho visava verificar se o herbicida controlou as plantas daninhas optou-se por não contar o número de plantas sem controle.



Figura 7 – Armação utilizada para avaliação do controle das plantas daninhas

3.2.1.3 Falha entre as passadas do pulverizador

No mesmo momento em que foi avaliado o controle das plantas daninhas foi avaliada a falha entre as passadas do pulverizador (Figura 8). Considerou-se falha quando ocorria uma distância de no mínimo 50 cm entre as passadas, verificadas através de avaliação visual.



Figura 8 – Falhas no processo de aplicação de herbicida

3.2.1.4 Fitotoxicidade causada a cultura

A avaliação visual da fitotoxicidade causada na cultura foi feita apenas nos processos em que foram aplicados herbicidas pós-emergentes e considerando-se a escala descrita pela SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD (1995). Nos processos onde foram aplicados herbicidas de ação total não foi realizada tal avaliação uma vez que a operação é executada antes da semeadura.

3.3 Análise dos dados

Após a coleta de dados, os mesmos foram tabulados numa planilha de cálculo Microsoft Excel® para verificar qual a pontuação mínima e máxima obtida em todos os processos.

Para verificar a distribuição da pontuação foi utilizada a ferramenta histograma de frequência.

O gráfico de Pareto foi utilizado para demonstrar quais as causas que fizeram os processos deixar de ganhar pontos nos fatores.

Para determinar se os processos estavam sob controle utilizou-se a ferramenta carta

de controle por atributo. Optou-se por esta ferramenta devido ao fato que no momento da avaliação do controle das plantas daninhas foi observado se o produto tinha exercido efeito sobre as mesmas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fatores

4.1.1 Mão-de-obra

A escolaridade média dos colaboradores que executam o processo de pulverização foi até a sétima série (Tabela 2), um ano acima do encontrado pela pesquisa da CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA - CNA (1999). Mas mesmo estando acima da média encontrada pela CNA (1999) esta informação representa que os operadores pararam de estudar precocemente para só se dedicarem ao trabalho. Com relação a programas de treinamento outra condição desfavorável seria a amplitude elevada entre os graus de instrução indicando que seria interessante implantar programas de treinamento diferenciados, não só para atender a parte técnica como também elevação do grau de instrução. Pela idade dos colaboradores e tempo de profissão pode-se verificar que o investimento nas pessoas, além de melhorar o desempenho no trabalho apresentará retorno, pois a aposentadoria demorará a ocorrer.

Tabela 2 – Análise descritiva do grau de instrução, idade, tempo (T) de profissão e de serviço dos colaboradores

Medidas descritivas	Escolaridade	Idade	T de profissão	T de serviço
Média	6,7	30,9	11,0	8,5
Mediana	6,0	30,0	7,0	6,0
Moda	11,0	30,0	7,0	3,0
Desvio padrão	3,1	8,2	9,2	7,0
Curtose	-1,5	-0,2	-0,5	-0,2
Assimetria	0,2	0,7	0,9	1,0
Intervalo	9,0	29,0	31,0	24,4
Mínimo	2,0	20,0	1,0	0,6
Máximo	11,0	49,0	32,0	25,0
CV	46,2	26,7	83,9	82,4

Com relação ao grau mínimo de instrução observou-se que 3% dos colaboradores

têm o segundo ano fundamental. Uma informação importante encontrada foi que boa parte dos colaboradores já possui o segundo grau completo e alguns são técnicos em agropecuária. Tal condição deve facilitar o entendimento de manuais, bulas de defensivos, regulagens e calibração de pulverizadores, além de reconhecer corretamente os alvos na aplicação, conforme cita a EMATER (2002).

A idade média dos colaboradores encontrada foi de 31 anos sendo que a maioria apresenta uma idade variando entre 20 e 38 anos e uma pequena parcela entre 44 e 50 anos. Com relação ao tempo de profissão, a média encontrada foi de 11 anos com um mínimo de 1 ano e máximo de 32 anos, mas a maioria tem até sete anos de profissão. O tempo médio de serviço nas empresas rurais foi de 1,5 anos com um mínimo de sete meses e máximo de 25 anos, existindo ainda uma pequena parcela entre 14 e 18 anos.

4.1.1.1 Pontuação do fator mão-de-obra

A pontuação recebida pelo fator mão-de-obra variou entre 10 e 140 pontos de um máximo de 150, conforme se pode visualizar na Tabela 3. As medidas de posição ficaram distantes uma da outra apresentando uma tendência assimétrica sendo confirmando pelos valores de assimetria.

Tabela 3 – Análise descritiva da pontuação do fator mão-de-obra

Medidas descritivas	Pontuação	Medidas descritivas	Pontuação
Média	78	Assimetria	0,04
Mediana	75	Intervalo	130
Moda	70	Mínimo	10
Desvio padrão	28,2	Máximo	140
Curtose	0,06	CV	36

Na Figura 9 pode-se observar uma distribuição com tendência assimétrica positiva onde a maioria dos colaboradores ficou com 70 pontos.

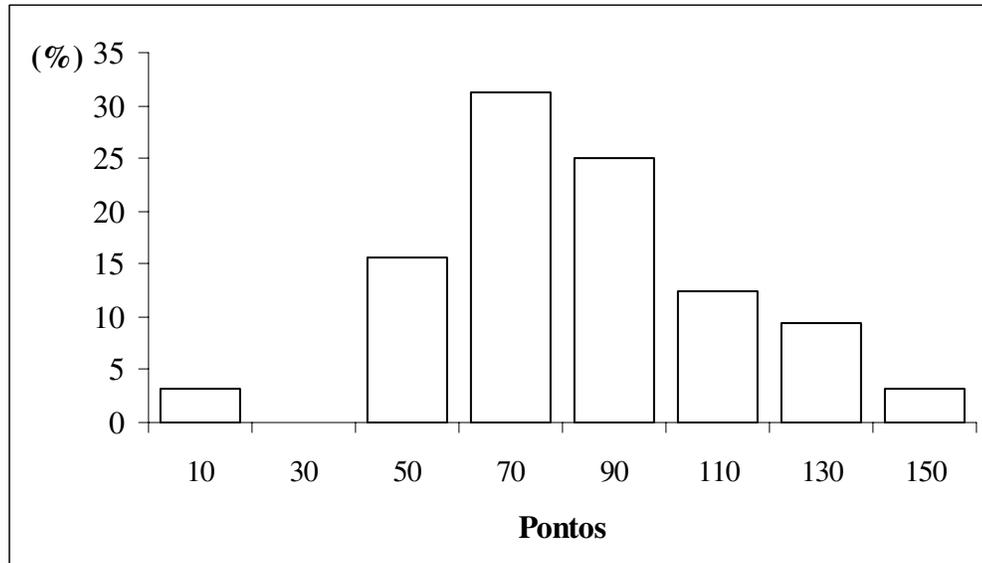


Figura 9 – Histograma de frequência da pontuação do fator mão-de-obra.

Dentre as causas com maior resposta negativa se tem a seleção das pontas de pulverização para aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas (Figura 10). Num primeiro momento, tal condição não seria responsabilidade direta do colaborador, mas poderia ser considerada quando recebesse treinamento contínuo, principalmente para aqueles com maior grau de instrução, conforme cita MATUO (1998).

As falta de conhecimento sobre as condições climáticas favoráveis para a aplicação principalmente o desconhecimento da temperatura e velocidade do vento também foram as causas de perda de nota do fator mão-de-obra, seguido destes se tem a falta de conhecimento da umidade relativa do ar e falta treinamento. Com relação as condições climáticas, tais devem ser mensuradas e avaliadas para se ter sucesso na aplicação, conforme MAROCHI e SCHMIDT (1996), SPRAYING SYSTEMS (1999), JACTO (2001), COUTINHO e CORDEIRO (2003).

O que pareceu condição favorável para o fator foi que uma boa parcela respondeu que usam Equipamento de Proteção Individual – EPI, e desta forma minimizando os problemas de contaminação do operador. Tomam o devido cuidado com o desentupimento das pontas procurando executar tal tarefa com escovas de cerdas de náilon como recomendam COUTINHO E CORDEIRO (2003) e RAMOS (2003). Muitos também sabem o volume de aplicação dos produtos podendo assim minimizar os erros de aplicação tanto com sub quanto superdose.

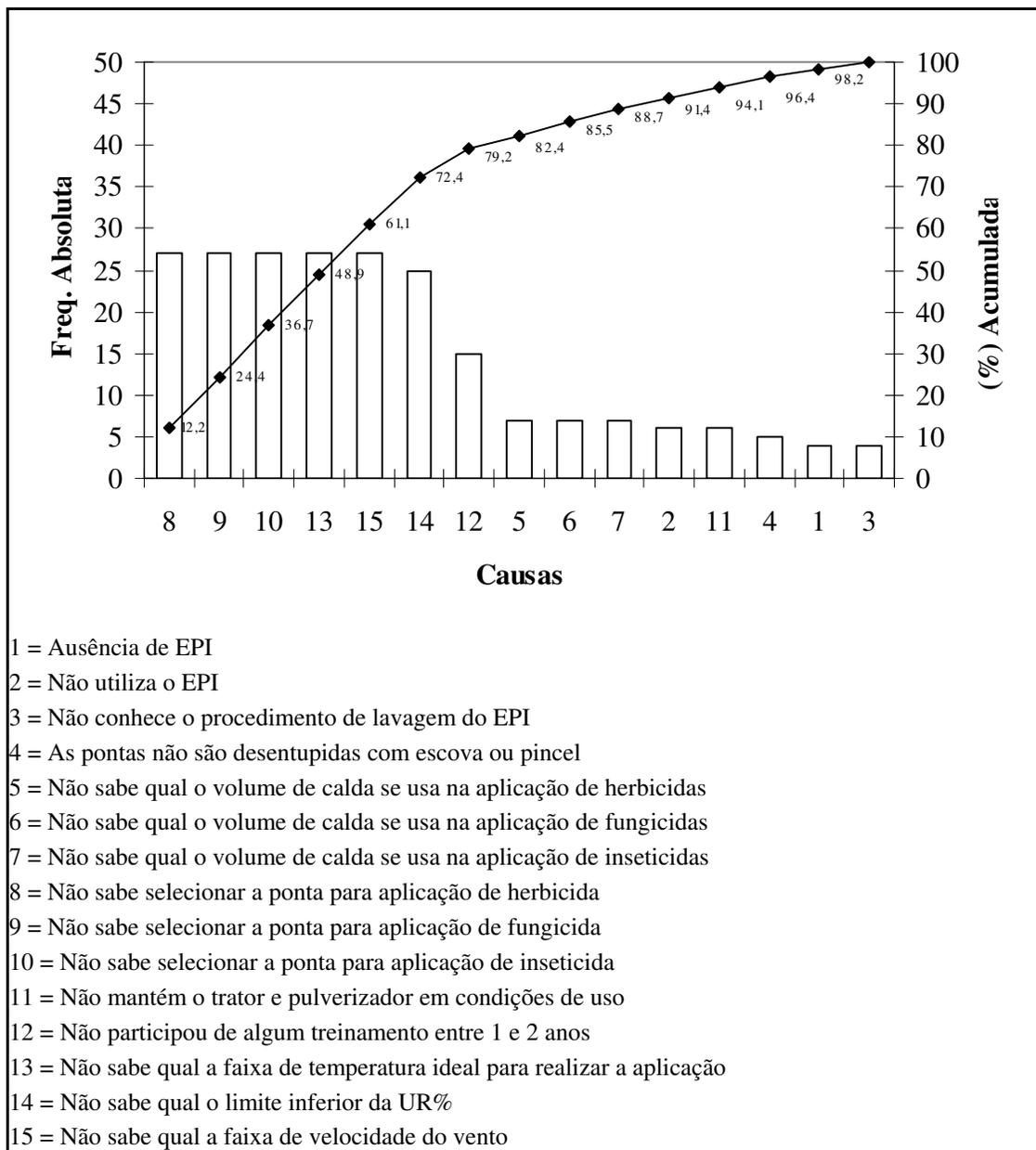


Figura 10 – Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator mão-de-obra

4.1.2 Máquina

A média de idade dos pulverizadores foi de oito anos de uso sendo que a maioria tinha apenas dois anos como se pode ver pela moda apresentada na Tabela 4. A amplitude foi de 17 anos o que evidencia o coeficiente de variação de 77%, sendo os extremos de um e 18 anos de utilização (Figura 11).

Tabela 4 – Análise descritiva do tempo de uso dos pulverizadores

Medidas descritivas	Tempo de uso dos pulverizadores	Medidas descritivas	Tempo de uso dos pulverizadores
Média	8	Assimetria	0,38
Mediana	6	Intervalo	17
Moda	2	Mínimo	1
Desvio padrão	6	Máximo	18
Curtose	-1,48	CV	77

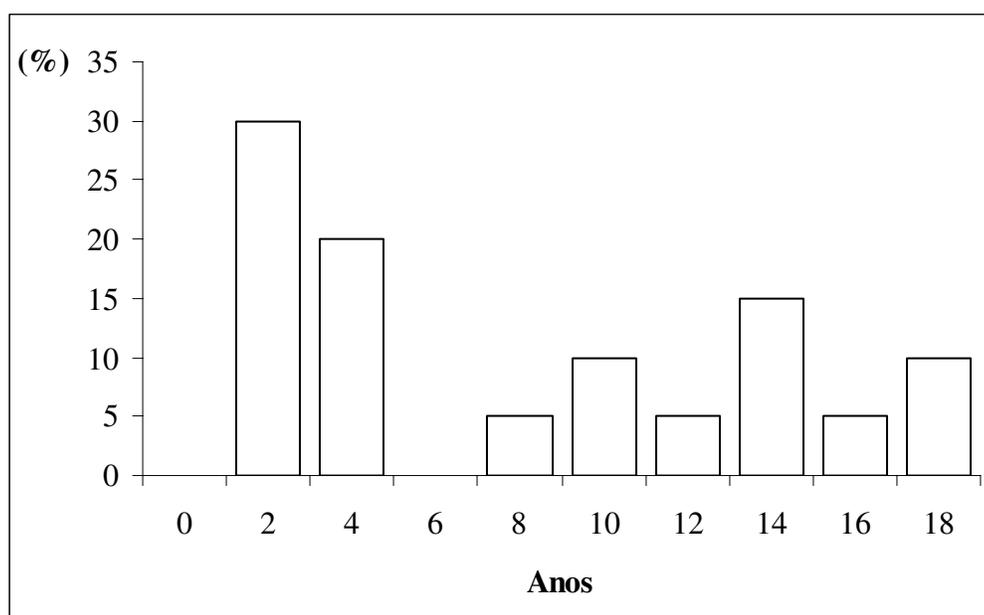


Figura 11 – Histograma de frequência do tempo de uso dos pulverizadores

Com relação à marca, a que apresentou maior frequência foi a Jacto¹ (31) e um da Fendt. O modelo da marca Jacto mais utilizado pelos produtores é o Columbia Cross. Quanto a marca de tratores a Massey Ferguson foi a de maior frequência seguida da New Holland, John Deere, Valmet e Case (Figura 12). Os modelos da empresa Massey Ferguson utilizados para tracionar os pulverizadores eram o MF 85, MF 283, MF 290 e MF 292, da empresa New Holland eram o NH 5610, NH 7630, NH TL 80, NH TL 100, e NH TL 120. Os da John Deere eram JD 6605 E JD 6300, os da Valmet o 75 e 785 e o modelo da Case era o MXM 150.

¹ A citação de marcas não indica recomendação do autor

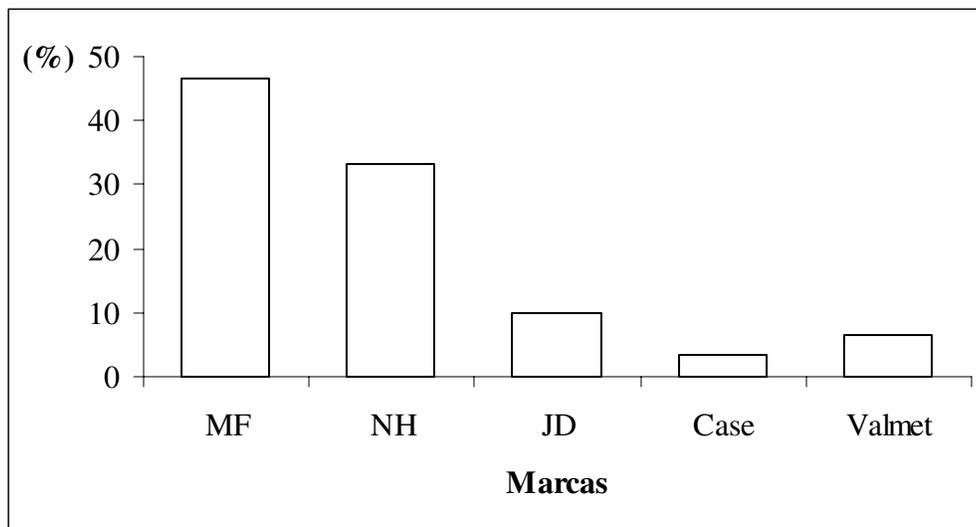


Figura 12 – Histograma de frequência das marcas dos tratores

A média da pontuação obtida pelos processos no fator máquina foi de 211 pontos, dos 270 pontos possíveis (Tabela 5). A moda e mediana são iguais e ficaram muito próximas da média, mas indicam uma assimetria que pode ser comprovada pelo seu valor negativo. Interessante comentar que entre os processos pelo menos um obteve a nota máxima de 270 pontos. Na Figura 13 pode-se observar que a predominância dos valores ficou a direita da média, confirmando o valor da assimetria negativa.

Tabela 5 – Análise descritiva da pontuação do fator máquina

Medidas descritivas	Pontuação	Medidas descritivas	Pontuação
Média	211	Assimetria	-0,49
Mediana	220	Intervalo	160
Moda	220	Mínimo	110
Desvio padrão	38	Máximo	270
Curtose	0,18	CV	17

A pontuação recebida pelo fator máquina variou de 110 pontos até 270 sendo a maior frequência de 230 pontos, conforme Figura 13.

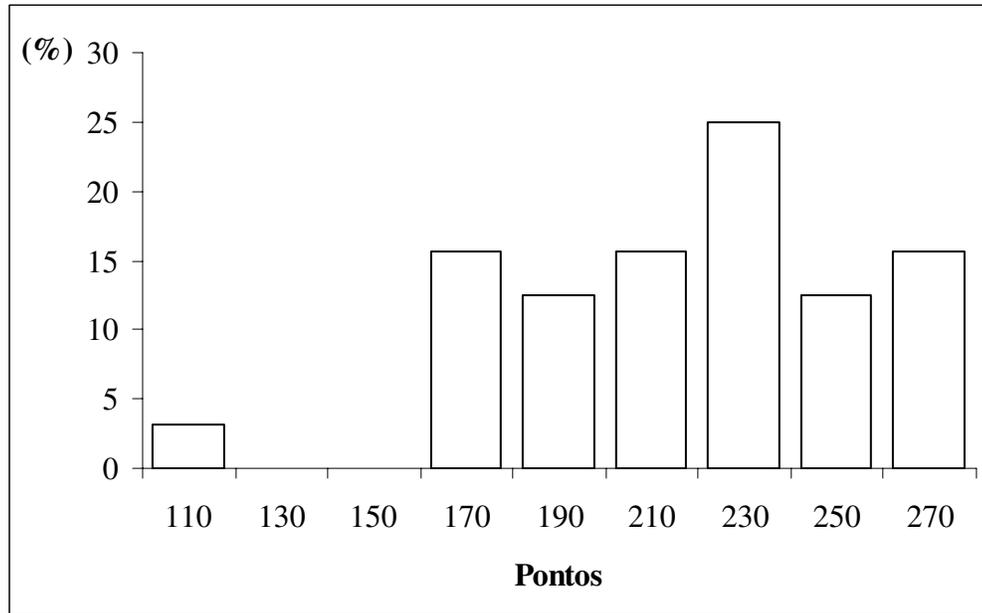


Figura 13 – Histograma de frequência da pontuação do fator máquina

Conforme Gráfico de Pareto (Figura 14) a causa de maior frequência que impossibilitou atingir maiores pontuações foi a falta de malha adequada dos filtros das pontas, condição que pode favorecer a obstrução das pontas, reduzir a durabilidade, aumentar o risco de contaminação do operador e reduzir o rendimento de trabalho, conforme RAMOS (2002).

A segunda causa de maior frequência foi a ausência de pneus estreitos nos tratores o que vem aumentar os danos na cultura em aplicações de herbicidas pós-emergentes, fungicidas e inseticidas podendo assim reduzir a produtividade da cultura. Seguida desta causa se tem a falta de proteção das partes móveis, que pode aumentar os riscos de acidentes ficando sem auxílio do colaborador e desta forma tendo problemas de logística e aumento de custos pela contratação de um substituto.

A falta de limpeza dos filtros de linha pode ser considerada um problema de fácil resolução se fosse cumprido um procedimento operacional onde no término de cada aplicação tal componente fosse limpo.

O que chama a atenção foi a baixa ocorrência da pulverizadores apresentando pontas com diferentes vazões na barra de pulverização, ausência de vazamentos na conexões e mangueiras, ausência de pontas de modelos diferentes e espaçamento entre as pontas corretos.

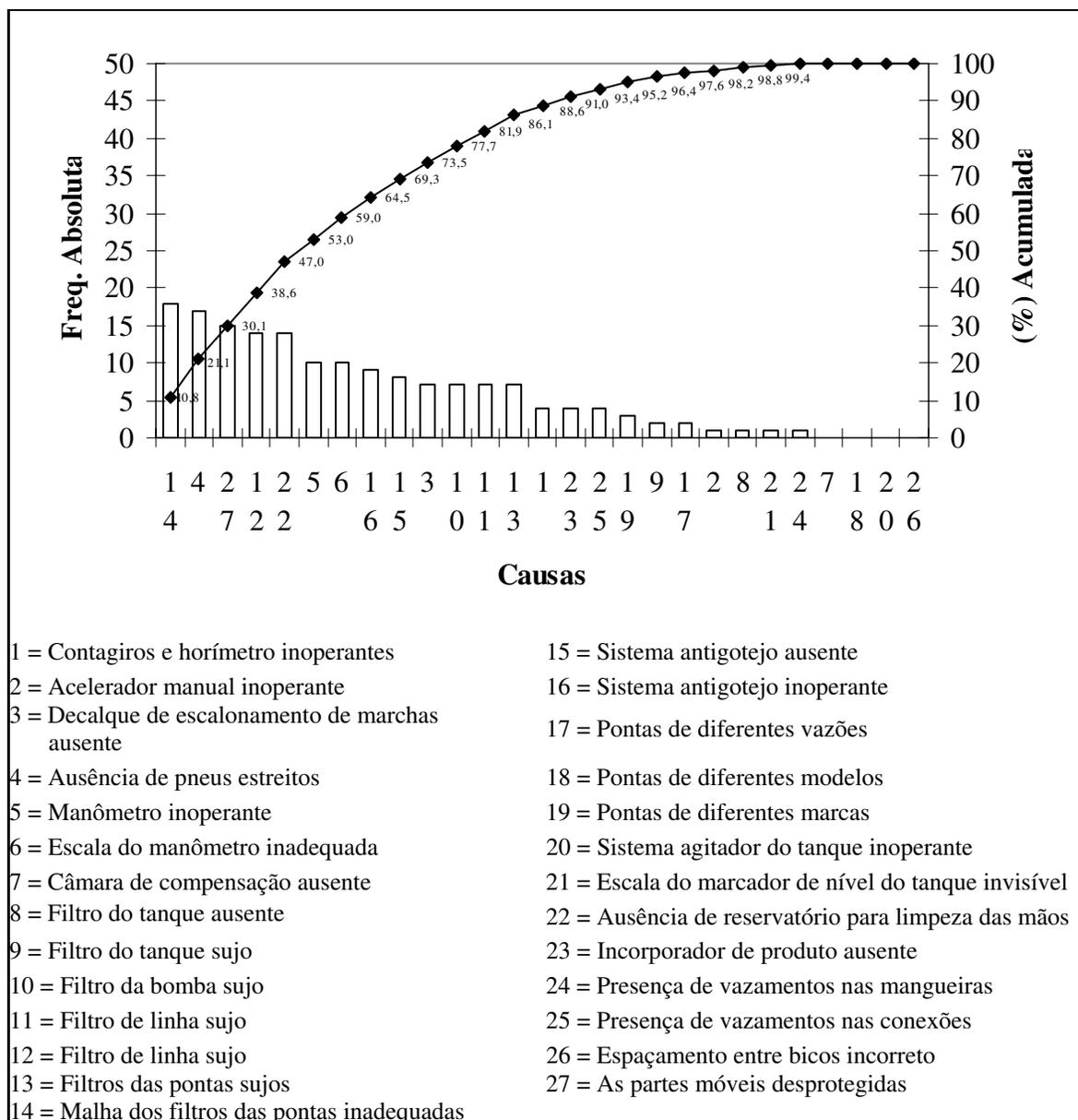


Figura 14 – Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator máquina

4.1.3 Material

Dos 70 pontos possíveis de obter neste fator, 28 processos receberam 50 pontos e quatro processos receberam apenas 40 pontos. A aplicação dos defensivos mediante receituário e assistência agrônômica (Figura 15), produtos provenientes de empresa idônea, armazenados em depósitos específicos e a água utilizada para fazer a pulverização era visualmente limpa, foram os itens de maior conformidade. De acordo com a JACTO (2001) a

água limpa, ou seja, livre de matéria orgânica, barro, cristais de areia evita danos na bomba do pulverizador e redução da vida útil das pontas de pulverização.

Nenhuma propriedade possuía o hábito de mensurar o pH e dureza da água. Com relação ao local de abastecimento do pulverizador, quatro processos perderam pontos devido ao abastecimento em beira de rio, o que pode influenciar na atividade biológica dos defensivos agrícolas (JACTO, 2001).

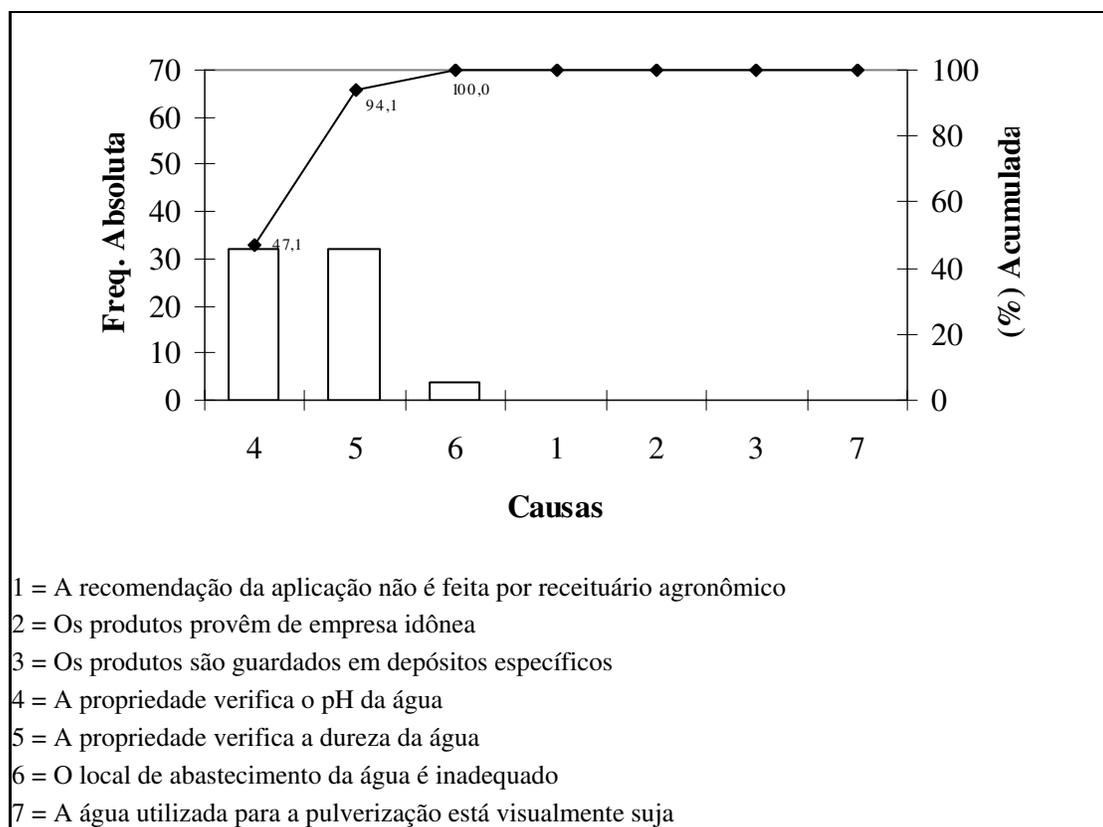


Figura 15 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator material

4.1.4 Meio

Os itens avaliados no fator meio foram a tríplice lavagem e o descarte de embalagens, onde se pôde constatar que nas propriedades tais procedimentos já são rotina. Com relação às condições climáticas, estágio da cultura e da planta daninha, estes itens foram avaliados nas propriedades que fazem parte do Programa Agrária de Qualidade Total Rural e serão discutidos na seqüência do trabalho.

4.1.5 Método

A pontuação média do fator método foi de 94 pontos ficando próximo da mediana (Tabela 6). A variação da pontuação ficou entre 50 e 150 pontos (Figura 16) sendo que a maioria ficou entre 90 e 110 pontos e nenhum dos processos obteve a pontuação máxima de 190.

Tabela 6 – Análise descritiva da pontuação do fator método

Medidas descritivas	Pontuação	Medidas descritivas	Pontuação
Média	94	Assimetria	0,38
Mediana	90	Intervalo	100
Moda	110	Mínimo	50
Desvio padrão	24	Máximo	150
Curtose	-0,10	CV	25,0

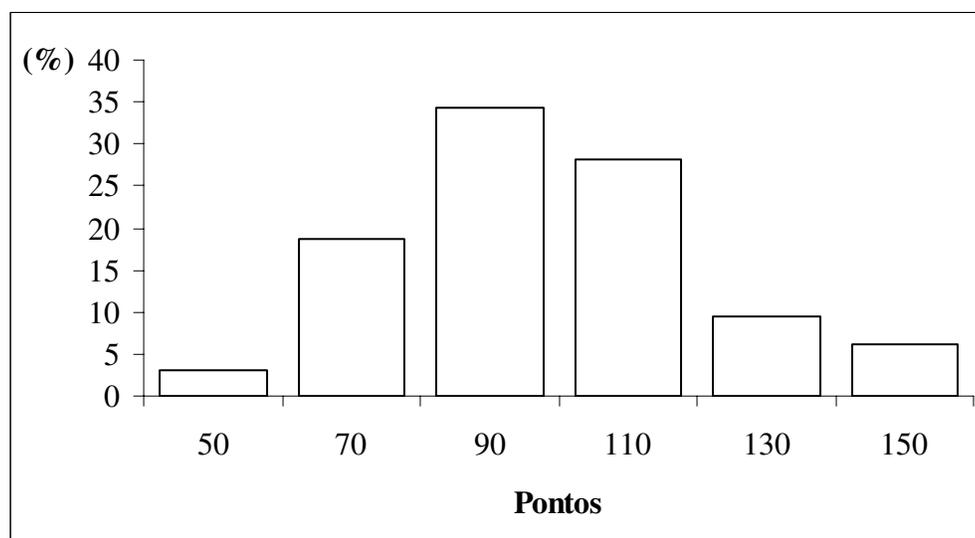


Figura 16 – Histograma de frequência da pontuação dos processos para o fator método

Em todos os processos avaliados o aplicador não leva consigo o equipamento para verificar a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar no momento da aplicação (Figura 21). Mesmo naqueles onde o aparelho estava presente o colaborador não fazia uso de tal. Saber as condições climáticas no momento da aplicação é fator de decisão para escolha do tipo de ponta a ser utilizado, conforme cita COUTINHO e CORDEIRO (2003). Também não escolhem as pontas em função da formulação do produto e não levam em consideração a vazão das pontas e a formulação dos produtos para escolha da malha dos filtros

das pontas. Os filtros das bombas e de linha não são selecionados em função da formulação dos produtos.

Produtos com formulação pó molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC) apresentam grande probabilidade de obstrução dos filtros malha fina (RAMOS, 2003). Se o volume escolhido da calda exigir pontas com filtros de malha fina, perdas de tempo com desobstrução, maior probabilidade de contaminação do operador poderão ocorrer. Se a ponta necessitar de filtros com malha fina e este estiver com malha grossa, a redução de vida útil ou a perda da ponta será uma realidade (RAMOS, 2003).

Constatou-se que antes de iniciar a pulverização não se tem o costume de aferir a vazão de todas as pontas, mas segundo o SENAR (1995) e RAMOS (2003) tal prática deve ser uma constante para se ter qualidade na aplicação evitando-se assim perdas e desperdício.

Com relação ao problema de pontas com vazão dentro dos limites de $\pm 10\%$ comparado com uma ponta nova, em seis pulverizadores foram encontradas mais de duas com vazão acima do limite considerado (Figura 17). O que chamou a atenção foram os processos 4, 14, 22 e 23 (Tabela 7), os quais, de um total de 37 pontas da barra, apresentaram 31, 32, 11 e 16 pontas com vazão fora dos limites de $\pm 10\%$, respectivamente. GANDOLFO (2003) encontrou 81,6% dos pulverizadores inspecionados com vazão fora dos limites de $\pm 10\%$ em relação a média da barra. Na Tabela 7 pode-se observar que três pulverizadores apresentaram problema de uniformidade de distribuição com CV acima de 15%. Para GANDOLFO (2003), dos 76 pulverizadores avaliados, 39 estavam com CV médio superior ao limite aceitável, o que representa 51% fora de conformidade.

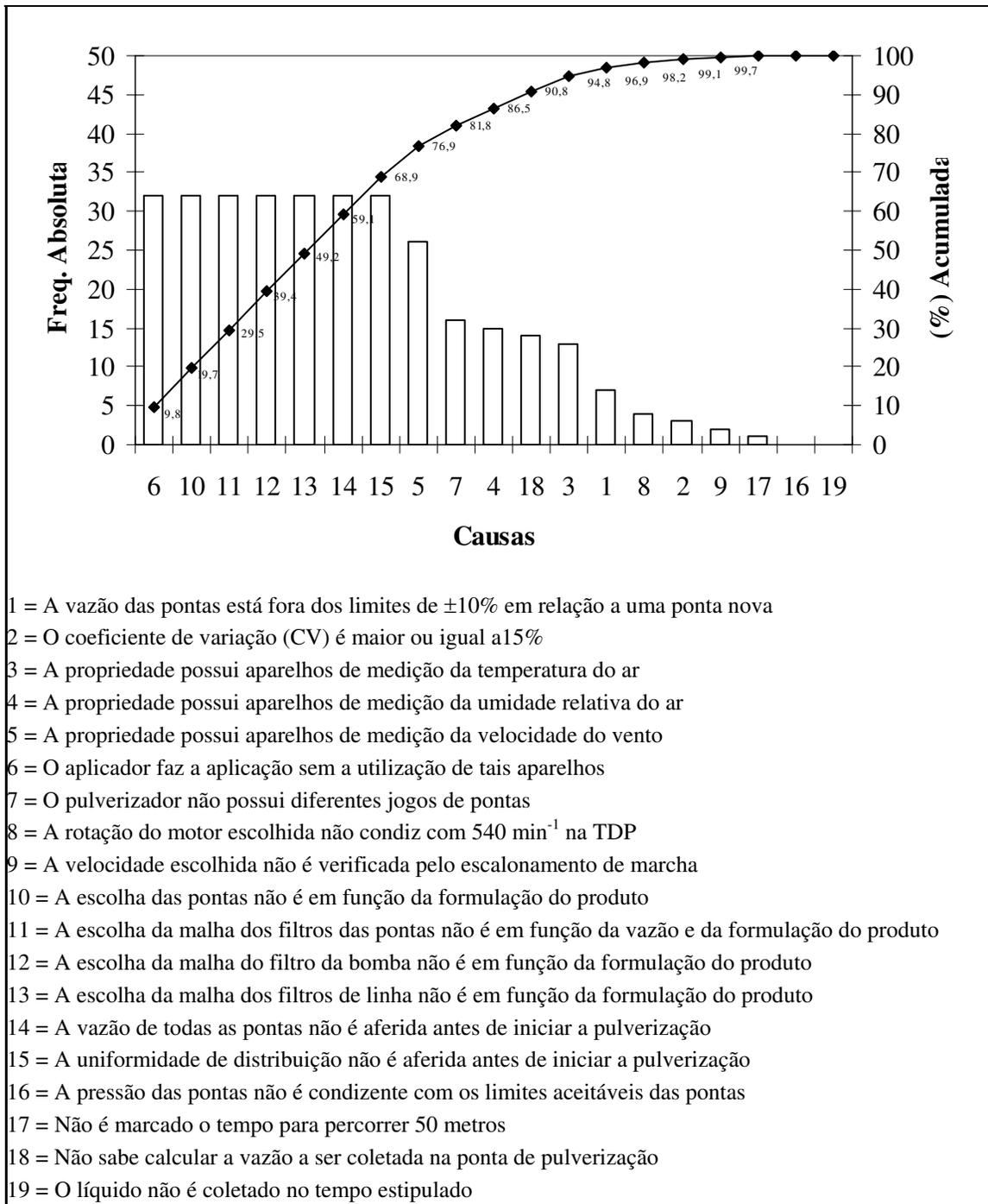


Figura 17 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator método

Tabela 7 – Número de pontas com vazão acima de 10% e coeficiente de variação (CV) da barra dos pulverizadores

Processos	Pontas – vazão ≥ 10%	CV Barra	Processos	Pontas – vazão ≥ 10%	CV Barra
1	0	9,30	17	0	6,56
2	0	7,35	18	0	11,05
3	0	7,49	19	0	10,14
4	31	27,87	20	0	8,95
5	1	6,78	21	0	9,88
6	0	7,25	22	11	10,83
7	0	8,76	23	16	13,16
8	1	15,73	24	0	9,03
9	0	3,69	25	0	8,33
10	9	13,30	26	2	13,37
11	2	10,47	27	2	17,09
12	0	6,53	28	0	6,48
13	0	8,35	29	1	11,11
14	32	10,15	30	3	10,17
15	0	8,30	31	1	7,79
16	0	11,49	32	2	11,80

4.2 Somatória da pontuação dos fatores

Somando os pontos de todos os fatores obteve-se uma amplitude de 230 até 620 (Tabela 8) pontos ficando a maioria entre 425 e 555 (Figura 18), sendo a pontuação média de 435 pontos.

Tabela 8 – Análise descritiva da somatória da pontuação dos fatores

Medidas descritivas	Pontuação	Medidas descritivas	Pontuação
Média	435	Assimetria	-0,29
Mediana	450	Intervalo	390
Moda	500	Mínimo	230
Desvio padrão	83	Máximo	320
Curtose	0,45	CV	19

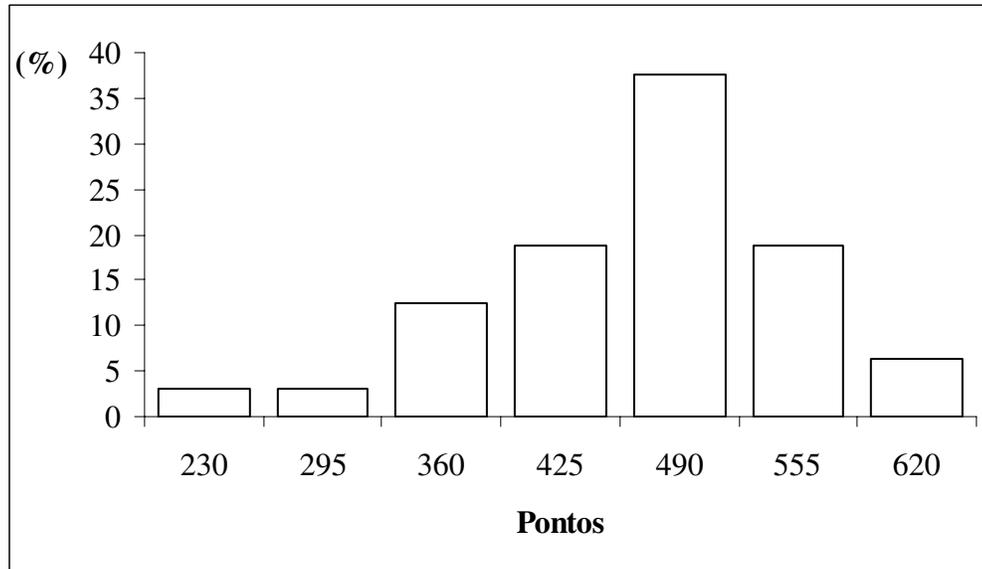


Figura 18 – Histograma de frequência do somatório da pontuação dos fatores dos processos

Na Figura 19 pode-se observar que o processo 14 foi o que apresentou maior pontuação e o processo quatro a menor. Este último processo deixou de ganhar pontos nos fatores mão-de-obra, máquina e método. No caso do fator mão-de-obra a única resposta positiva foi que a limpeza das pontas era feita com escova. O tacômetro e horímetro do trator não estavam funcionando, os filtros de um modo geral estavam sujos, as mangueiras e conexões estavam com vazamentos e partes móveis desprotegidas. Com relação ao fator método, a vazão e a uniformidade de distribuição estavam fora dos limites aceitáveis e o pulverizador não possuía outros jogos de pontas. As pontas e filtros não eram escolhidas em função da formulação dos produtos.

No caso do processo 14 o fator mão-de-obra obteve uma pontuação de 140 pontos visto que o colaborador apenas não lembrava do limite da umidade relativa para realizar a pulverização. O pulverizador não apresentava a câmara de compensação e desta forma conseguiu um valor de 260 pontos para o fator máquina. A respeito do fator método a malha dos filtros da bomba e de linha não são escolhidas em função da formulação do produto e a uniformidade de distribuição da barra não é aferida antes da aplicação, como ocorre em todos os processos.

Independente do processo o fator que apresentou maior contribuição para o aumento da pontuação foi o fator máquina.

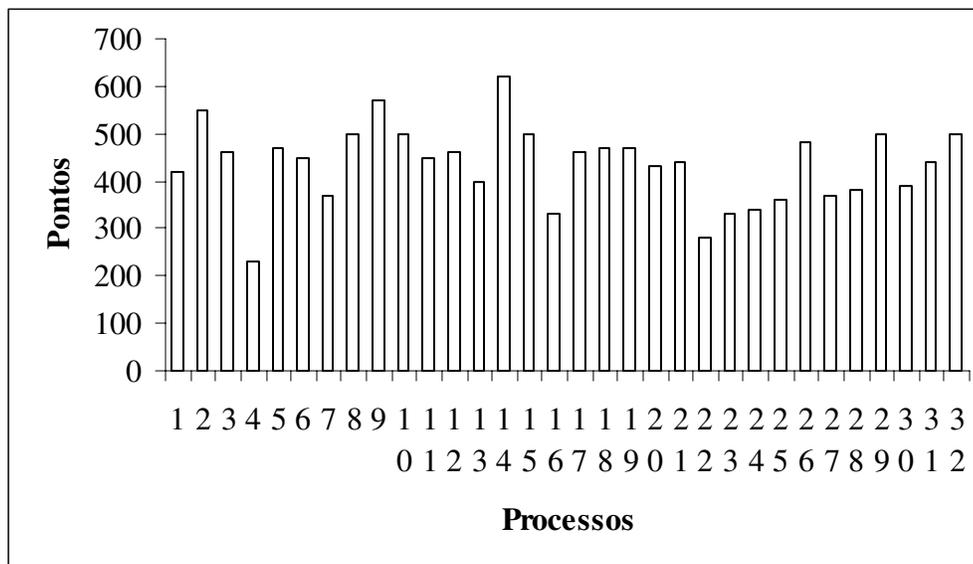


Figura 19 – Somatório da pontuação dos fatores

4.3 Análise dos processos das propriedades participantes do Programa de Qualidade

Total Agrária

4.3.1 Fatores

4.3.1.1 Mão-de-obra

Nos processos participantes do programa de qualidade a escolaridade média foi de oito anos, dois anos acima do encontrado pela CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA - CNA (1999), sendo o menor tempo de estudo três anos e o maior 11. Pode-se observar na Tabela 9 que a escolaridade de 11 anos foi a que apresentou maior frequência. A idade dos colaboradores variou de 21 até 42 anos com média de 32 anos. O tempo de profissão variou de um ano e meio até 25 anos com média de 11 anos. O tempo médio de serviço nas propriedades foi de 10 anos com a mesma variação do tempo de profissão.

Tabela 9 – Escolaridade, idade, tempo de profissão e de serviço em anos do fator mão de obras dos processos estudados

Processos	Escolaridade	Idade	Tempo de profissão	Tempo de serviço
1	6	32	7	5
2	11	21	3	3
3	11	35	18	10
4	5	28	3	3
5	11	36	17	17
6	4	37	20	20
7	4	30	8	8
8	3	28	7	5
9	11	42	25	25
10	10	30	1,5	1,5
Média	8	32	11	10

O fator mão-de-obra obteve entre 50 e 140 pontos dos 150 possíveis, sendo que o processo oito obteve a menor pontuação e o seis a maior (Figura 20).

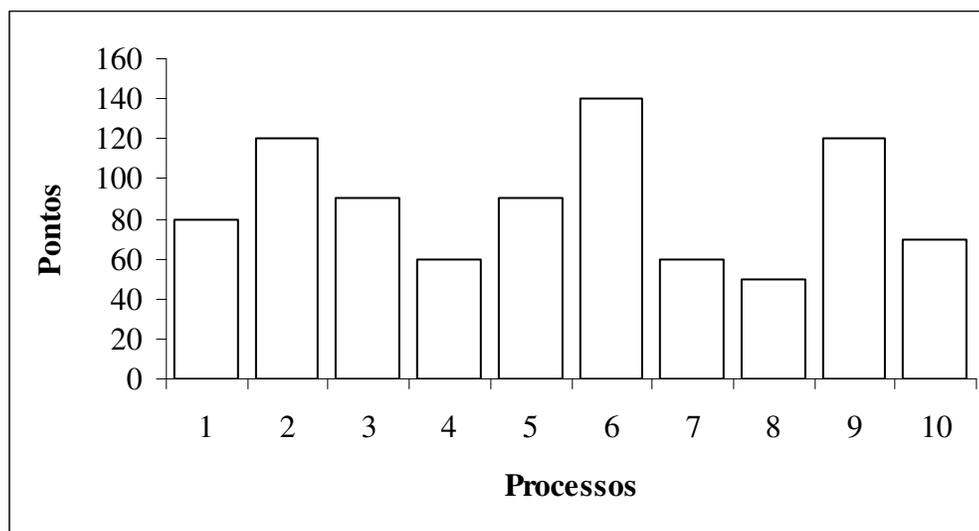


Figura 20 – Gráfico de barras da pontuação do fator mão-de-obra

No Gráfico de Pareto (Figura 21) pode-se observar as causas que apresentaram problemas foram a falta de conhecimento sobre o limite mínimo da umidade relativa do ar e a faixa de temperatura ideal para realização da pulverização. Seguido destes itens se tem a falta de conhecimento para selecionar as pontas para aplicação de fungicida, inseticida, herbicida e não sabem a faixa de velocidade do vento que se pode aplicar com segurança.

A falta de conhecimento das condições meteorológicas pode favorecer os erros de aplicação uma vez que o conhecimento de tais condições é primordial para se efetuar uma aplicação com qualidade, conforme citam SPRAYING SYSTEM (1999), JACTO (2001) e MAROCHI e SMIDT (1996).

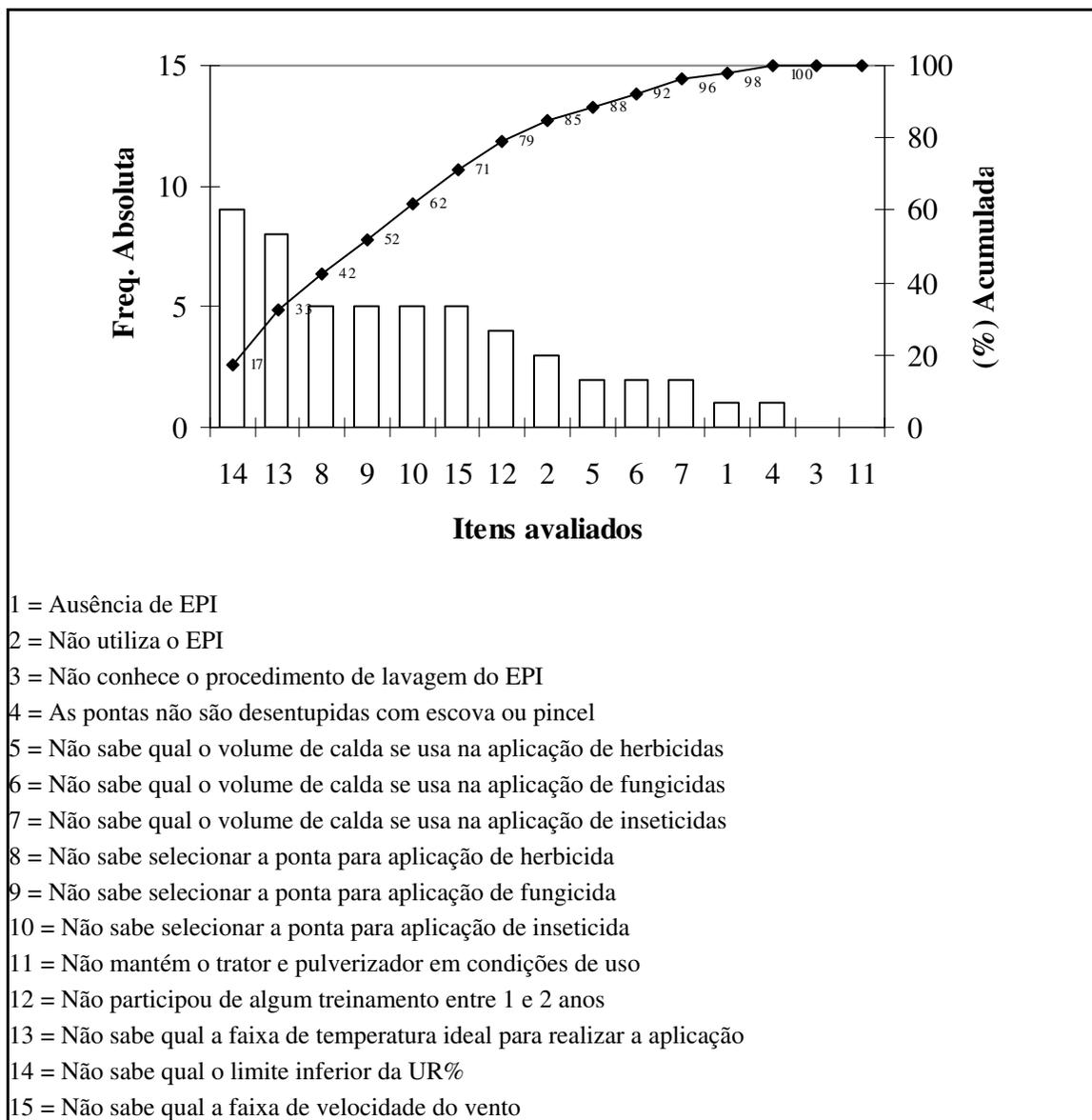


Figura 21 – Gráfico de Pareto fator mão-de-obra

4.3.1.2 Máquina

A pontuação deste fator variou de 180 pontos para o processo 27 e 270 pontos para o processo dois, sendo que este último recebeu a máxima pontuação. Na Figura 22 pode-se

observar que a maioria dos processos obtiveram uma pontuação acima de 200 pontos.

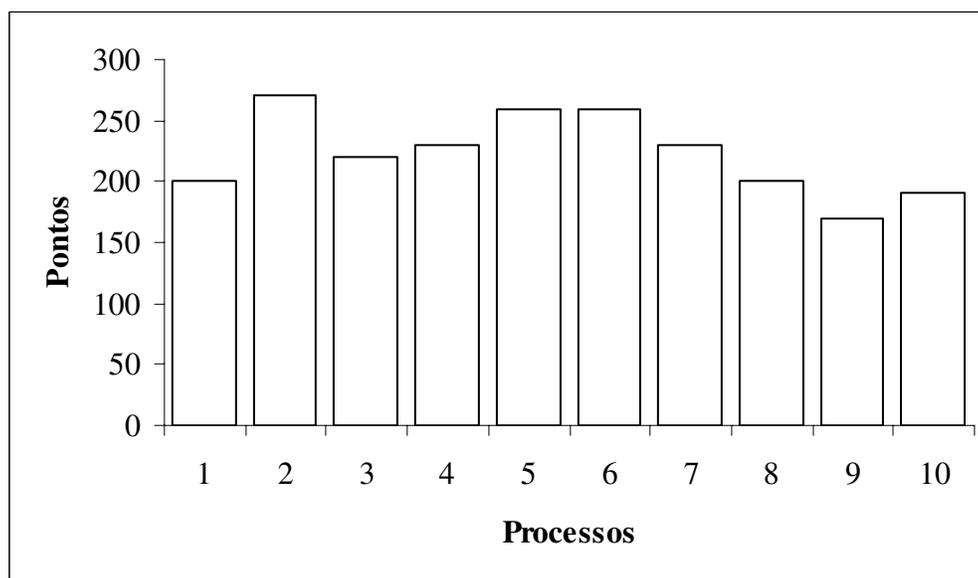


Figura 22 – Gráfico de barras da pontuação do fator máquina

De acordo com o Gráfico de Pareto (Figura 23) os itens de maior frequência foram a ausência de pneus estreitos e de proteção da partes móveis dos pulverizadores. Seguido destes se tem a escala do manômetro inadequada, a falta de limpeza do filtro da bomba, malha dos filtros das pontas inadequada, ausência de um sistema antigotejo ou defeito no sistema e ausência de um reservatório para limpeza das mãos.

Entre os pontos positivos pode-se observar que todos os tratores possuem tacômetros, horímetros e aceleradores manuais operantes, as pontas de pulverização eram todas da mesma marca, modelo e vazão. As mangueiras e conexões estavam livre de vazamentos e o espaçamento entre os bicos era correto.

mensurava o pH e dureza da água e o local de abastecimento do pulverizador era adequado.

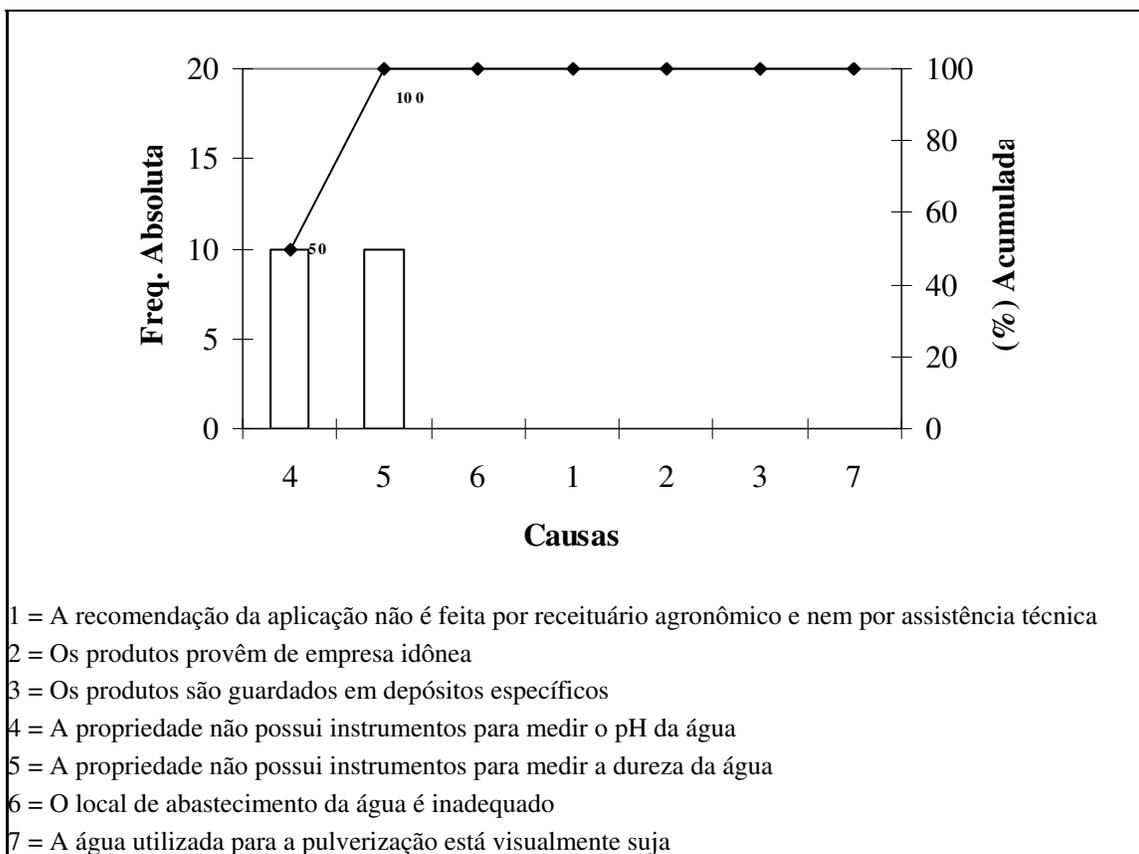


Figura 24 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator material

4.3.1.4 Meio

Neste fator os processos, um, dois, quatro, cinco, oito e nove receberam a nota máxima (Figura 25). O processo dez recebeu a menor pontuação devido às condições climáticas estarem fora das especificações no momento em que se posicionou os papéis sensíveis para avaliação a aplicação do defensivo agrícolas.

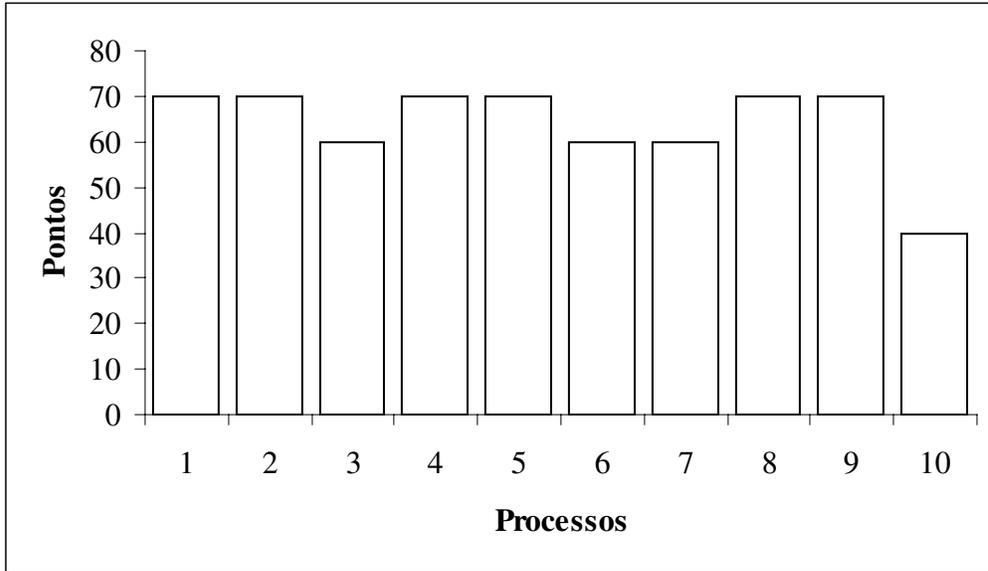


Figura 25 – Gráfico de barras da pontuação do fator meio

As causas de perda de pontuação dos processos podem ser observadas pelo Gráfico de Pareto (Figura 30).

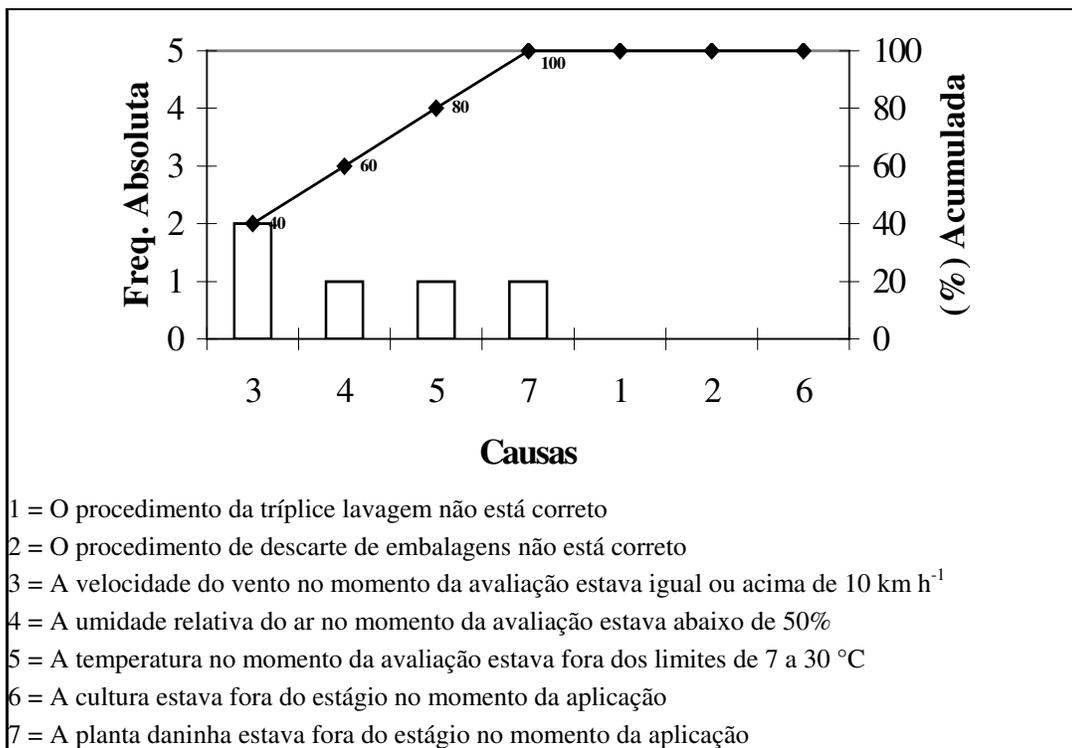


Figura 26 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator meio

A temperatura no momento da avaliação da deposição de gotas estava dentro dos

padrões a não ser no processo dez, a qual encontrava-se acima de 30° C (Figura 27). Para a JACTO (2001) a temperatura ambiente deve estar entre 7 e 30°C. De acordo com a SPRAYING SYSTEM (1999) quando se faz aplicações com temperatura ambiente acima de 25°C e com baixa umidade relativa do ar as gotas pequenas estão propensas a deriva devido ao efeito evaporação.

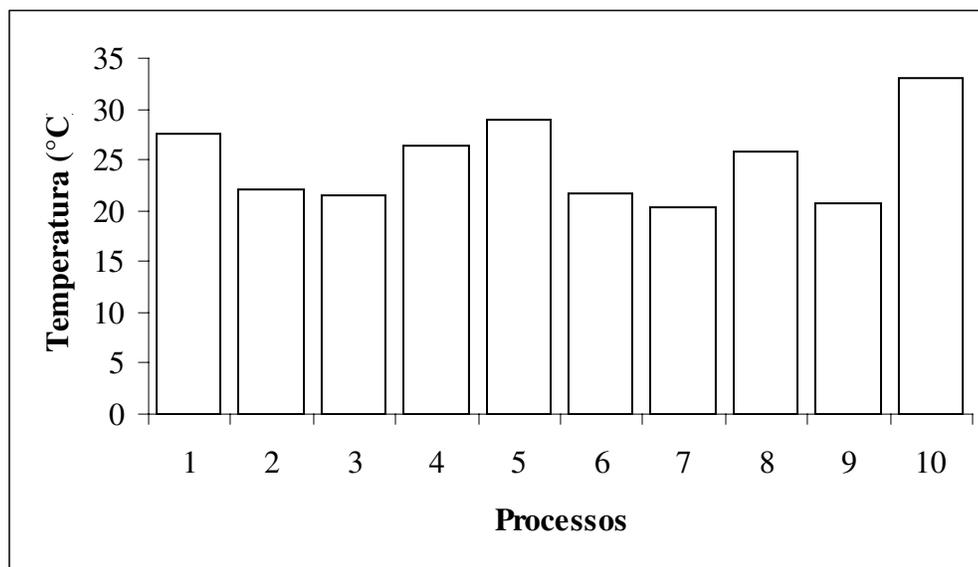


Figura 27 – Temperatura °C.

A umidade relativa do ar (Figura 28) na maioria dos processos estava acima de 50% exceto no processo dez a qual situava-se abaixo deste padrão. No momento da aplicação do herbicida deste processo a umidade relativa do ar se encontrava próximo a 40% o que segundo MAROCHI e SMITH (1996), JACTO (2001), COUTINHO e CORDEIRO (2003) tal condição pode afetar a eficiência do produto.

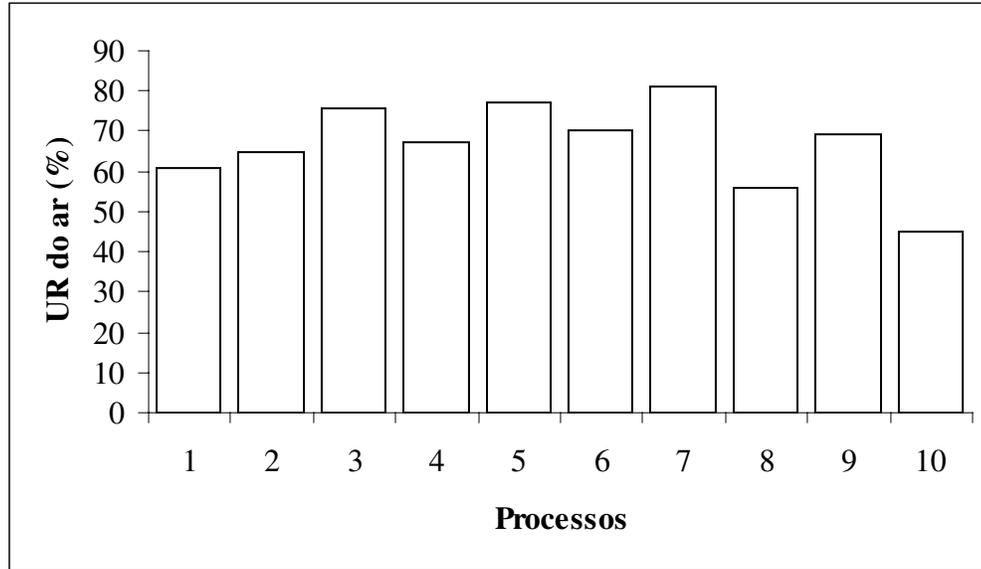


Figura 28 – Umidade relativa do ar (%).

A velocidade do vento em três processos (três, seis e dez) estavam acima de 10 km h^{-1} e nos processos oito e nove próximo do limite aceitável (Figura 29). Ventos acima de 10 km^{-1} devem ser evitados, pois ventos superiores a este limite favorecem as perdas por deriva, principalmente quando se usa pontas que produzem gotas finas ou médias (CHRISTOFOLETTI, 1992; RAMOS et al., 2002; CUNHA et al., 2003).

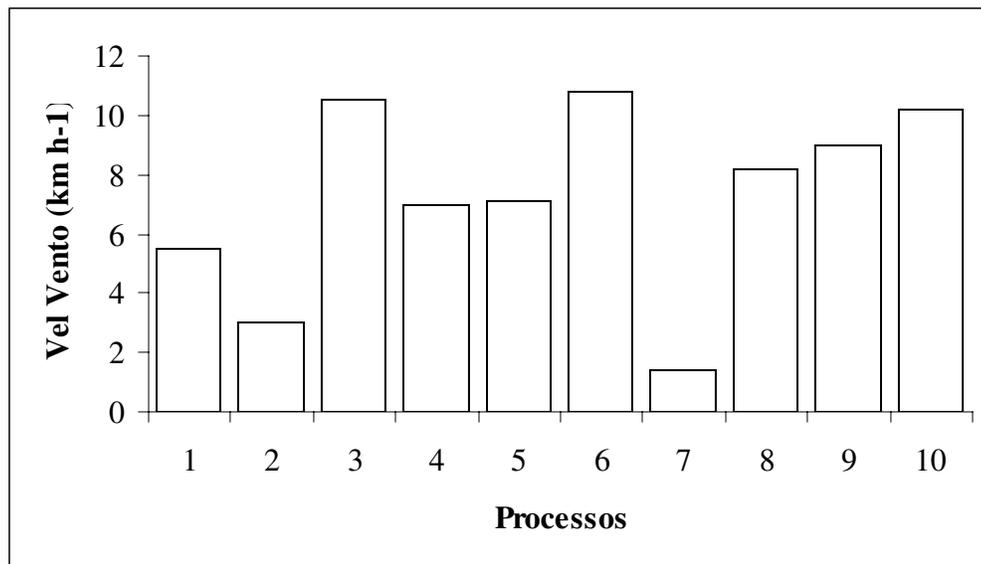


Figura 29 – Velocidade do vento (km h^{-1}).

4.3.1.5 Método

A pontuação obtida esteve entre 60 e 150 pontos, sendo que o processo dez obteve a menor pontuação e o seis a maior (Figura 30).

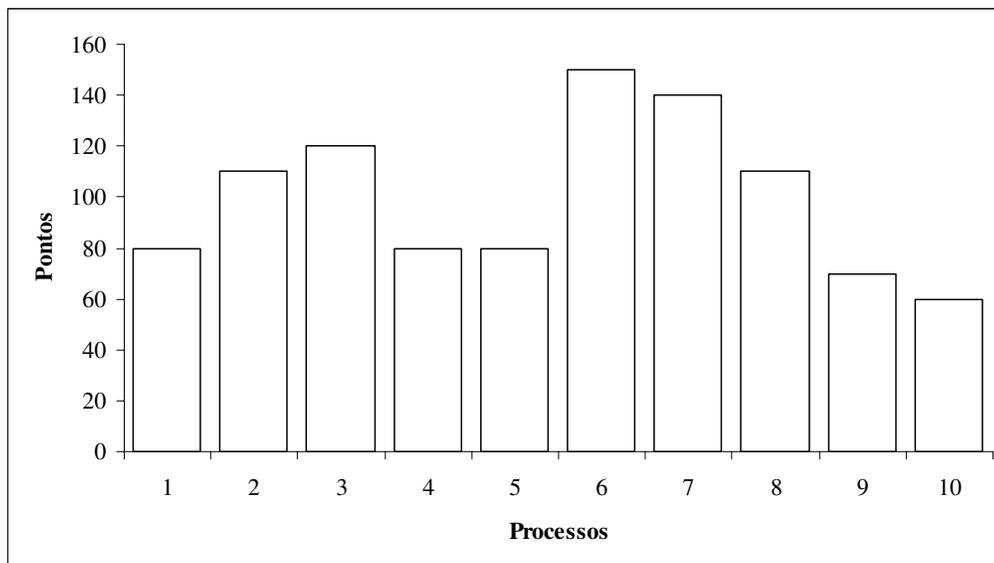


Figura 30 – Gráfico de barras da pontuação do fator método

Entre os itens que estavam fora de conformidade se tem o aplicador não levava consigo o aparelho de medição das condições climáticas, mesmo quando a propriedade o possuía (Figura 31). A escolha da malha do filtro da bomba e de linha não era em função da formulação do produto, procedimento que deve ser levado em consideração para realizar uma aplicação de qualidade (RAMOS, 2003). Todas as pontas da barra, bem como a uniformidade de distribuição desta não eram aferidas antes da aplicação. As pontas e a malha dos filtros destas não eram escolhidas em função da formulação do produto.

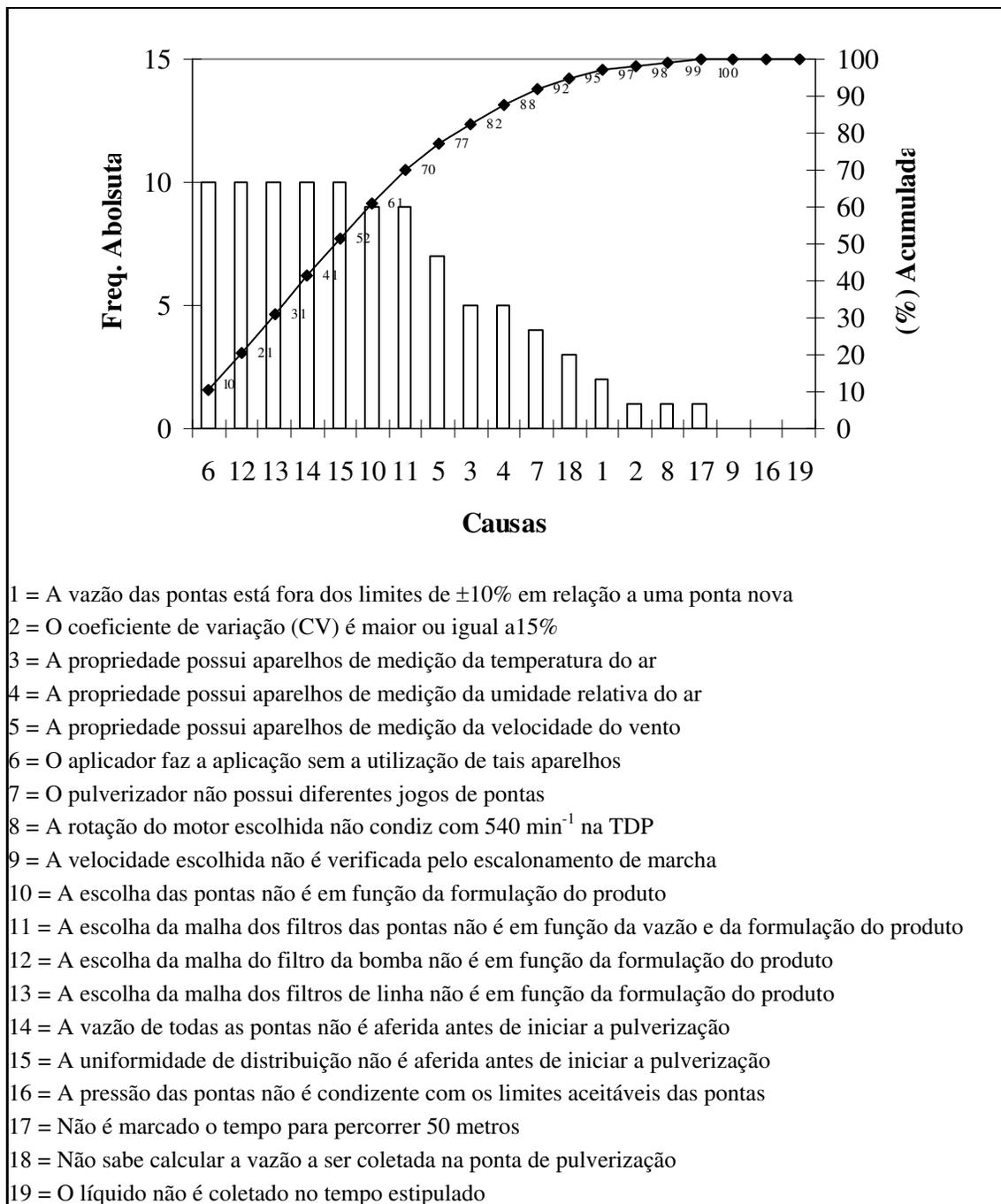


Figura 31 – Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator método

Dos processos analisados, o três e o dez apresentaram nove e três pontas fora do padrão estipulado, respectivamente. Apenas o processo nove apresentou o coeficiente de variação (CV) da barra fora do padrão (Tabela 9).

Tabela 10 – Número de pontas com vazão fora dos limites de $\pm 10\%$ e coeficiente de variação – CV da barra dos pulverizadores - PAQTRural

Processos	Nº de Pontas (vazão fora dos limites)	CV Barra
1	0	9,30
2	0	3,69
3	9	13,30
4	0	8,35
5	0	8,30
6	0	11,49
7	0	6,56
8	0	8,33
9	2	17,09
10	3	10,17

4.3.2 Somatória da pontuação dos fatores

O resultado da soma da pontuação dos fatores dos processos pode ser visualizado na Figura 32. O processo dez foi o que obteve a menor pontuação seguido do um, quatro e sete. As maiores pontuações foram obtidas pelos processos seis e dois. Entre as perdas de pontos do processo dez pode-se citar a falta de observação das condições climáticas em que se estava realizando a aplicação do produto.

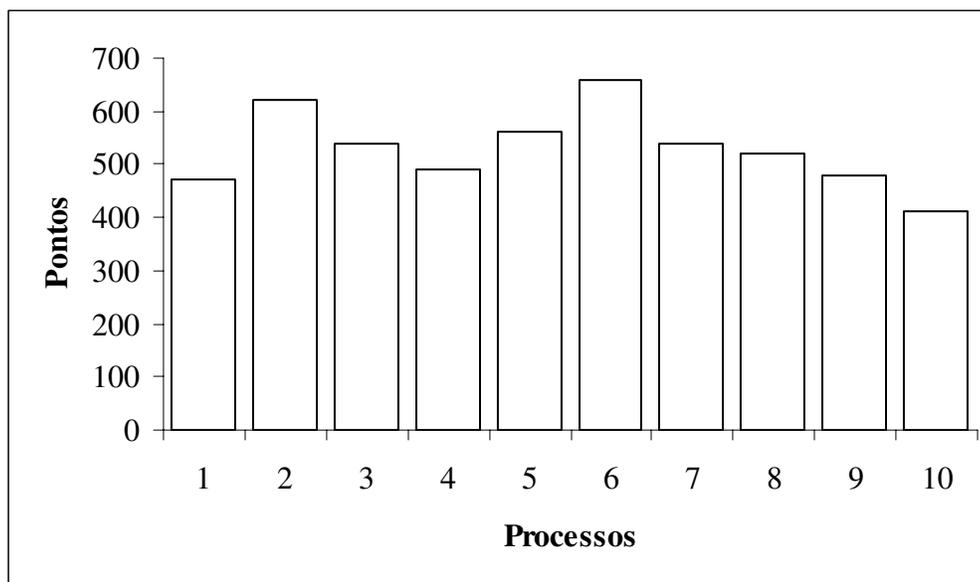


Figura 32 – Gráfico de barras da pontuação obtida pelos fatores dos processos

4.3.3 Itens de controle

4.3.3.1 Qualidade de distribuição das gotas

O resultado da avaliação da deposição das gotas podem ser observados na Tabela 10. Considerando o potencial risco de deriva os processos quatro, sete, oito e dez obtiveram um valor acima do aceitável de 3%. Com relação a densidade de gotas, como os produtos aplicados eram sistêmicos e desta forma 20 gotas cm^{-2} seria o aceitável, pode-se observar na Tabela 10 que todos os processos ficaram acima deste valor. Para o diâmetro mediano volumétrico o limite inferior aceitável era de 281 μm e com exceção do processo quatro todos os outros processos produziram gotas acima deste valor, minimizando as perdas por evaporação e deriva (CHRISTOFOLETTI, 1992). Como o valor considerado da amplitude relativa era 1,3 pode-se observar que cinco processos apresentaram valores acima deste. Quanto maior for o valor da amplitude relativa maior será a faixa de tamanho de gotas conforme citam CUNHA et al. (2003).

Tabela 11 – Análise da distribuição de gotas dos processos.

Processos	PRD (%)	Densidade (gotas cm^{-2})	DMV (μm)	AR
1	1,4	54	641	1,5
2	0,9	41	769	1,2
3	2,0	100	666	1,5
4	11,5	211	260	1,4
5	1,4	114	675	1,2
6	2,4	101	480	1,3
7	4,8	181	444	1,4
8	4,4	215	390	1,3
9	1,0	174	831	1,4
10	3,2	177	410	1,3

4.3.3.2 Controle de plantas daninhas, falha entre os rastros e fitotoxicidade causado às plantas

Não ocorreram problemas de fitotoxicidade aparente nas plantas de soja (SBCPD, 1995) nos processos em que foram avaliadas as aplicações de herbicidas pós-emergentes e pré-semeadura. Desta forma, atribui-se a nota integral para todos os processos.

No caso das falhas ocorridas entre as passadas do pulverizador, estas ocorreram

apenas no processo três. Quando as passadas do pulverizador são marcadas por balizas (Figura 33) os problemas de falha podem ser provocados por erros dos balizadores posicionando a baliza inclinada ou por diminuir a distância entre uma passada e a outra, levando o operador a cometer erros.



Figura 33 – Marcação das passadas do conjunto trator e pulverizador através de balizas

Com relação ao controle de plantas daninhas, pelos gráficos de controle pode-se verificar que nos processos um, dois, quatro, cinco, seis e nove estão ocorrendo causas especiais de variação (Apêndice 5). Entre as causas especiais de variação pode-se considerar a dificuldade das gotas em chegar até o alvo, ou seja, pela barreira física (“efeito guarda-chuva”) exercida pela palha não permitindo a ação do produto. A desuniformidade de germinação das sementes das plantas daninhas pode ser considerada outra causa especial de variação devido ao fato de que o produto não tem efeito residual.

Com relação às plantas daninhas no apêndice 6 pode-se observar as espécies que ocorreram nos processos. Na Figura 34 pode-se notar de um modo geral a *Spermacoce latifolia*, *Brachiaria plantaginea*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, e *Euphorbia heterophylla* apareceram em maior frequência nos processos, concordando com SKORA NETO (1998).

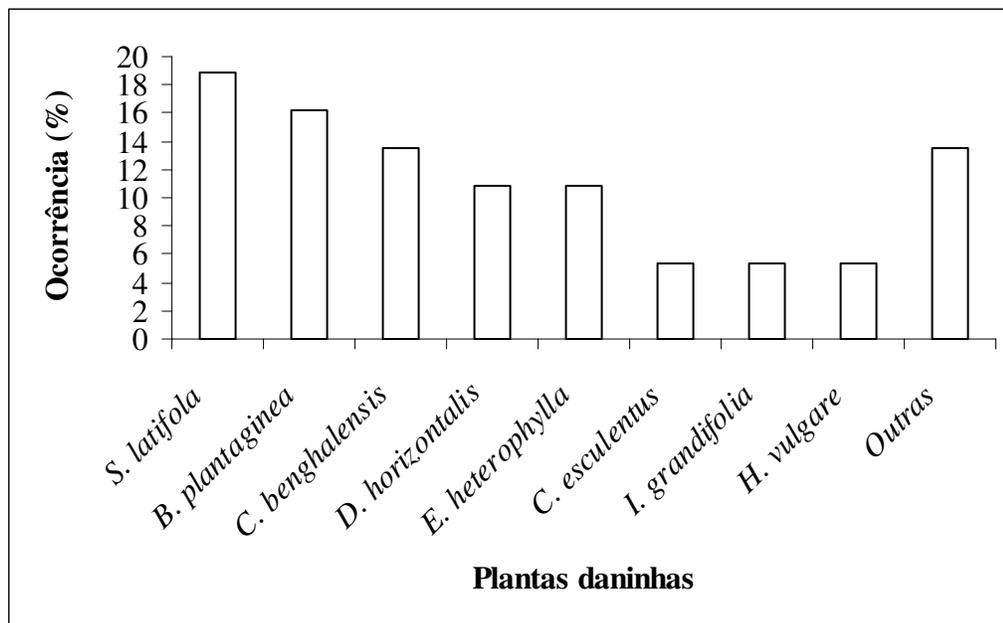


Figura 34 – Gráfico de barras da ocorrência de plantas daninhas

4.3.3.3 Somatório da pontuação dos itens de controle

O processo quatro obteve a menor pontuação dos itens de controle, com 322 pontos (Figura 35). Os processos um, três, sete e nove obtiveram a mesma pontuação dos itens de controle, totalizando 536 pontos. Os processos dois, cinco, seis e oito obtiveram igual pontuação. O processo dez foi o que obteve a pontuação máxima dos itens de controle. Esperava-se que os processos que obtivessem a menor pontuação nos fatores seriam aqueles que também apresentassem o menor valor nos itens de controle, no entanto, isso não ocorreu provavelmente pela falta de proporcionalidade entre o estímulo e a resposta, conforme PALADINI (2002).

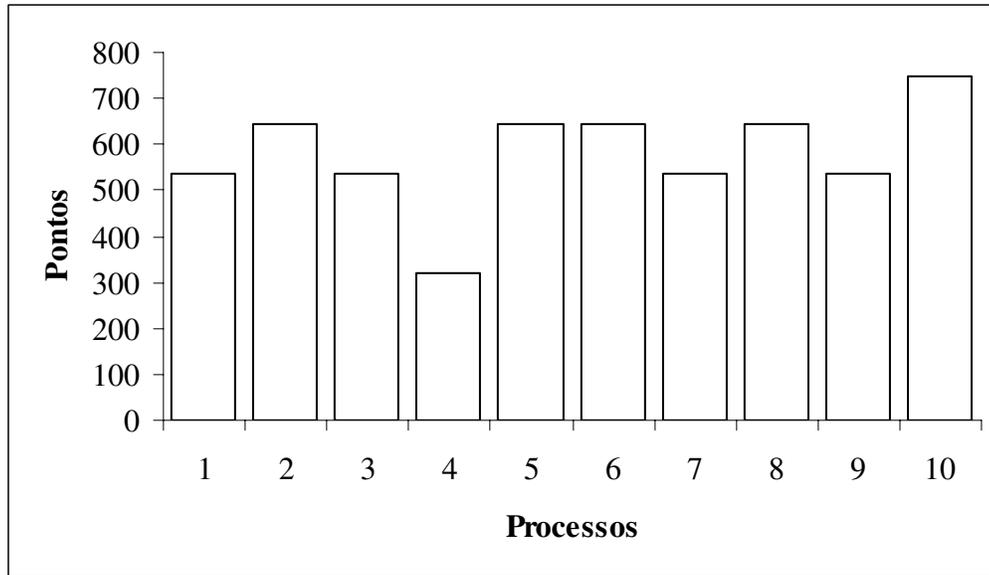


Figura 35 – Total de pontos dos processos

4.3.4 Somatória da pontuação dos fatores e itens de controle

Somando-se a pontuação dos fatores com os itens de controle pode-se visualizar na Figura 36 que apenas o processo quatro obteve uma pontuação abaixo de 1000 pontos. Interessante fato a comentar foi que nos fatores mão-de-obra, máquina e meio, os três primeiros que obtiveram as melhores notas foram também os que apresentaram a melhor classificação no computo geral.

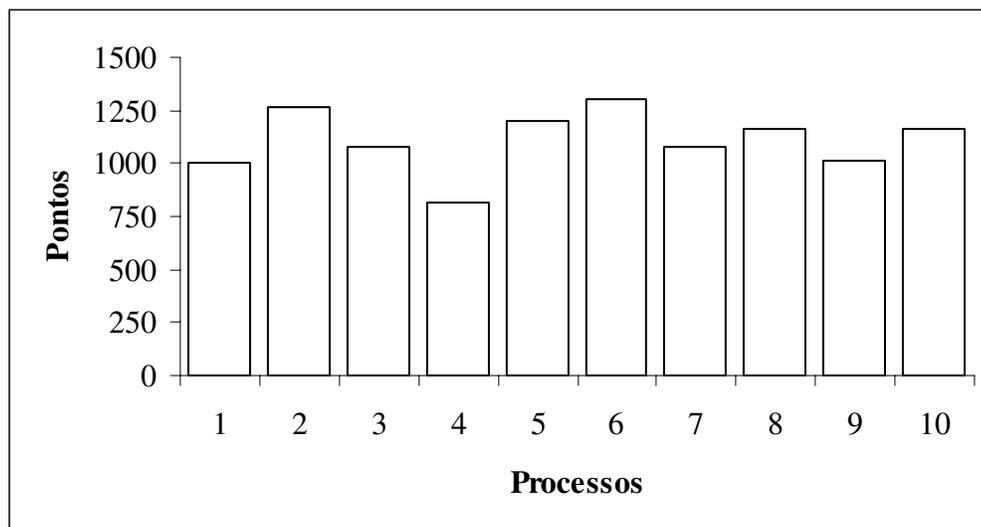


Figura 36 – Soma da pontuação dos fatores com os itens de controle dos processos

5 CONCLUSÕES

A metodologia gerada mostrou-se adequada, pois através dela pode-se observar pontos positivos e negativos nos fatores envolvidos no processo de pulverização dos cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios.

A pontuação dos fatores dos processos participantes do Programa Agrária de Qualidade Total Rural foi maior que a pontuação obtida pelos processos que não participam do programa.

Fator mão-de-obra:

Os colaboradores desconhecem os limites de temperatura e velocidade do vento para se fazer uma aplicação de qualidade.

Os colaboradores têm o hábito de usar o equipamento de proteção individual – EPI.

Os colaboradores sabem o volume de calda a ser aplicado.

Fator máquina:

Os pulverizadores utilizados pelos cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios têm pouco tempo de uso.

Dos fatores avaliados o fator máquina foi o que apresentou maior contribuição para o aumento dos pontos obtidos pelos processos e conseqüentemente melhoria das condições de aplicação.

A malha dos filtros utilizadas nas pontas não seguem recomendação do fabricante.

As pontas utilizadas nas barras dos pulverizadores são todas da mesma marca, modelo e vazão.

Os pulverizadores não apresentam vazamentos nas conexões e mangueiras.

Fator material:

O pH e a dureza da água não são mensurados antes da aplicação.

Os produtos são aplicados com recomendação agrônômica, provêm de empresa

idônea e são armazenados em depósitos específicos.

Fator meio:

As embalagens são devidamente lavadas e descartadas em local apropriado.

Fator método:

As condições meteorológicas não são monitoradas durante a aplicação.

As pontas não são escolhidas em função da formulação dos produtos.

A vazão de todas as pontas não é avaliada antes da aplicação.

A maioria das pontas dos pulverizadores estavam dentro dos limites aceitáveis de vazão e uniformidade de distribuição.

Processos participantes do Programa Agrária de Qualidade Total Rural

Fator mão-de-obra:

Os colaboradores desconhecem os limites da umidade relativa do ar e de temperatura ideais para uma aplicação de qualidade.

Os colaboradores sabem o volume de calda a ser aplicado.

Fator máquina:

A maioria dos tratores não possuem pneus estreitos para fazer aplicação.

Todos os tratores possuem tacômetros, horímetros e aceleradores manuais operantes.

As pontas são todas da mesma marca, modelo e vazão.

Fator material:

O pH e a dureza da água não são mensurados antes da aplicação.

Fator meio:

As embalagens são devidamente lavadas e descartadas em local apropriado.

Fator método:

As condições meteorológicas não são monitoradas durante a aplicação.

As pontas não são escolhidas em função da formulação dos produtos.

A vazão de todas as pontas não é avaliada antes da aplicação.

A maioria das pontas dos pulverizadores estavam dentro dos limites aceitáveis de vazão e uniformidade de distribuição.

A maioria dos processos apresentou o controle de plantas daninhas fora de controle estatístico.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- * Verificar qual a periodicidade que deve ser feita a avaliação em empresas agrícolas produtoras de cereais e oleaginosas;
- * Verificar qual a periodicidade que deve ser feita a aferição das pontas de pulverização considerando aplicações em cereais de inverno, milho e soja com volume de calda de até 200 L ha⁻¹;
- * Fazer avaliações dos processos de aplicação de herbicidas (pré e pós-emergentes), fungicidas e inseticidas;
- * Fazer trabalhos visando o controle de doenças e plantas daninhas com pontas fora da especificação com coeficiente de variação acima de 15%;
- * Comparar operadores com e sem treinamento;
- * Trabalhar a metodologia variando os pesos dados nos itens de avaliação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. M.; ENGEL, A. **Agroqualidade: qualidade total na agropecuária**. Guaíba: Agropecuária, 1997, 72p.

ANTUNIASSI, U. De olho na máquina. **Cultivar máquinas**, Pelotas. n° 5,. p16-18, setembro/outubro. 2001.

ASSOCIAÇÃO DE CRÉDITO E ASSISTÊNCIA RURAL DO PARANÁ – ACARPA. **Manejo de pragas da soja**. Curitiba, 1979, 14 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. **Produtos comercializados no Brasil – Total Geral**. 1999, <http://www.andef.com.br/dentro/total01.htm>, capturado em junho de 2002.

AZAMBUJA, T. T. de. **Metodologia para auto-avaliação da implantação da GQT**. Rio de Janeiro: Quatitymark Editora, 1994, 64p.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987, 307p.

BRASSARD, M. **Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua**. PROQUAL Consultoria e Assessoria Empresarial. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1994. 88p.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; BRAUN, E. Controle de ferrugem da folha da aveia: efeitos de volumes de calda com um e com duas aplicações de fungicida. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE. II, 2001. Jundiaí. **Anais...Jundiaí**, 2001, <http://www.iac.sp.gov.br>, capturado em janeiro de 2004.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; BRAUN, E. Volumes de calda na aplicação de fungicida para controle da ferrugem da folha do trigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA., 32, 2003. Jundiaí. **Anais...Goiânia**, 2003, CDRow.

BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. De; GAZZIEIRO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 38, n° 5, p 651-657, maio 2003.

BUZATTI, W. J. de S. **Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto na palha**. In: PAULETTI, V. e SEGANFREDO, R.. Plantio direto: Atualização tecnológica. Fundação Cargill/Fundação ABC, 1999, 171p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA – CNA. **Um perfil do agricultor brasileiro**. CNA 1999. Capturado em 31/10/2002. On line. Disponível na Internet <http://cna.org.br/cna/publicacao/noticia.wsp?tmp.noticia=1822>

COUTINHO, P; CORDEIRO, C. M. **A ponta de pulverização – cuidados na escolha**. In: Encontro Técnico. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. COOPAVEL/COODETEC/BAYER CropScience.Cascavel, 2003, 122 p.

CRISTOFOLETTI, J. C. **Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo. Shell Brasil S.A, 1992. 122p.

CUNHA, J. P.A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução de deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v.21, n.2, p 325-332, 2003.

EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**. EMATER 2002. Capturado em 31/10/2002. On-line. Disponível na Internet <http://www.emater.pr.gov.br/HPPGraos/Paginas/Textecni/Tecaplher.htm>

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. **Plantio direto na palha**. FEBRAPDP 1999. Capturado em 19/04/2001. On-line. Disponível na Internet <http://www.agri.com.br/febrapdp>.

FERNANDES, R. A. T.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas de um sistema de produção de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 20, n. 3. p285-220, setembro, 2000.

FESSEL, V. A. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de Eucalyptus grandis, implantados com cultivo mínimo**. Piracicaba, 2003. 87p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FEY, E. **Estado de arte do processo de pulverização junto a associados da COOPERVALE, Maripá – PR**. Ponta Grossa, 1998. 26p. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR, A. A. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de semeadura de soja após dessecação da cobertura vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 20, n.1, p 53-62, 2002.

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE – FPNQ. **Critérios de excelência. O estado da arte da gestão para a excelência do desempenho.** Capturado em 06/05/2002. On line. Disponível da Internet www.fpng.org.br .

GANDOLFO, M. A. **Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas.** Botucatu, 2002. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

HOFMAN, V.; WILSON, J. Choosing drift-reducing nozzles. FS 919: PDF, June 2003. <http://agbiopubs.edu/articles/FS919.pdf> . Capturado em 15/12/2004.

JACTO. **Manual técnico sobre orientação de pulverização.** Pompéia – SP. 2001. 24p.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** Tradução: MIYAKE, D. I. São Paulo: Editora Gente, 1993, 245p.

LACA-BUENDIA, J. P.; BRANDÃO, M. Cadastramento e análise quantitativa das plantas daninhas ocorrentes em áreas anteriormente ocupadas pela formação do cerrado no triângulo mineiro e alto Paranaíba. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 4, n° 4, p 71-76, out. 1994.

LACA-BUENDIA, J. P.; BRANDÃO, M.; RAFAEL, J. O. V.; OLIVEIRA, P. De. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na pré-colheita da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill no triângulo mineiro e alto Paranaíba, Minas Gerais – Brasil. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 5, n° 3, p 84-96, jul. 1995.

LAPA, R. P.; BARROS FILHO, A. M.; ALVES, J. F. **Praticando os cinco sentidos.** Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 1998, 96p.

LEVINE, M. D.; MARK, L., B.; STEPHAN, D. **Estatística: teoria e aplicações usando microsoft excel em português.** Tradução: SOUZA, T. C. P. de. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 2000, 811p.

LOBOS, J. **Qualidade! Através das pessoas.** São Paulo, Editora Hamburg Ltda., 1991, 184p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional.** Nova Odessa – SP: Editora Plantarum, 4 ed. 1994. 299p.

LOURENÇO FILHO, R. de C. B. **Controle estatístico da qualidade.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1964. 223p.

MACHADO, A. L. T. Prevenção custa menos. **Cultivar máquinas**, Pelotas. n° 5. p16-18, setembro/outubro. 2001

MAROCHI, A. F.; SCHMIDT, W. **Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação e uso de scorpion no sistema.** Castro, Fundação ABC, 1996. 43 p. (Documento).

MATUO, T. **Fundamentos da tecnologia de aplicações de agrotóxicos.** In: GUEDES,

J.V.C. e DORNELLES,S.H.B. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: Novas tecnologias. Livraria Rural, Campinas, 1998, 95 – 103 p.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. I.; SANTOS, C. T. D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v.19, n. 3, p 375-380, 2001.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total**. Tradução: PEREIRA, A. G. São Paulo: Nobel, 1994, 451p.

PALADINI, E. P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002, 246p.

PASQUA, S. E.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas na culturas do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, Bauru, 1996,. **Anais**, Bauru. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 1996. CD.

PECHE FILHO, A. **Aplicação de conceitos de qualidade em operações mecanizadas**. In: 1º Workshop sobre mecanização agrícola na região do clima temperado, Pelotas, 1994. **Anais...**, Pelotas, UFSM/EMBRAPA 1994. p33 – 36.

PEREIRA, J. C. R. Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para ciências da saúde, humanas e sociais. 2ª Ed. São Paulo: EDUSP, 1999, 256p.

RAMOS, H. H. Erros freqüentes na regulagem de pulverizadores. **Revista Agrinova**, Porto Alegre. n° 23. p42-46, abril. 2003.

REICHERT, P. Projeto qualidade total nas propriedades rurais. **Revista de Entre Rios**, Guarapuava. n° 31. p 6-7, julho. 2003.

REIS, E. M. **Manual de identificação e de quantificação de doenças do trigo**. Agroalpa. Passo Fundo, 1994. 59 p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D. Nível de dano econômico com critério para controle de picão preto em soja. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 21, n.2, p 271-282, 2003.

SALVI, J. V.; MILAN, M. Gerenciamento da qualidade em operações agrícolas mecanizadas no plantio de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, São Pedro, 2004. **Anais...** São Pedro, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2004. CD – ROM.

SANTOS, S. R. dos; WEIRICH NETO, P.H.; FEY, E; TANABE, A., Diagnóstico do processo de semeadura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill): Estudo de multicasos. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, Fortaleza, 2000. **Anais...** Fortaleza, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2000.CD – ROM.

SANTOS, S. R. dos; FEKSA, H. R; MACIEL, A. J. da S; DUHATSCHECK, B. Volume de calda e diferentes pontas de pulverização para o controle de doenças do trigo. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, São Pedro, 2004. **Anais...** São Pedro, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2004. CD – ROM.

SARTORI, S. Pulverizadores para aplicação terrestre tratorizada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE. **Anais...**, Jaboticabal, FCAV, 1985. 200 P. p. 46 – 79.

SCHIVAVUZZO, P.; MAGALHÃES, R. P.; MILAN, M. Uma proposta para avaliação gerencial da rotina e da melhoria para sistemas mecanizados. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, São Pedro, 2004. **Anais...** São Pedro, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2004. CD – ROM.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA EMPRESAS – SEBRAE. QT Rural: **Manual do empresário rural: a conquista da qualidade**. Brasília: SEBRAE, 2000. 72p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR – PR. **Manejo de Agrotóxicos: aplicação com pulverizador de barras**. Curitiba: SENAR-PR, 1995, 48 p. (Manual).

SCHULTZ, L. A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra. 1987. p. 124.

SKORA NETO, F. **Manejo de plantas daninhas**. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina. Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. 1998. p. 255.

SMITH, E. A. Manual da produtividade: métodos e atividades para envolver os funcionários na melhoria da produtividade. Rio de Janeiro: Quatitymark Editora, 1993, 249p.

SOUZA, A. C. C. de. **A qualidade total na agricultura**. In: Qualidade total na agricultura e na pecuária. In: SANTOS, L. M. F. dos e SOUZA, A. C. C. de. Emater. Curitiba. 1997. p 1-14. (apostila).

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SPRAYING SYSTEMS. **Produtos de pulverização para agricultura**. Wheaton, Illinois – USA. 1999. 104p.

SUGUISAWA, J. M. **Diagnóstico da condição tecnológica, sob a ótica da qualidade, das operações mecanizadas da cultura do trigo em sistema de plantio direto**. Piracicaba, 2004.

110p. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, R. C. F.; TEIXEIRA, I. S. **Desenvolvimento das habilidades gerenciais através da liderança para a qualidade.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18 e International Congress Of Industrial Engineering, 4. 1998, Niterói, Anais ...Niterói: 8 p.

TORRES, F. P.; Rumos e tendências da pesquisa em tecnologia de aplicação de defensivos: a visão da indústria de máquina e equipamentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE. 2, 2001. Jundiaí. Anais...Jundiaí, 1999, <http://www.iac.sp.gov.br>, capturado em janeiro de 2004.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade – aplicação na atividade florestal.** Viçosa, Editora UFV, 2000, 124p.

VOLL, E.; GAZZIEIRO, D. L. P.; BRIGHENT, A. A. M.; ADEGAS, F. S. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta daninha**, Viçosa – MG, v. 20, n. 1, p 17 – 24, 2002.

VELLOSO, J. A. R. O., GASSEN, D. N., JACOBSEN, L. A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra.** Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT, 1984. 50 p. (Documentos, 5).

WEIRICH NETO, P. H. **Máquinas agrícolas em sistema de semeadura sob a palha (Plantio direto): atualização.** In: PAULETTI, V. e SEGANFREDO, R.. Plantio direto: Atualização tecnológica. Fundação Cargill/Fundação ABC, 2000, 171p.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1995a, 108p. v.1.

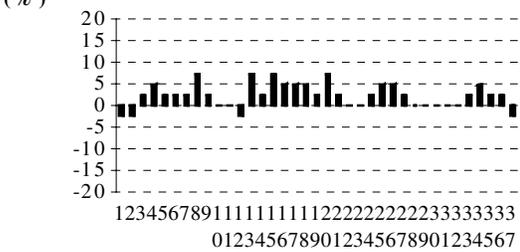
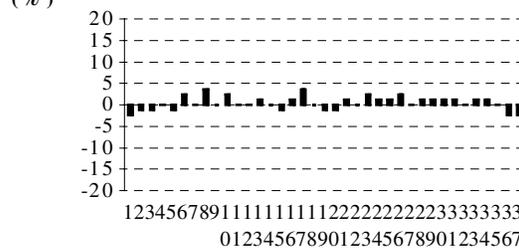
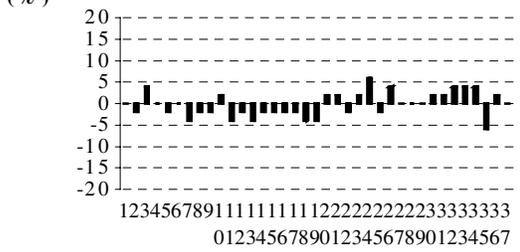
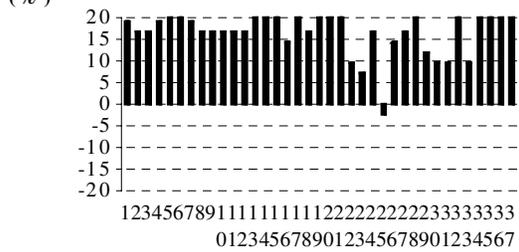
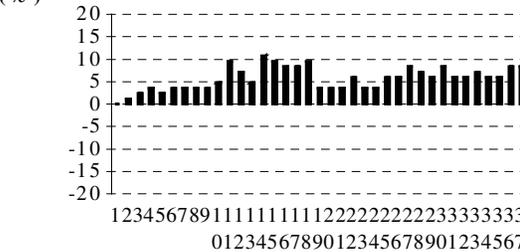
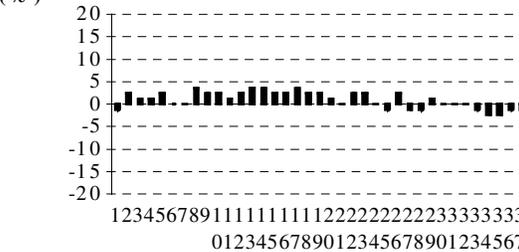
WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1995b, 384p. v.2.

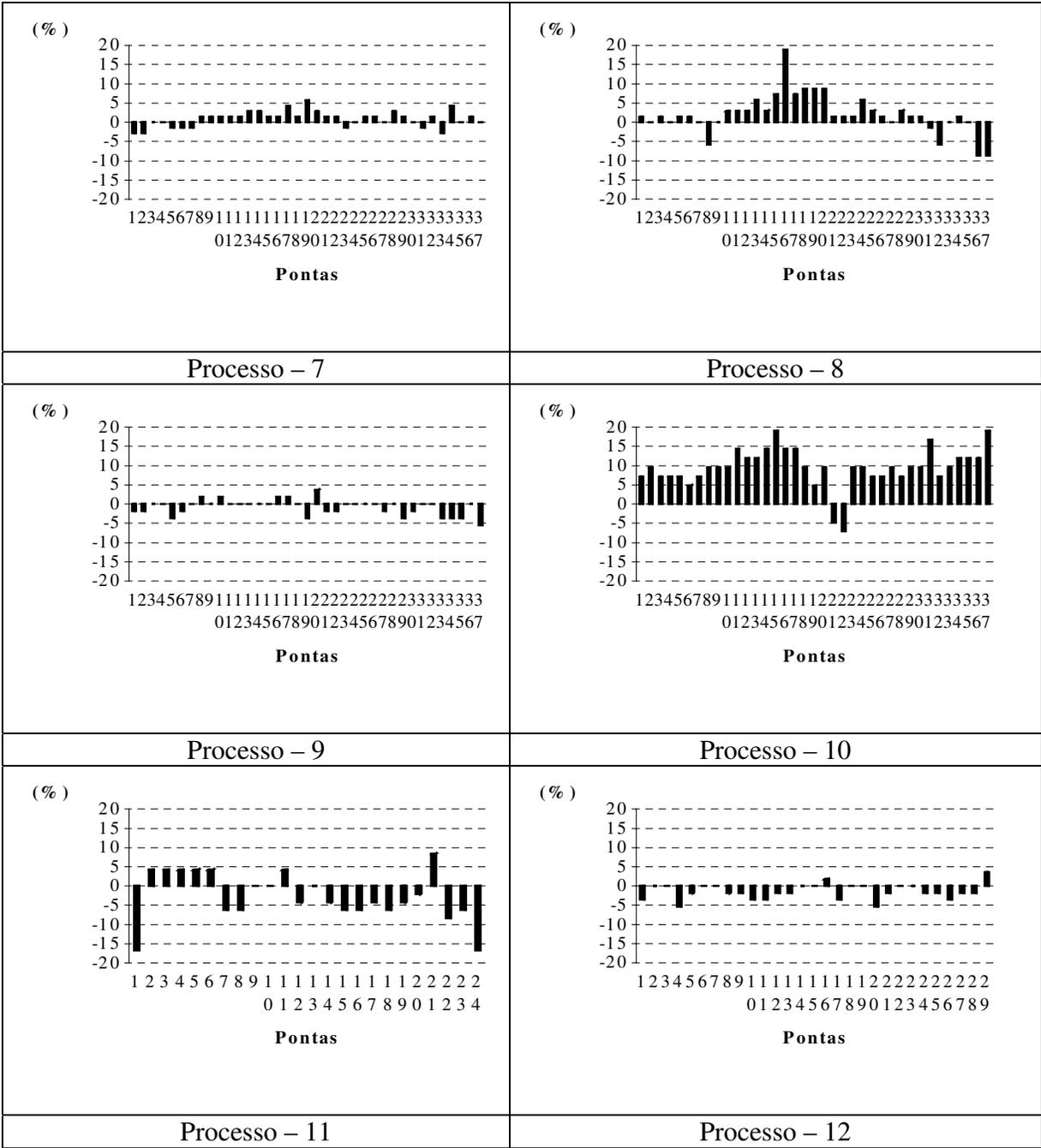
8 APÊNDICES

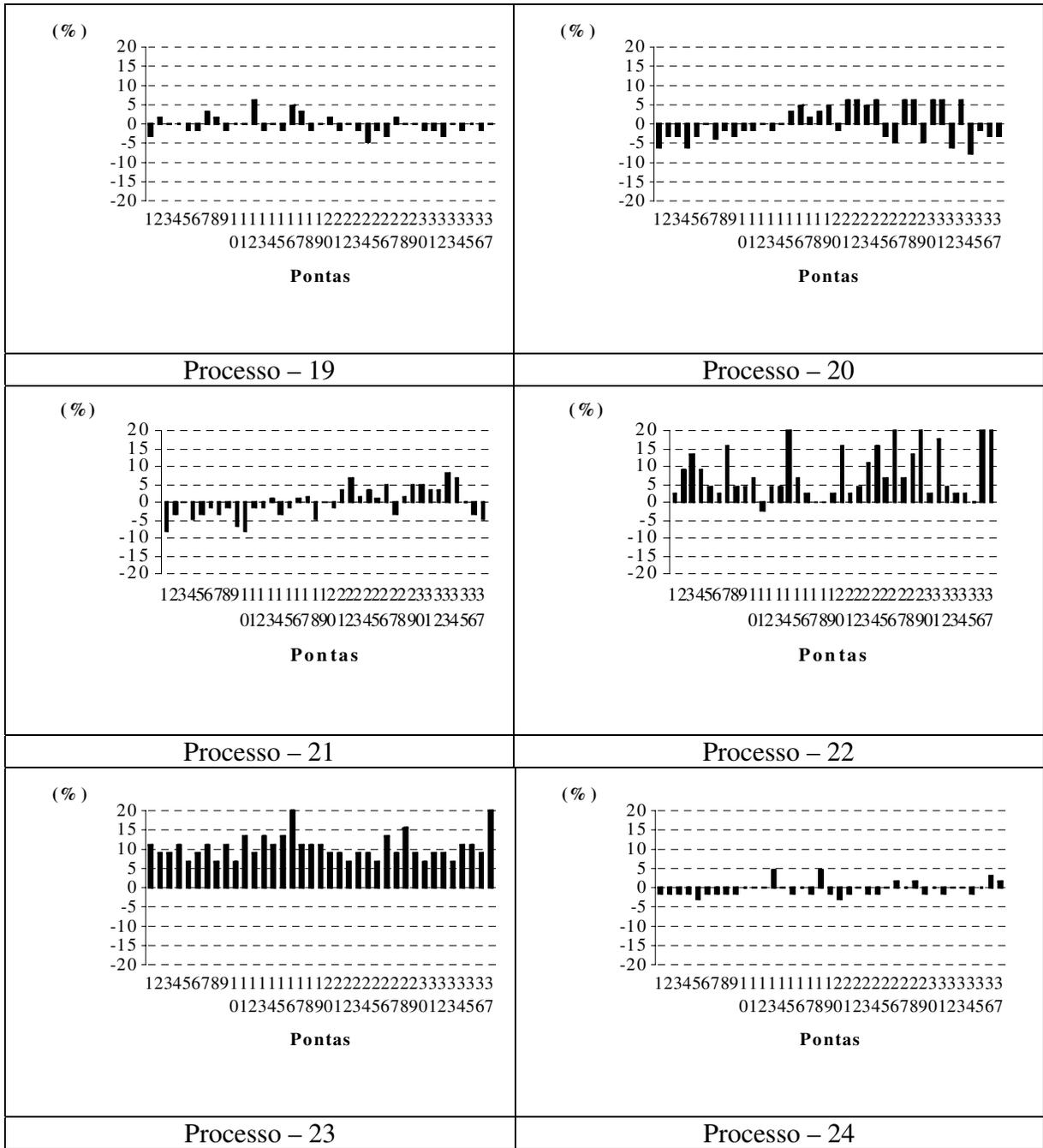
Apêndice 1 – Planilha para registro dos volumes coletados nas provetas da mesa para análise da regularidade de distribuição da barra do pulverizador – fator método

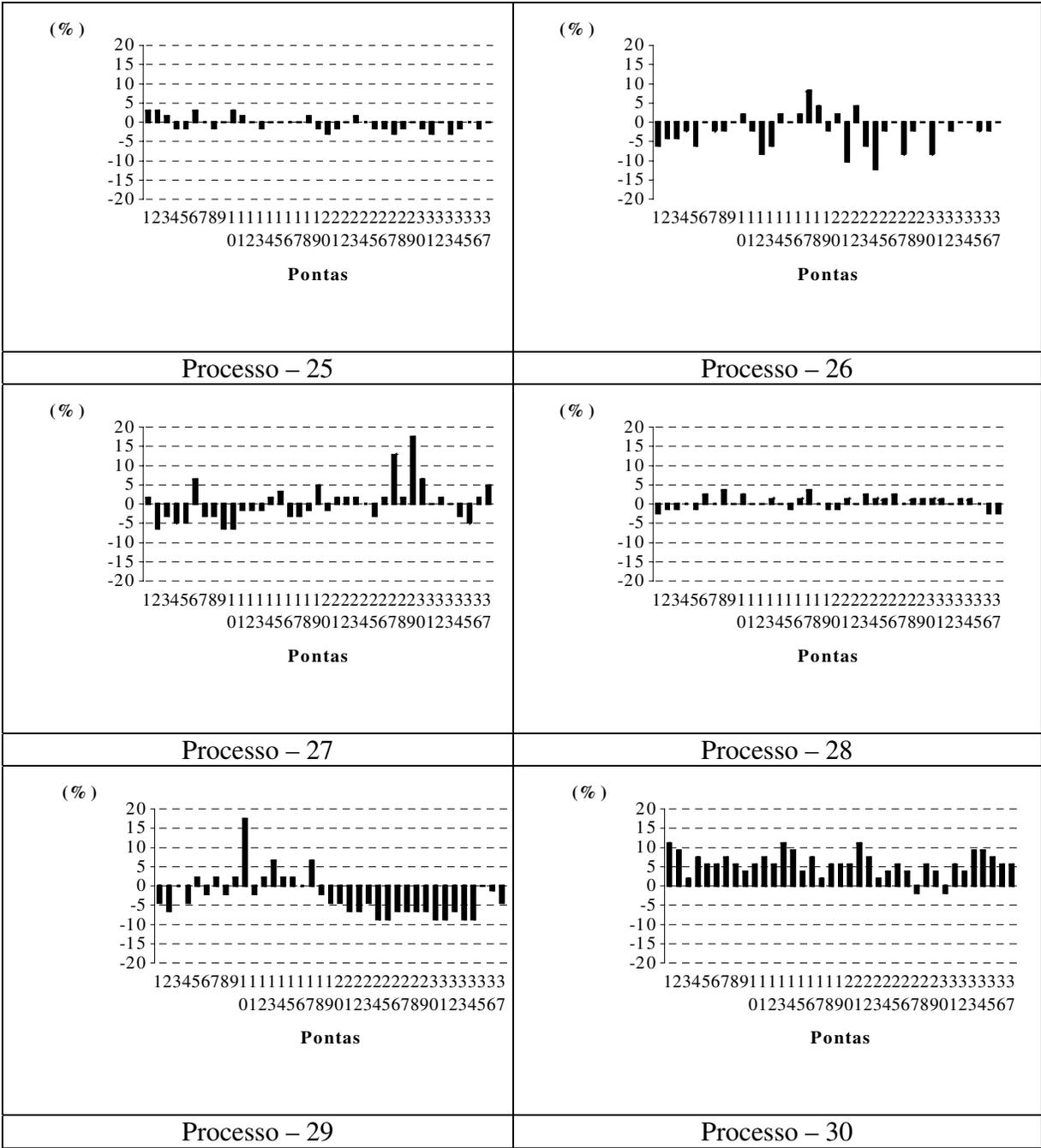
1	41	81	121	161	201	241	281	321	361	
2	42	82	122	162	202	242	282	322	362	
3	43	83	123	163	203	243	283	323	363	
4	44	84	124	164	204	244	284	324	364	
5	45	85	125	165	205	245	285	325	365	
6	46	86	126	166	206	246	286	326	366	
7	47	87	127	167	207	247	287	327	367	
8	48	88	128	168	208	248	288	328	368	
9	49	89	129	169	209	249	289	329	369	
10	50	90	130	170	210	250	290	330	370	
11	51	91	131	171	211	251	291	331	371	
12	52	92	132	172	212	252	292	332	372	
13	53	93	133	173	213	253	293	333	373	
14	54	94	134	174	214	254	294	334	374	
15	55	95	135	175	215	255	295	335	375	
16	56	96	136	176	216	256	296	336	376	
17	57	97	137	177	217	257	297	337	377	
18	58	98	138	178	218	258	298	338	378	
19	59	99	139	179	219	259	299	339	379	
20	60	100	140	180	220	260	300	340	380	
21	61	101	141	181	221	261	301	341	381	
22	62	102	142	182	222	262	302	342	382	
23	63	103	143	183	223	263	303	343	383	
24	64	104	144	184	224	264	304	344	384	
25	65	105	145	185	225	265	305	345	385	
26	66	106	146	186	226	266	306	346	386	
27	67	107	147	187	227	267	307	347	387	
28	68	108	148	188	228	268	308	348	388	
29	69	109	149	189	229	269	309	349	389	
30	70	110	150	190	230	270	310	350	390	
31	71	111	151	191	231	271	311	351	391	
32	72	112	152	192	232	272	312	352	392	
33	73	113	153	193	233	273	313	353	393	
34	74	114	154	194	234	274	314	354	394	
35	75	115	155	195	235	275	315	355	395	
36	76	116	156	196	236	276	316	356	396	
37	77	117	157	197	237	277	317	357	397	
38	78	118	158	198	238	278	318	358	398	
39	79	119	159	199	239	279	319	359	399	
40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

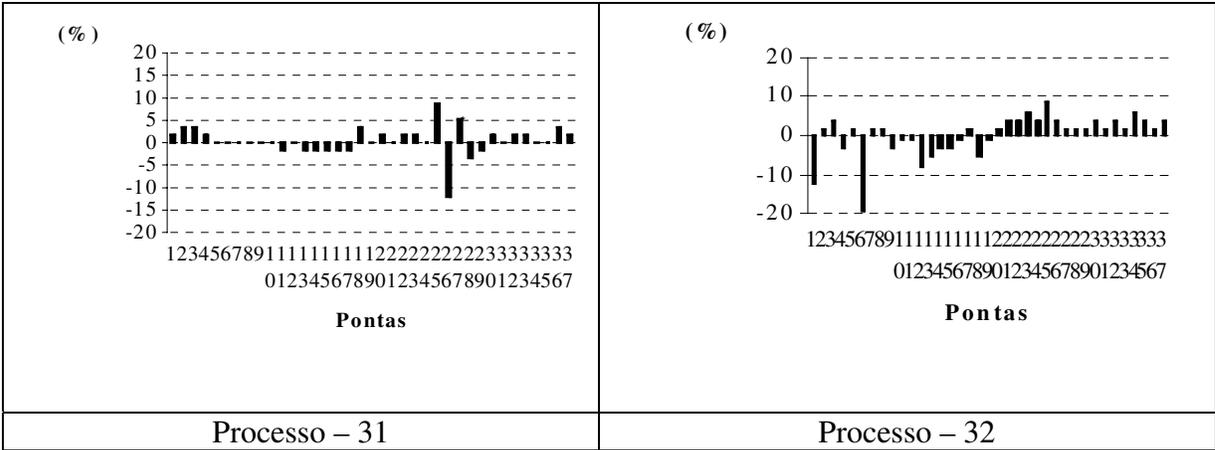
Apêndice 3 – Comparação entre a vazão das pontas de pulverização e a ponta padrão, em porcentagem, dos processos avaliados

<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>	<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>
<p>Processo – 1</p>	<p>Processo – 2</p>
<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>	<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>
<p>Processo – 3</p>	<p>Processo – 4</p>
<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>	<p>(%)</p>  <p>1234567891111111111111111222222222222333333333 0123456789012345678901234567</p> <p>Pontas</p>
<p>Processo – 5</p>	<p>Processo – 6</p>









Apêndice 4 – FOLHAS DE VERIFICAÇÃO DOS PROCESSOS

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 1

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO											
Produtor: Processo 1						Talhão: 1					
Aplicação de: Dessecante						Data da aplicação: 26/11/04					
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup transorb					
Vento (km h ⁻¹): 5,5						Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 1,5					
Temperatura (°C): 27,6						Ponta de pulverização: ADGA 110015					
Umidade do ar (%): 60,6						Volume de calda (L ha ⁻¹): 100					
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS											
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário	I	14:35	T	15:20	
+ = Ausência de plantas daninhas						Ø = presença de plantas daninhas					
+	Ø ¹	Ø ¹	Ø ²	Ø ^{1,3}	+	Ø ³	Ø ³	+	Ø ³		
Ø ³	+	+	Ø ³	+	Ø ⁴	Ø ⁴	Ø ⁴	Ø ³	+		
Ø ³	+	+	Ø ¹	Ø ¹	Ø ³	Ø ³	+	+	Ø ³		
+	+	+	Ø ¹	+	+	+	+	+	+	+	
+	Ø ³	+	+	+	+	+	+	+	+	Ø ²	
Ø ³	Ø ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	Ø ¹	+	+	Ø ¹	+	+		
+	+	+	+	+							
Total fora de controle: 26 (*1,33 = 35 %)						Total dentro de controle: 49 (*1,33 = 65 %)					
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 30/12/04					
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS											
1 – Trapoeraba			2 – Poaia			3 – Milhã			4 – Samambaia		

Obs:

O milhã estava fora de estágio, possivelmente houve efeito “guarda-chuva” e o produto não atingiu as plantas que estavam embaixo da palha.

Dos 26 pontos que não foram controlados, 10 são de plantas daninhas que não são facilmente controladas pelo roundup como é o caso da trapoeraba e poaia, ou seja, 13% que estão fora de controle terão que ser manejados com outro herbicida.

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 2

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO											
Produtor: Processo 2						Talhão: 1					
Aplicação de: dessecante						Data da aplicação: 24/11/04					
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup					
Vento (km h ⁻¹): 3,0						Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 2,0					
Temperatura (°C): 22,0						Ponta de pulverização: AVI 110015					
Umidade do ar (%): 64,6						Volume de calda (L ha ⁻¹): 60					
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS											
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário		I	13:35	8.1.	14:20
+ = Ausência de plantas daninhas						Ø = presença de plantas daninhas					
Ø ¹	+	+	+	Ø ²	+	+	+	Ø ²	Ø ¹	Ø ²	Ø ¹
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	Ø ³	Ø ²	Ø ²	Ø ¹	Ø ²		
Ø ¹	+	+	+	Ø ⁴	Ø ⁵	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+						
Total fora de controle: 14 (19%)						Total dentro de controle: 61 (81%)					
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 27/12/04					
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS											
1 – Tiriricão			2 – Papuã			3 – Trapoeraba			4 – Trigo morisco		
5 – Milhã			6 –			7 –			8 –		

Obs:

- Ausência de falhas entre os rastros.

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 3

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO															
Produtor: Processo 3						Talhão: 7B									
Aplicação de: Dessecante						Data da aplicação: 11/04									
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup									
Vento (km h ⁻¹): 10,5						Dose do produto (L ha ⁻¹): 2									
Temperatura (°C): 21,45						Ponta de pulverização: ADGA 110015									
Umidade do ar (%): 75,7						Volume de calda (L ha ⁻¹): 100									
AVALIAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS															
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário	I	8:30	T	9:25					
+ = Ausência de plantas daninhas						∅ = presença de plantas daninhas									
+		+		∅ ¹	+		+		∅ ²	+		∅ ¹	+		∅ ³
+		+		∅ ³	+		+		+		∅ ³	∅ ¹	+		+
+		∅ ³	+		+		∅ ³	∅ ²	+		+		+		∅ ¹
+		+		∅ ²	∅ ²	+		∅ ²	+		+		+		+
∅ ¹	+		+		+		∅ ³	+		+		+		+	+
∅ ¹	+		∅ ²	∅ ²	+		+		+		+		∅ ²	+	
∅ ¹	+		+		∅ ²	+		∅ ²	∅ ³	∅ ²	+		∅ ²		
∅ ²	+		∅ ⁴	∅ ⁴	∅ [?]										
Total fora de controle: 30 (40%)						Total dentro de controle: 45 (60%)									
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 27/12/04									
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS															
1 – Trapoeraba			2 - Poaia			3 - Leiteiro			4 - Cravorana						
5			6			7			8						
9			10			11			12						
13			14			15			16						
17			18			19			20						

Obs:

Houve uma falha entre os rastros

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 4

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO													
Produtor: Processo 4					Talhão: 1								
Aplicação de: dessecante					Data da aplicação: 29/11/04								
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS					Produto: Roundup Transorb								
Vento (km h ⁻¹): 7,0					Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 1,5								
Temperatura (°C): 26,4					Ponta de pulverização: AXI 110010								
Umidade do ar (%): 67,3					Volume de calda (L ha ⁻¹): 100								
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS													
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75					Horário		I	13:35	T	14:20			
+ = Ausência de plantas daninhas					Ø = presença de plantas daninhas								
+		+		Ø ¹	+		Ø ¹	Ø ²	+		Ø ²	Ø ²	Ø ³
Ø ⁴	Ø ³	Ø ²	+		+		Ø ²	Ø ¹	+		+		Ø ¹
+		+		Ø ¹	Ø ²	+		Ø ⁵	+		+		+
+		Ø ^{1,6}	+		Ø ⁵	+		Ø ⁷	Ø ⁸	+		+	+
+		Ø ¹	+		+		+		+		Ø ³	+	Ø ⁵
+		Ø ⁵	+		+		Ø ¹	Ø ^{1,2}	Ø ¹				
Ø ¹	Ø ¹	Ø ¹	+		+		Ø ¹	+		+		+	+
Ø ³	+		Ø ⁹	Ø ¹	Ø ⁹								
Total fora de controle: 36 (48%)					Total dentro de controle: 39 (52%)								
Avaliador: Sérgio R. dos Santos					Data da avaliação: 27/12/04								
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS													
1 – Papuã		2 – Leitero		3 – Maria-mole		4 – Trapoeraba							
5 – nd		6 – Corda-de-viola		7 – Buva		8 – Dente-de-leão							
9 – Poaia		10		11		12							

Obs:

- Sem falha entre os rastros.
- Pensar num sistema de manejo da Maria-mole pós-colheita.

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 5

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO											
Produtor: Processo 5						Talhão: 1					
Aplicação de: dessecante						Data da aplicação: 07/12/04					
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup					
Vento (km h ⁻¹): 7,1						Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 1,66					
Temperatura (°C): 28,9						Ponta de pulverização: TT110012					
Umidade do ar (%): 77,3						Volume de calda (L ha ⁻¹): 95					
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS											
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário		I 15:20		T 16:00	
+ = Ausência de plantas daninhas						Ø = presença de plantas daninhas					
+		+		Ø ¹	+		+		+		+
+		+		Ø ²	Ø ³	Ø ³	+		+		Ø
+		+		+		+		+		+	
+		+		Ø ²	+		+		+		+
+		+		+		+		+		+	
+		+		+		+		+		+	
+		+		Ø [?]	+		+		+		+
Ø ²		+		+		+					
Total fora de controle: 8 (11%)						Total dentro de controle: 67 (89%)					
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 27/12/04					
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS											
1 – Poaia			2 – Corda-de-viola			3 – Leiteiro			4		

Obs:

- Sem falha entre os rastros
- Problema de controle sulco de erosão.

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 6

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO											
Produtor: Processo 6						Talhão: 1					
Aplicação de: dessecante						Data da aplicação: 03/12/04					
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup WG					
Vento (km h ⁻¹): 10,8						Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 1					
Temperatura (°C): 21,8						Ponta de pulverização: TT110015					
Umidade do ar (%): 70,3						Volume de calda (L ha ⁻¹): 100					
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS											
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário		I	11:30	T	12:15
+ = Ausência de plantas daninhas						Ø = presença de plantas daninhas					
+		+		Ø ¹	+		+		+		+
+		Ø ²	+		+		+	Ø ²	Ø ^{2,3}	Ø ³	+
Ø ²	+		+	Ø ²	Ø ²	Ø ²	Ø ²	Ø ²	+	Ø ⁴	+
+		Ø ⁴	+		+		+		+		+
+		+		+		+		+		+	+
+		+		+		+		+		+	+
+		+		+		+		+		+	+
+		+		+		+		+		+	+
+		+		+		+		+		+	+
Total fora de controle: 13 (17%)						Total dentro de controle: 62 (83%)					
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 23/12/04					
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS											
1 – Poaia			2 – Guanxuma			3 – Leitero			4 – Papuã		

Obs:

➤ Sem falha entre os rastros.

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 8

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO																
Produtor: Processo 8							Talhão: 1									
Aplicação de: graminicida							Data da aplicação: 05/01/05									
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS							Produto: Select									
Vento (km h ⁻¹): 8,2							Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg/ha ⁻¹): 0,3									
Temperatura (°C): 25,8							Ponta de pulverização: TT 110015									
Umidade do ar (%): 56,0							Volume de calda (L ha ⁻¹): 140									
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS																
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS:							Horário		I		13:00		T		14:00	
+ = Ausência de plantas daninhas							Ø = presença de plantas daninhas									
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		Ø ¹		+		+		+		
+		+		+		+		Ø ²		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		Ø ³		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
+		+		+		+		+		+		+		+		
Total fora de controle:							Total dentro de controle:									
Avaliador: Sérgio R. dos Santos							Data da avaliação:									
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS																
1 – Milhã				2 – Tiriricão				3 – Papuã				4 -				
5				6				7				8				
9				10				11				12				
13				14				15				16				
17				18				19				20				

Obs:

Ponto 17 sulco de erosão

Ponto 57 alta quantidade de palha

Folha de verificação do processo de pulverização – processo 10

FOLHA DE VERIFICAÇÃO – PROCESSO PULVERIZAÇÃO											
Produtor: Processo 10						Talhão: 1					
Aplicação de: dessecante						Data da aplicação: 23/11/04					
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS						Produto: Roundup WG					
Vento (km h ⁻¹): 10,2						Dose do produto (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹): 1,5					
Temperatura (°C): 33,0						Ponta de pulverização: AXI 110015					
Umidade do ar (%): 35,0						Volume de calda (L ha ⁻¹): 130					
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS											
TOTAL DE PONTOS AVALIADOS: 75						Horário		I	11:00	T	11:45
+ = Ausência de plantas daninhas						Ø = presença de plantas daninhas					
Ø ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	Ø ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ø ¹	Ø ¹	+	+	+	+	Ø ¹	+	+	+	+	+
+	+	+	+	Ø ³	Ø ³	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	Ø ³	Ø ²	+	+
+	+	+	+	Ø ²	+	+	+	+	+	+	+
+	+	Ø ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	Ø ⁴	+	+	+	+	+	+	+	+
Total fora de controle: 12 (16%)						Total dentro de controle: 63 (84%)					
Avaliador: Sérgio R. dos Santos						Data da avaliação: 14/12/04					
IDENTIFICAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS											
1 – Papuã			2 – Trapoeraba			3 – Leiteiro			4 – Poaia		

Obs:

- Ausência de falhas entre os rastros.

Apêndice 5 – Gráficos de controle dos processos – Programa Agrária de Qualidade Rural

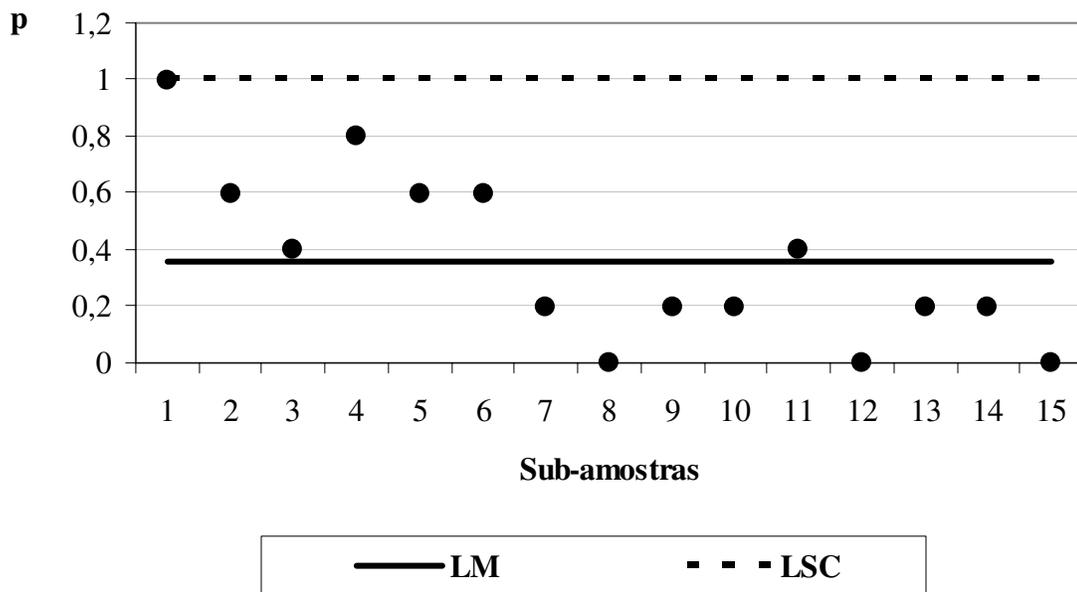


Gráfico de controle do processo de pulverização 1

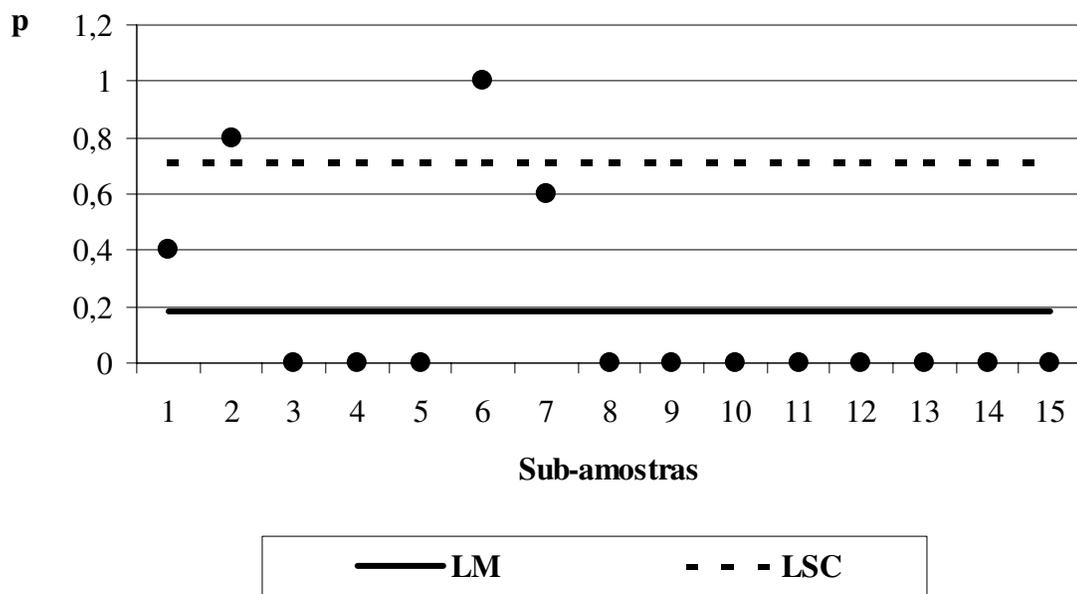


Gráfico de controle do processo de pulverização 2

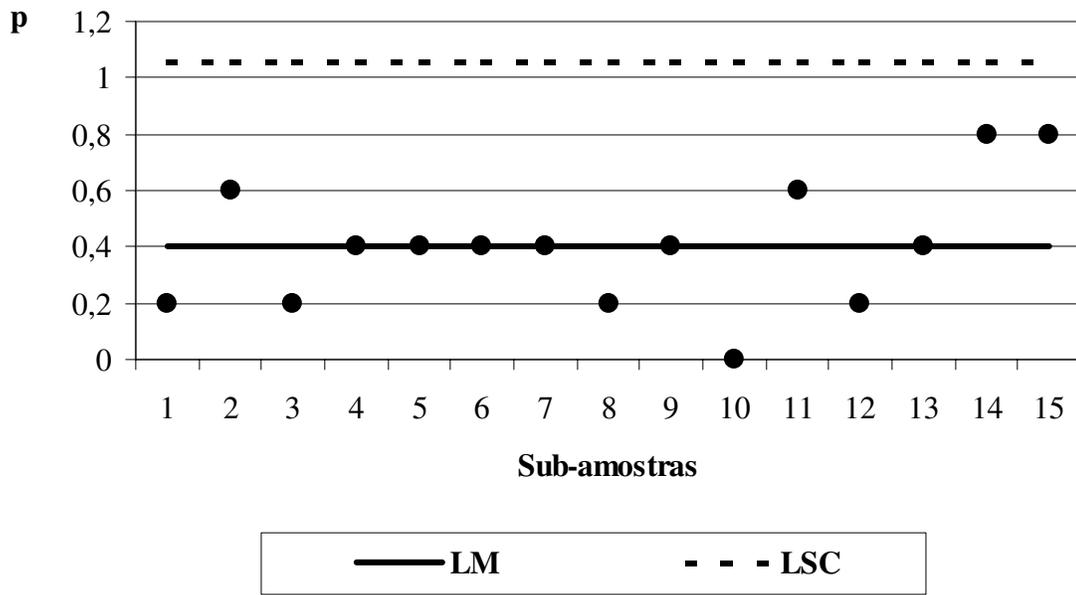


Gráfico de controle do processo de pulverização 3

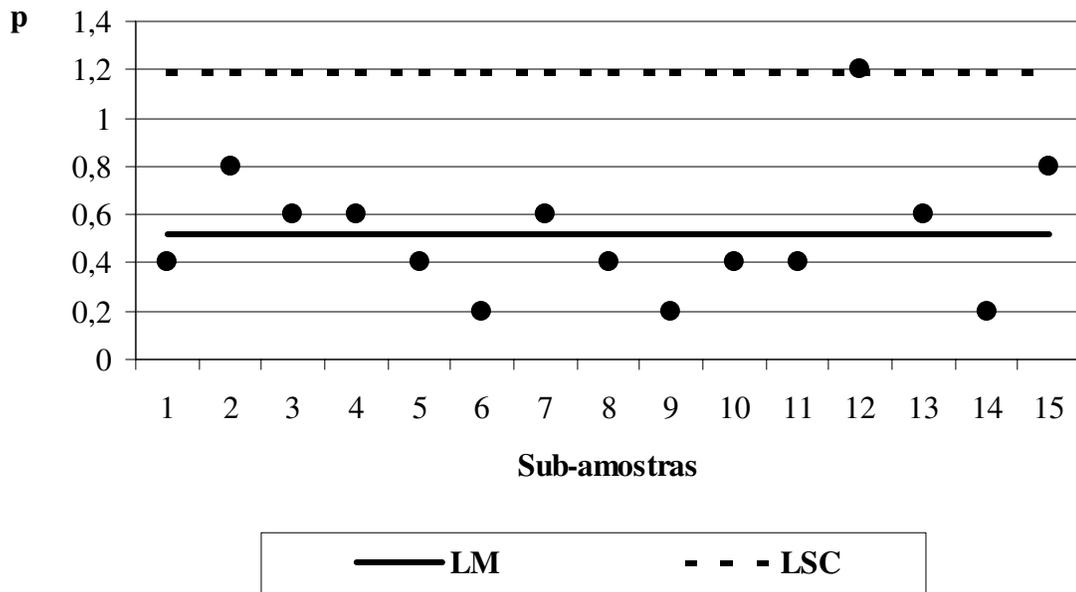


Gráfico de controle do processo de pulverização 4

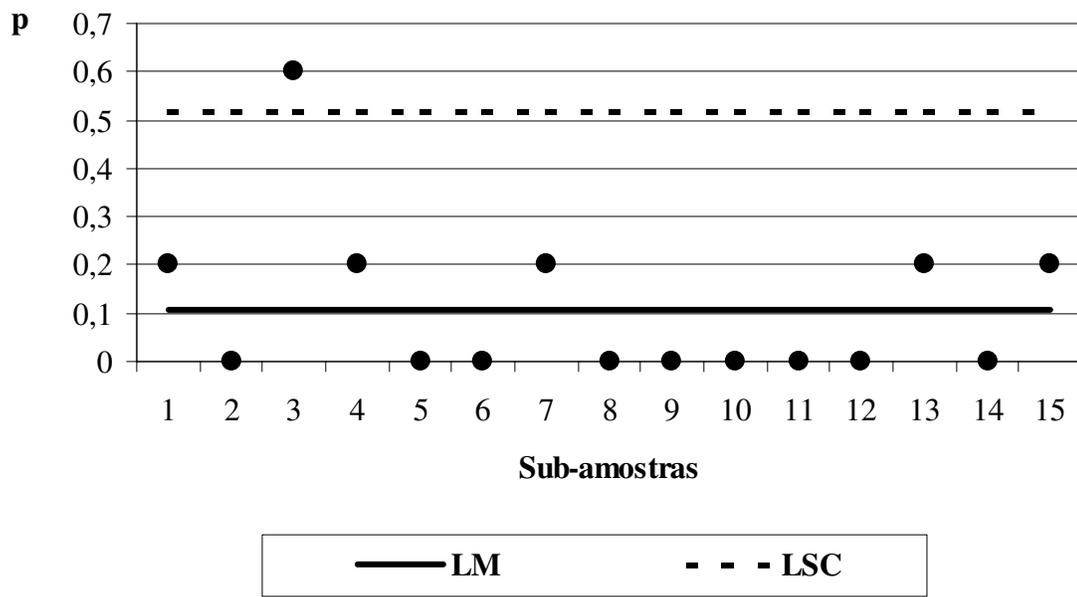


Gráfico de controle do processo de pulverização 5

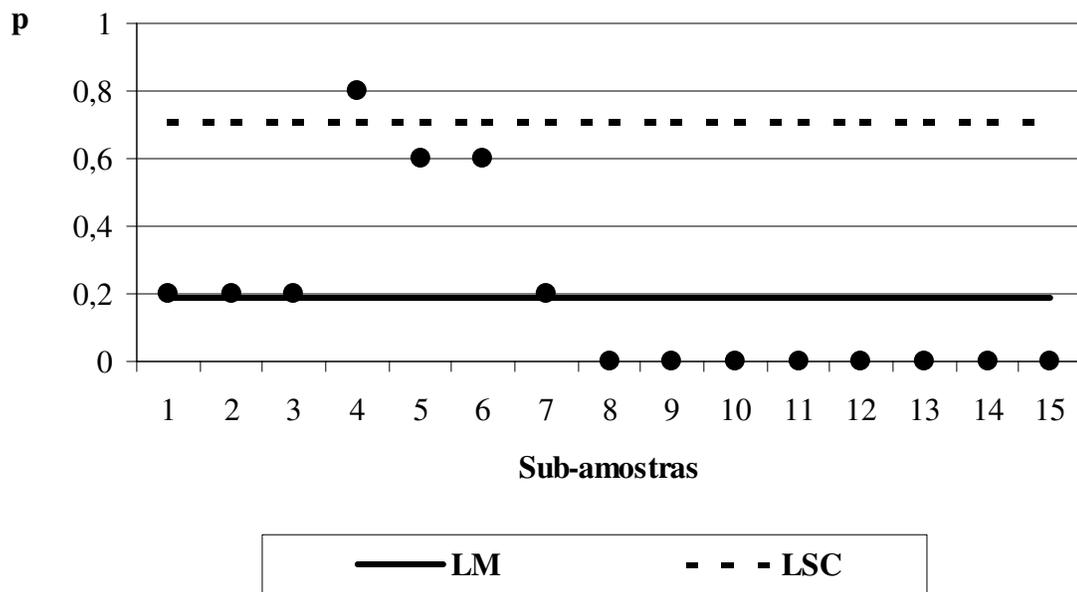


Gráfico de controle do processo de pulverização 6

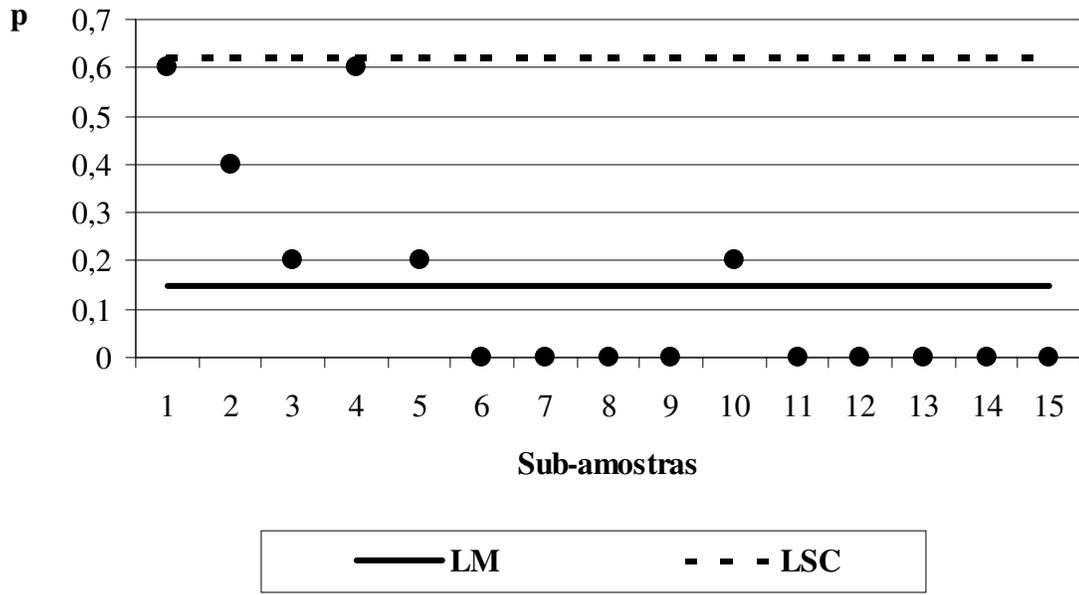


Gráfico de controle do processo de pulverização 7

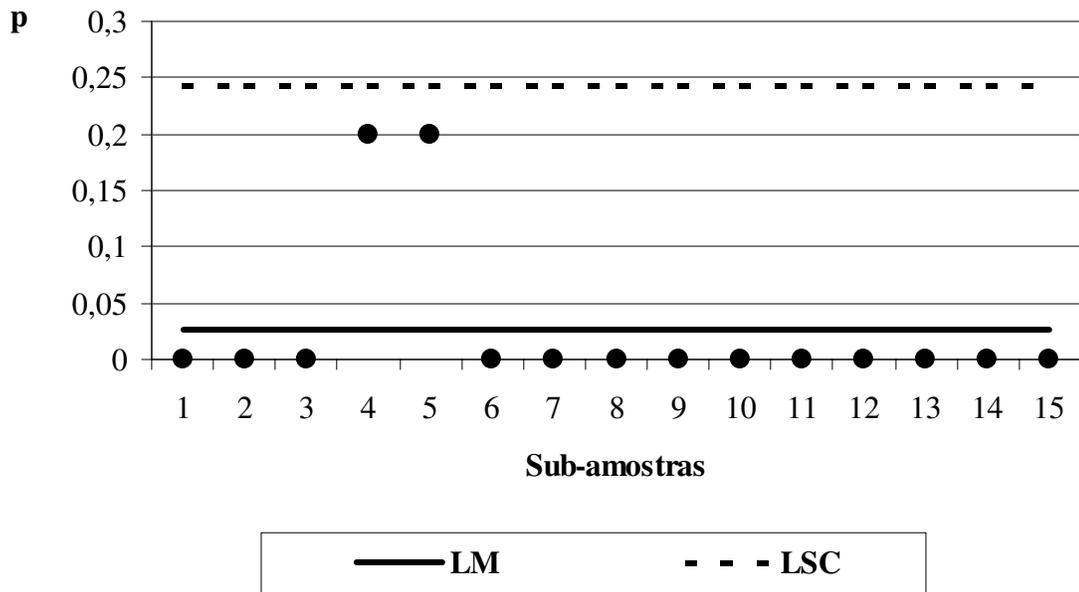


Gráfico de controle do processo de pulverização 8

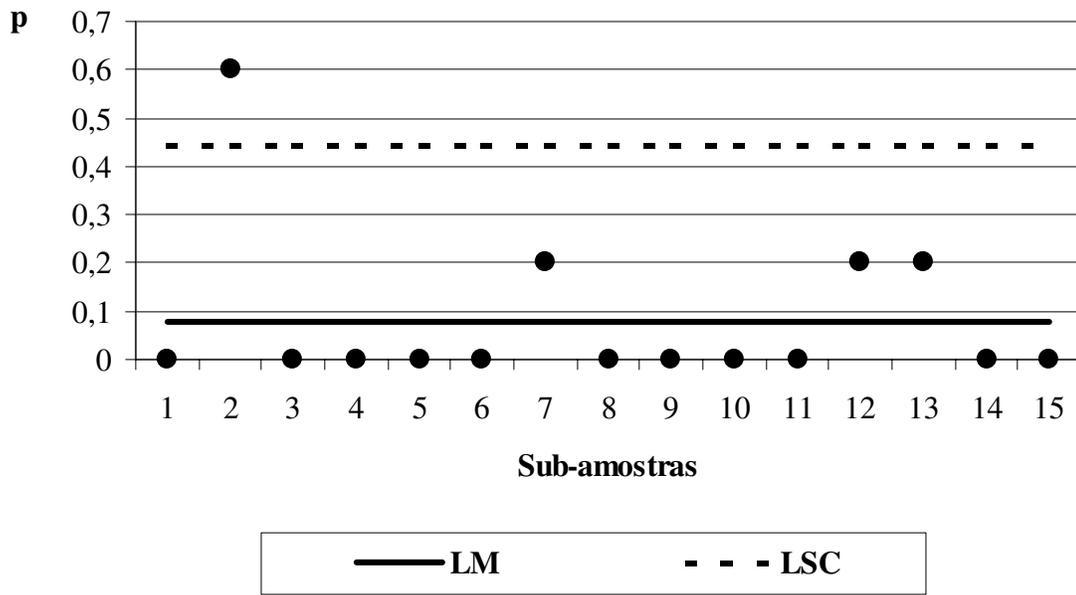


Gráfico de controle do processo de pulverização 9

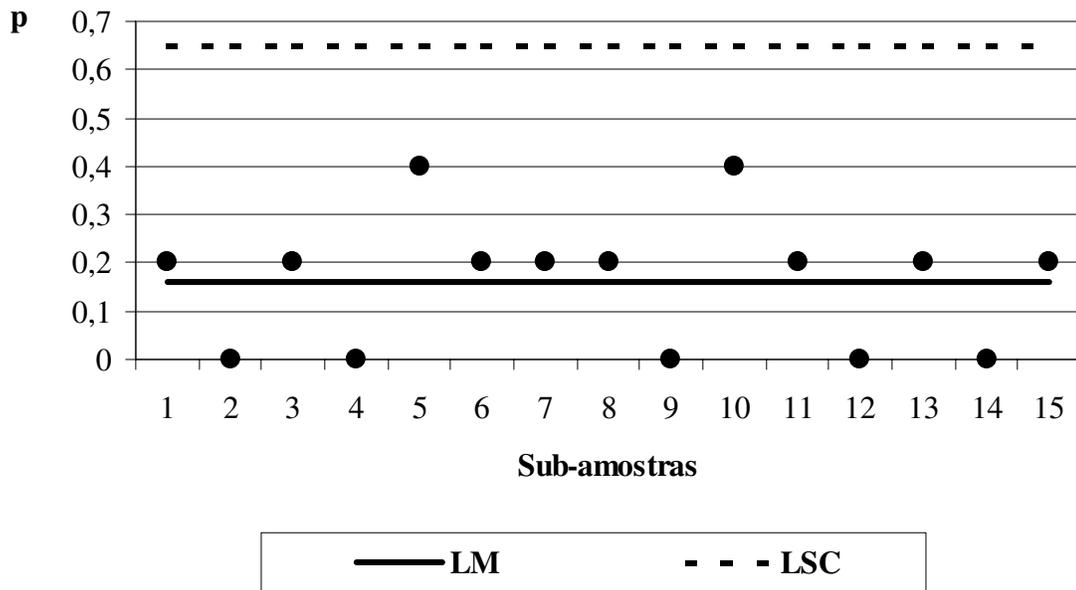


Gráfico de controle do processo de pulverização 10

Apêndice 6 – Ocorrência de planta daninhas e tempo gasto para realizar a avaliação dos processos.

Processos	Plantas daninhas		Tempo utilizado (minutos)
	Nome comum	Nome científico	
1	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	45
	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	
	Milhã	<i>Digitaria horizontalis</i>	
	Samambaia	<i>Pteridium aquilinum</i>	
2	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	45
	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	
	Milhã	<i>Digitaria horizontalis</i>	
	Tiriricão	<i>Cyperus esculentus</i>	
	Trigo morisco	-	
3	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	55
	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	
	Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	Losna-do-campo	<i>Ambrósia elatior</i>	
4	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	45
	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	
	Maria-mole	<i>Senecio brasiliensis</i>	
	Corde-de-viola	<i>Ipomoea grandifolia</i>	
	Buva	<i>Conyza lonariensis</i>	
	Dente-de-leão	<i>Taraxacum officinale</i>	
	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>		
5	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	40
	Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	Corde-de-viola	<i>Ipomoea grandifolia</i>	
6	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	45
	Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	
	Guanxuma	<i>Sida rhombifolia</i>	
7	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	30
	Milhã	<i>Digitaria horizontalis</i>	
	Azevém	<i>Lolium multiflorum</i>	
	Cevada	<i>Hordeum vulgare</i>	
8	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	60
	Milhã	<i>Digitaria horizontalis</i>	
	Tiriricão	<i>Cyperus esculentus</i>	
9	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	60
	Milhã	<i>Digitaria horizontalis</i>	
	Cevada	<i>Hordeum vulgare</i>	
10	Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	45
	Papuã	<i>Brachiaria plantaginea</i>	
	Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	Poaia-do-campo	<i>Spermacoce latifolia</i>	