

ARTIGO TÉCNICO

PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO FERRAMENTAS DE QUALIDADE NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PULVERIZAÇÃO¹

SÉRGIO R. DOS SANTOS², ANTÔNIO J. DA S. MACIEL³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi gerar 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 agrotóxicos, em que cada fator recebeu uma pontuação, tendo como somatória total 750 pontos. 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. Com a metodologia proposta, podem-se identificar quais as causas comuns dos processos que podem afetar o seu resultado.

PALAVRAS-CHAVE: pulverizadores, histogramas, gráfico de controle.

METHODOLOGICAL PROPOSITION USING QUALITY TOOLS IN THE PULVERIZATION EVALUATE PROCESS

ABSTRACT: The present work aimed to create a methodology to evaluate the pulverization process with the use of quality tools. It was listed the primary factors, secondary factors, tertiary factors and, with the “check list” tool support, the list was elaborated. It was evaluated the factors labor, agriculture machine, material and method of 32 pulverization process before pesticide application, in that each factor received a punctuation, having as total sum of 750 points. The medium punctuation to the factors labor, agriculture machine, material and method was 78; 211; 49; 20 and 94 points, respectively. The sum of the factors points for the 32 processes, the minimum value found was 230 and maximum was 620 points. With the proposed methodology, can be identify which common causes of the processes can affect its result.

KEYWORDS: sprayers, histogram, control graphic.

INTRODUÇÃO

Na propriedade agrícola, a máquina visa à agilidade nas tarefas, conforto ao operador, aumento da capacidade de trabalho e produtividade (MACHADO, 2001).

No processo de pulverização, o fator máquina geralmente é representado pelo conjunto trator-pulverizador. No sistema de plantio direto, os pulverizadores são utilizados para aplicação de agrotóxicos antes e após a semeadura da cultura para controlar plantas daninhas, patógenos e pragas. Como resultado, espera-se que tais agentes biológicos sejam controlados, mas, além desses, deve-se evitar fitotoxicidade nas 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 para atingir tais resultados está na dificuldade de controlar os fatores que interagem e influenciam no processo de pulverização.

¹ Extraído da tese de doutorado do primeiro autor.

² Eng^o Agrônomo, Pesquisador, Doutor, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária - FAPA, Área de Mecanização Agrícola, Fone: (0XX42) 3625.8395, sergior@agraria.com.br

³ Eng^o Agrícola, Professor, Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 19-1-2005

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 18-8-2006

As indústrias e os setores de serviços, há muito tempo, estão adotando programas de gerenciamento que visam a oferecer ao consumidor produtos e serviços de qualidade, com custos acessíveis e de produção ambientalmente correta. Essa condição de produção foi conseguida com a adoção de programas de qualidade, os quais se baseavam em ferramentas da qualidade para o planejamento, a execução e a mensuração da atividade (WERKEMA, 1995; LEVINE et al., 2000).

Para a implantação de um programa de qualidade numa propriedade agrícola, pode-se utilizar grande número de ferramentas e métodos; caberá ao administrador escolher, no máximo, três ferramentas para auxiliá-lo na implantação (ANTUNES & ENGEL, 1997).

Para WEIRICH NETO (1999), o conhecimento do processo é o primeiro passo a ser dado rumo à qualidade, pois se precisa saber o que está acontecendo para depois estudar as devidas melhorias. Para esse autor, uma ferramenta simples que pode ser utilizada para visualização global do processo, é o Diagrama de Ishikawa, o qual representa as atividades agrícolas com apenas cinco Ms: Mão-de-obra, Máquina, Material, Meio e Método. O passo seguinte é avaliar cada causa, empregando ferramentas de qualidade como os gráficos de controle estatístico do processo (CEP).

Para ter qualidade na aplicação de agrotóxicos, tanto o trator quanto o pulverizador devem estar em perfeitas condições de uso, ou seja, livres de defeitos, limpos e com a manutenção em dia (SENAR, 1995; JACTO, 2001; RAMOS, 2003; FEY, 1998; GANDOLFO, 2002). A água deve ser de boa qualidade (JACTO, 2001; RAMOS, 2003); devem-se observar os procedimentos de regulação (RAMOS, 2003); operador treinado (MATUO, 1998; ANTUNIASSI, 2001; EMATER, 2002) e em condições físicas e emocionais para a realização do serviço, observando-se as condições meteorológicas ideais para a aplicação do produto (SPRAYING SYSTEMS, 1999; COUTINHO & CORDEIRO, 2004).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi gerar metodologia para avaliar os fatores envolvidos no processo de pulverização, bem como propiciar auto-avaliação e orientar para a correção das falhas, em propriedades dos cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios - AGRÁRIA.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

O trabalho foi realizado junto aos cooperados da Cooperativa Agrária Mista de Entre Rios Ltda., localizada no Distrito de Entre Rios, Município de Guarapuava - PR, onde foram avaliados os fatores de 32 processos de cooperados que se apresentaram voluntariamente para a realização do trabalho.

Com base no diagrama de Ishikawa (FEY, 1998) e de acordo com a importância dada por SENAR (1995); MATUO (1998); SPRAYING SYSTEMS (1999); ANTUNIASSI (2001); JACTO (2001); EMATER (2002), GANDOLFO (2002); COUTINHO & CORDEIRO (2003); RAMOS (2003), foram listados os fatores primários, secundários e terciários. Depois de listados tais fatores, com auxílio da ferramenta *check list*, foram elaboradas as listas de checagem em que cada item de avaliação recebeu uma pontuação baseada na metodologia da Fundação Para o Prêmio Nacional da Qualidade - FPNQ (2002), tendo como soma de todos, 750 pontos.

No fator mão-de-obra, o operador foi entrevistado para saber sua idade, escolaridade, tempo de profissão e o tempo de serviço. Nas Tabelas 1; 2; 3; 4 e 5, são apresentados os itens avaliados nos fatores material, máquina, meio, mão-de-obra e método, respectivamente. Para cada resposta afirmativa dos itens avaliados, o fator recebeu 10 pontos.

A regularidade de distribuição foi avaliada utilizando mesa de teste de pontas (SPRAYING SYSTEMS, 1999), sendo os valores coletados anotados numa planilha para posterior digitação e análise. Para avaliar a regularidade de distribuição da barra do pulverizador, as pontas foram retiradas, lavadas, secas e numeradas. Após tal procedimento, as pontas foram avaliadas na mesa de teste de pontas. Foi considerada aceitável a ponta que apresentava distribuição com coeficiente de variação abaixo de 15%.

TABELA 1. 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		70	

TABELA 2. Lista de checagem dos itens de avaliação do fator máquina.

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	Estreito	10	0
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 da 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
Manguueiras	Ausência de vazamentos	10	0
Conexões	Ausência de vazamentos	10	0
Espaçamento entre bicos	Correto	10	0
Partes móveis	Protegidas	10	0
Pontuação Máxima		270	

TABELA 3. 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
	Vento $\leq 10 \text{ km h}^{-1}$	10	0
Condições meteorológicas	Umidade relativa do ar acima de 50%	10	0
	Temperatura entre 7 e 30 °C	10	0
Cultura	Estágio adequado	10	0
Planta daninha	Estágio adequado	10	0
Pontuação Máxima		70	

TABELA 4. Lista de checagem do processo de pulverização - fator método.

Itens de Avaliação	Presença e Estado dos Itens de Avaliação	Sim	Não
Variação na vazão	$\pm 10\%$	10	0
Distribuição (C.V.)	$\leq 15\%$	10	0
Temperatura (T°)	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	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 m	10	0
	O operador sabe calcular a vazão a ser coletada	10	0
	O líquido é coletado no tempo estipulado	10	0
Pontuação Máxima		190	

TABELA 5. 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
	Sabe o quanto se usa na aplicação de herbicidas	10	0
Volume de calda	Sabe o quanto se usa na aplicação de fungicidas	10	0
	Sabe o quanto se usa na aplicação de inseticidas	10	0
	Sabe selecionar para aplicação de herbicida	10	0
Ponta	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 e 2 anos	10	0
Condições meteorológicas para realizar a aplicação	Sabe qual a faixa de temperatura	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		150	

Realizada a avaliação da regularidade de distribuição, retornava-se à propriedade para avaliar a vazão das pontas. Essas foram acopladas na ordem de numeração, da esquerda para a direita da barra do pulverizador, e no tempo de 60 segundos foi coletada a água pulverizada em recipientes plásticos. Após a coleta, o volume foi medido em proveta com precisão de 10 mililitros. Foi considerada aceitável a ponta que apresentava vazão variando $\pm 10\%$, em relação à ponta nova.

Após o término das entrevistas e avaliações das pontas, os dados foram tabulados em planilha de cálculo Microsoft Excel[®] para verificar quais as pontuações mínima, média e máxima obtidas em todos os processos.

O gráfico de pareto (WERKEMA, 1995) foi utilizado para demonstrar quais as causas que fizeram os processos deixarem de ganhar pontos em cada fator avaliado.

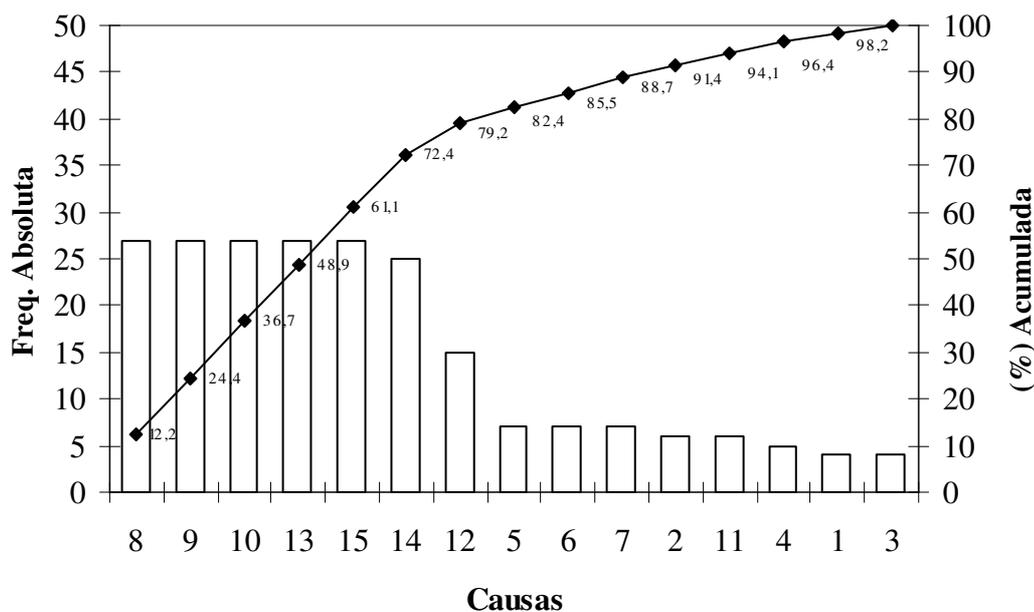
Na seqüência, são apresentados os resultados obtidos para cada fator.

Fator mão-de-obra: Os colaboradores envolvidos com os processos estudaram, em média, até a sétima série do Ensino Fundamental, mas também foram encontrados colaboradores com Ensino Médio completo e alguns Técnicos em Agropecuária. Tal condição deve facilitar o entendimento de manuais, bulas de defensivos, regulagens e calibração de pulverizadores, reconhecer corretamente os alvos e ter a sensibilidade para lidar com os fatores gerais que influenciam na aplicação, conforme cita a EMATER (2002). A idade média dos colaboradores foi de 31 anos, com mínimo de 20 e máximo de 50 anos. Com relação ao tempo de profissão, a média encontrada foi de 11 anos, com mínimo de um e máximo de 32 anos. O tempo médio de serviço nas empresas rurais foi de um ano e meio, com mínimo de sete meses e máximo de 25 anos.

A pontuação recebida pelo fator mão-de-obra variou entre 10 e 140 pontos, sendo o máximo 150 pontos. Dentre as causas com maior resposta negativa, a de maior destaque foi a seleção das pontas de pulverização para aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas (Figura 1). Em um primeiro momento, tal condição não seria responsabilidade direta do colaborador, mas poderia ser considerada quando este recebesse treinamento contínuo e comprovada a eficiência desse, principalmente para aqueles com maior grau de instrução, conforme cita MATUO (1998).

A falta de conhecimento sobre as condições meteorológicas favoráveis à aplicação, principalmente o desconhecimento da temperatura e da velocidade do vento, também foi a causa de perda de nota do fator mão-de-obra; seguido desses, tem-se a falta de conhecimento da umidade relativa do ar e de treinamento. O desconhecimento e a falta de monitoramento das condições meteorológicas podem levar ao insucesso nas aplicações, conforme MAROCHI & SCHMITH (1996), SPRAYING SYSTEMS (1999), JACTO (2001), COUTINHO & CORDEIRO (2003).

O que pareceu condição favorável para o fator foi que boa parcela usa Equipamento de Proteção Individual - EPI, o que minimiza os problemas de contaminação do operador. Os colaboradores tomam os devidos cuidados com o desentupimento das pontas de pulverização, procurando executar tal tarefa com escovas de cerdas de náilon, como recomendam COUTINHO & CORDEIRO (2003) e RAMOS (2003). Muitos também sabem o volume de aplicação dos produtos, o que pode minimizar os erros de aplicação.



- 1 - Ausência de EPI.
- 2 - Não utiliza o EPI.
- 3 - Não conhece o procedimento de lavagem do EPI.
- 4 - As pontas não são desentupidas com escova ou pincel.
- 5 - Não sabe qual o volume de calda que usa na aplicação de herbicidas.
- 6 - Não sabe qual o volume de calda que usa na aplicação de fungicidas.
- 7 - Não sabe qual o volume de calda que usa na aplicação de inseticidas.
- 8 - Não sabe selecionar a ponta para aplicação de herbicida.
- 9 - Não sabe selecionar a ponta para aplicação de fungicida.
- 10 - Não sabe selecionar a ponta para aplicação de inseticida.
- 11 - Não mantém o trator e o pulverizador em condições de uso.
- 12 - Não participou de treinamento entre 1 e 2 anos.
- 13 - Não sabe qual a faixa de temperatura ideal para realizar a aplicação.
- 14 - Não sabe qual o limite inferior da UR%.
- 15 - Não sabe qual a faixa de velocidade do vento.

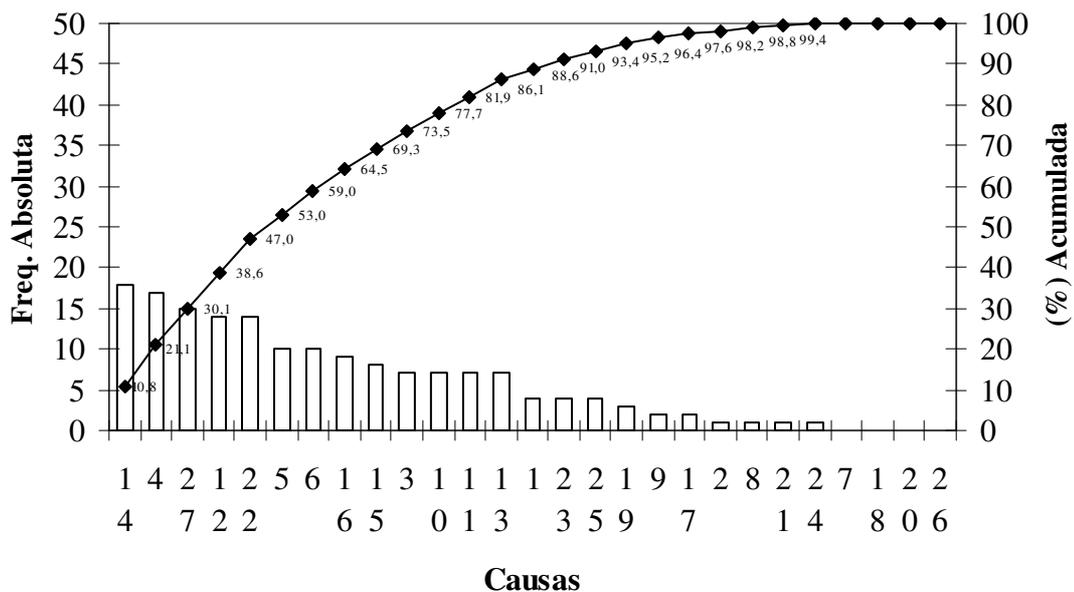
FIGURA 1. Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator mão-de-obra.

Fator Máquina: A pontuação recebida pelo fator máquina variou de 110 a 270 pontos, sendo a maior frequência de 230 pontos. Conforme o Gráfico de Pareto (Figura 2), 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 (RAMOS, 2003).

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

Fator Material: Dos 70 pontos possíveis de se obter neste fator, 28 processos receberam 50 pontos e quatro processos receberam apenas 40 pontos. Os itens em conformidade são os produtos que foram aplicados nas lavouras mediante receituário e assistência agrônômica. Os produtos foram provenientes de empresa idônea e guardados em depósitos específicos. As águas utilizadas para fazer as pulverizações estavam visualmente limpas.

Fator Meio: Os itens avaliados no fator meio foram a tríplice lavagem e o descarte de embalagens, em que se pôde constatar que, nas propriedades, tais procedimentos já são rotina.



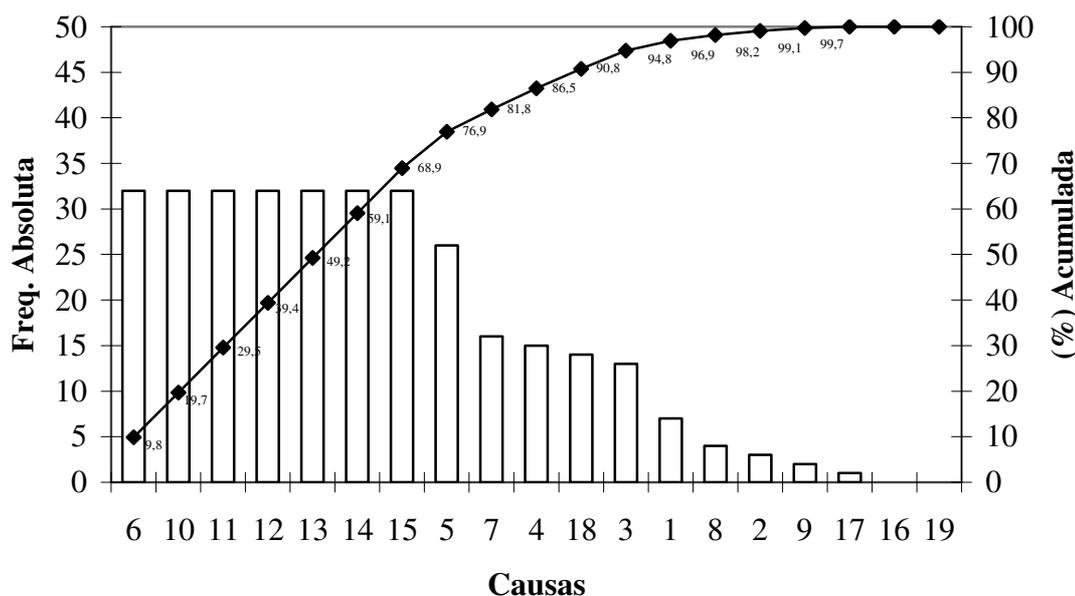
- | | |
|---|---|
| 1 - Tacômetro e horímetro inoperantes. | 15 - Sistema antigotejo ausente. |
| 2 - Acelerador manual inoperante. | 16 - Sistema antigotejo inoperante. |
| 3 - Decalque de escalonamento de marchas ausente. | 17 - Pontas de diferentes vazões. |
| 4 - Ausência de pneus estreitos. | 18 - Pontas de diferentes modelos. |
| 5 - Manômetro inoperante. | 19 - Pontas de diferentes marcas. |
| 6 - Escala do manômetro inadequada | 20 - Sistema agitador do tanque inoperante. |
| 7 - Câmara de compensação ausente. | 21 - Escala do marcador de nível do tanque invisível. |
| 8 - Filtro do tanque ausente. | 22 - Ausência de reservatório para limpeza das mãos. |
| 9 - Filtro do tanque sujo. | 23 - Incorporador de produto ausente. |
| 10 - Filtro da bomba sujo. | 24 - Presença de vazamentos nas mangueiras. |
| 11 - Filtro de linha presente. | 25 - Presença de vazamentos nas conexões. |
| 12 - Filtro de linha sujo. | 26 - Espaçamento entre bicos incorreto. |
| 13 - Filtros das pontas sujos. | 27 - Partes móveis desprotegidas. |
| 14 - Malhas dos filtros das pontas inadequadas. | |

FIGURA 2. Gráfico de Pareto das causas de perda de pontos do fator máquina.

Fator Método: A pontuação média deste fator foi de 94 pontos. A variação da pontuação ficou entre 50 e 150 pontos. Em todos os processos avaliados, o aplicador não levava consigo o equipamento para verificar a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar no momento da aplicação. A falta de informação sobre as condições meteorológicas, no momento da aplicação, é fator de decisão para a escolha do tipo de ponta a ser utilizado, podendo ocorrer problemas de eficiência de controle segundo COUTINHO & CORDEIRO (2003) e RAMOS (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 a escolha da malha dos filtros das pontas. Os filtros das bombas e de linha não são selecionados em função da formulação dos produtos, de acordo com recomendação de RAMOS (2003).

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

Com relação ao problema de pontas com vazão dentro dos limites de variação de $\pm 10\%$ comparado com ponta nova, em seis pulverizadores, foram encontradas mais de duas com vazão acima do limite considerado. O que chamou a atenção, foram os processos 4; 14; 22 e 23 (Tabela 6), os quais apresentaram 31; 32; 11 e 16 pontas com vazão fora do limite de $\pm 10\%$, respectivamente. Na Tabela 1, pode-se observar que três pulverizadores apresentaram problemas de uniformidade de distribuição, com C.V. acima de 15%, ou seja, 9% dos pulverizados fora de conformidade. Para GANDOLFO (2002), dos 76 pulverizadores avaliados, 39 estavam com coeficiente de variação superior ao limite aceitável, o que representa 51% fora de conformidade.



- 1 - A vazão das pontas está fora dos limites de $\pm 10\%$ em relação a uma ponta nova.
- 2 - O coeficiente de variação (C.V.) é maior ou igual a 15%.
- 3 - A propriedade não possui aparelhos de medição da temperatura do ar.
- 4 - A propriedade não possui aparelhos de medição da umidade relativa do ar.
- 5 - A propriedade não possui aparelhos de medição da velocidade do vento.
- 6 - O aplicador faz a aplicação sem a utilização de tais aparelhos.
- 7 - O pulverizador não possui diferentes jogos de pontas.
- 8 - A rotação do motor escolhida não condiz com 540 min^{-1} na TDP.
- 9 - A velocidade escolhida não é verificada pelo escalonamento de marcha.
- 10 - A escolha das pontas não é em função da formulação do produto.
- 11 - A escolha da malha dos filtros das pontas não é em função da vazão e da formulação do produto.
- 12 - A escolha da malha do filtro da bomba não é em função da formulação do produto.
- 13 - A escolha da malha dos filtros de linha não é em função da formulação do produto.
- 14 - A vazão de todas as pontas não é aferida antes de iniciar a pulverização.
- 15 - A uniformidade de distribuição não é aferida antes de iniciar a pulverização.
- 16 - A pressão das pontas não é condizente com os limites aceitáveis das pontas.
- 17 - Não é marcado o tempo para percorrer 50 m.
- 18 - Não sabe calcular a vazão a ser coletada na ponta de pulverização.
- 19 - O líquido não é coletado no tempo estipulado.

FIGURA 3. Gráfico de Pareto das causas de perdas de pontos do fator método.

TABELA 6. Número de pontas com vazão acima de 10% e coeficiente de variação (C.V.) da barra dos pulverizadores.

Processos	Pontas - vazão $\pm 10\%$	C.V. Barra	Processos	Pontas - vazão $\pm 10\%$	C.V. 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

Somando-se os pontos de todos os fatores, obteve-se amplitude de 230 até 620 pontos (Figura 4), com média de 435 pontos. Na Figura 4, pode-se observar que o processo 14 foi o que apresentou maior pontuação, e o processo quatro, a menor. Esse último processo deixou de pontuar 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 realizada com escova. O tacômetro e o horímetro do trator não estavam funcionando, os filtros, de modo geral, estavam sujos, as mangueiras e as conexões com vazamentos e as partes móveis desprotegidas. Com relação ao fator método, a vazão e a uniformidade de distribuição estavam fora dos limites aceitáveis, o pulverizador não possuía outros jogos de pontas e as pontas e filtros não eram escolhidas em função da formulação dos produtos.

No caso do processo 14, o fator mão-de-obra obteve 140 pontos, não lembrando apenas do limite da umidade relativa para realizar a pulverização. O pulverizador não apresentava a câmara de compensação e, dessa forma, conseguiu 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.

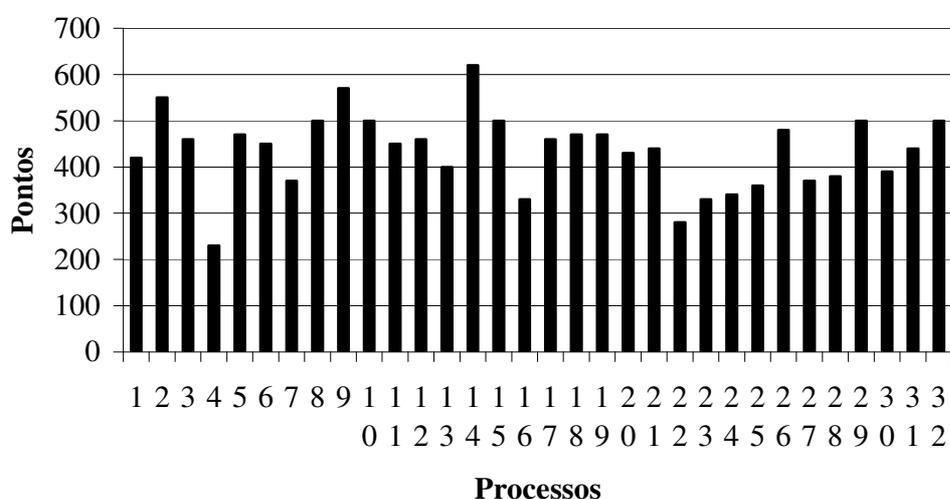


FIGURA 4. Somatório da pontuação dos fatores.

CONCLUSÕES

A metodologia proposta permitiu identificar quais fatores envolvidos no processo de pulverização que precisam ser melhorados.

Após treinamento, a metodologia pode ser aplicada pelos cooperados nas propriedades para avaliar os fatores e corrigir as falhas antes que o processo de pulverização seja executado.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L.M.; ENGEL, A. *Agroqualidade: qualidade total na agropecuária*. Guaíba: Agropecuária, 1997. 72 p.
- ANTUNIASSI, U. De olho na máquina. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.5, p.16-18, set./out. 2001.
- COUTINHO, P.; CORDEIRO, C.M. A ponta de pulverização - cuidados na escolha. In: ENCONTRO TÉCNICO. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2003, Cascavel. *Anais...* Cascavel: COOPAVEL/COODETEC/BAYER CropScience, 2003. 122 p.
- INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER. *Tecnologia de aplicação de herbicidas*. EMATER 2002. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/HPPGraos/Paginas/Textecni/Tecaplher.htm>>. Acesso em: 31 out. 2002.

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

FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE - FPNQ. *Critérios de excelência*. O estado da arte da gestão para a excelência do desempenho. Disponível em: <www.fpnq.org.br>. Acesso em: 6 maio 2002.

GANDOLFO, M.A. *Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas*. 2002. 92 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2002.

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

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, 2000. 811 p.

MACHADO, A.L.T. Prevenção custa menos. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.5. p.16-18, set./out. 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.; DORNELLES, S.H.B. *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias*. Campinas: Livraria Rural, 1998. p.95-103.

RAMOS, H.H. Erros freqüentes na regulagem de pulverizadores. *Revista Agrinova*, Porto Alegre, n.23, p.42-6, abr. 2003.

SENAR. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL *Manejo de agrotóxicos: aplicação com pulverizador de barras*. Curitiba, 1995. 48 p. Manual.

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

WEIRICH NETO, P.H. Máquinas agrícolas em sistema de semeadura sob a palha (plantio direto): Atualização. In: PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. *Plantio direto: atualização tecnológica*. Campinas: Fundação Cargill/Fundação ABC, 2000. p.53-70.

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