

**DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO TECNOLÓGICA, SOB A ÓTICA
DA QUALIDADE, DAS OPERAÇÕES MECANIZADAS DA
CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

JORGE MURILO SUGISAWA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Máquinas Agrícolas..

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 2004

**DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO TECNOLÓGICA, SOB A ÓTICA
DA QUALIDADE, DAS OPERAÇÕES MECANIZADAS DA
CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

JORGE MURILO SUGISAWA

Engenheiro Agrícola

Orientador: Prof. Dr. **MARCOS MILAN**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Máquinas Agrícolas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Maio - 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Sugisawa, Jorge Murilo

Diagnóstico da condição tecnológica, sob a ótica da qualidade, das operações
mecanizadas da cultura do trigo em sistema plantio direto / Jorge Murilo Sugisawa. -
- Piracicaba, 2004.

110 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
Bibliografia.

1. Mecanização agrícola - qualidade 2. Plantio direto 3. Sistema de informação
geográfica 4. Trigo I. Título

CDD 633.11

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultura do trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	3
2.2 Sistema de produção de trigo sob plantio direto.....	4
2.2.1 Colheita da cultura antecessora.....	5
2.2.1.1 Perdas.....	5
2.2.1.2 Distribuição da palha.....	6
2.2.2 Pulverização pré-semeadura e para tratamento fitossanitário.....	7
2.2.3 Semeadura.....	8
2.2.3.1 Espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.....	8
2.2.3.2 Profundidade de semeadura.....	9
2.2.4 Adubação de cobertura.....	10
2.2.5 Colheita do trigo.....	11
2.3 Sistemas de informações geográficas.....	11
2.4 Ferramentas da qualidade.....	13
2.4.1 Controle estatístico de processo (CEP).....	13
2.4.2 Gráficos de controle ou cartas de controle.....	14
2.4.3 Histograma.....	16
2.5 Aplicação da qualidade na agricultura.....	17

2.6	Qualidade em operações agrícolas.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Operações avaliadas.....	23
3.1.1	Colheita da cultura antecessora.....	24
3.1.2	Pulverização I (pré-semeadura).....	25
3.1.3	Semeadura.....	26
3.1.4	Adubação de cobertura.....	26
3.1.5	Pulverização II (controle fitossanitário).....	26
3.1.6	Colheita do trigo.....	27
3.2	Indicadores de qualidade.....	27
3.3	Avaliação da qualidade operacional.....	29
3.3.1	Colheita da cultura antecessora.....	29
3.3.2	Pulverização pré-semadura.....	32
3.3.3	Semeadura do trigo.....	33
3.3.4	Adubação de cobertura.....	36
3.3.5	Pulverização pós-plantio.....	37
3.3.6	Colheita do trigo.....	38
3.3.7	Análises estatísticas.....	40
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Colheita da cultura antecessora (milho).....	41
4.2	Pulverização I (pré-semeadura).....	49
4.2.1	Porcentagem de cobertura (papéis hidrosensíveis).....	50
4.2.2	Densidade de gotas.....	53
4.3	Semeadura.....	55
4.3.1	Profundidade de semeadura.....	58
4.3.2	Fechamento do sulco.....	61
4.3.3	Sementes descobertas.....	63
4.3.4	Sementes encestadas.....	64
4.3.5	Espelhamento da parede do sulco.....	65
4.3.6	Plantas por metro.....	67

4.4	Adubação de cobertura.....	71
4.4.1	Qualidade da distribuição.....	72
4.4.2	Distribuição transversal.....	75
4.4.3	Distribuição longitudinal.....	76
4.5	Pulverização II (controle fitossanitário).....	78
4.5.1	Porcentagem de cobertura.....	80
4.5.2	Densidade de gotas.....	83
4.6	Colheita do trigo.....	85
5	CONCLUSÕES.....	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
	ANEXOS.....	104

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Fluxograma das operações do sistema de produção de trigo.....	24
2 (A) Vista da área após a retirada da palha para coleta das amostras de perdas. (B) Coleta de grãos para composição das amostras de perdas.....	30
3 Avaliação da distribuição de palha sobre o solo após a colheita de milho.....	31
4 Avaliação da densidade e percentagem de cobertura de gotas.....	32
5 Papel hidrossensível sobre a palha para avaliação da densidade e percentagem de cobertura de gotas.....	33
6 Mensuração da profundidade de semeadura.....	34
7 Parede espelhada do sulco.....	35
8 (A) Esquema da malha de amostragem. (B) Esquema dos recipientes distribuídos paralelamente ao caminhamento do conjunto mecanizado.....	36
9 Papel hidrossensível colocado na segunda folha bandeira da planta de trigo.....	38
10 Histograma de distribuição e a curva normal de perdas na colheita do milho.....	43
11 Distribuição percentual das perdas.....	44
12 Carta de controle média para o indicador perdas na colheita do milho.....	45
13 Carta de controle das amplitudes das perdas da colheita do milho.....	46
14 Mapa da distribuição espacial de perdas na colheita do milho.....	46
15 Comparativo entre percentuais de perdas encontrados pela cultura do milho.....	47
16 Gráfico de distribuição da palha proveniente da colheita do milho.....	48
17 Histograma de distribuição e curva normal da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I.....	50
18 Distribuição percentual da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I.....	51

19	(A) Carta de controle das médias de percentagem de cobertura de gotas na pulverização I (B) Carta de controle das amplitudes da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I.....	52
20	Mapa da distribuição espacial da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I.....	52
21	Histograma de distribuição e curva normal da densidade de gotas na pulverização I.....	53
22	Gráfico de distribuição percentual da densidade de gotas na pulverização I.....	53
23	Mapa da distribuição espacial da densidade de gotas na pulverização I.....	54
24	Comparação entre dados obtidos na bibliografia para o indicador profundidade de semeadura do trigo.....	56
25	Histograma de distribuição e curva normal da profundidade de semente.....	58
26	Gráfico de distribuição percentual da profundidade das sementes.....	59
27	(A) Carta de controle das médias da profundidade de sementes. (B) Carta de controle das amplitudes da profundidade de sementes.....	60
28	Mapa da distribuição espacial da profundidade de sementes.....	61
29	(A) Carta de controle das médias por atributos do fechamento dos sulcos. (B) Carta de controle das amplitudes do fechamento dos sulcos.....	62
30	Histograma de distribuição do fechamento dos sulcos.....	63
31	(A) Carta de controle por atributo da percentagem de sementes descobertas. (B) Histograma de distribuição das sementes descobertas.....	64
32	(A) Carta de controle por atributo da percentagem de sementes encastadas. (B) Histograma de distribuição das sementes encastadas.....	65
33	(A) Carta de controle por atributo da percentagem de espelhamento da parede dos sulcos. (B) Histograma de distribuição do espelhamento da parede dos sulcos.....	66
34	Histograma de distribuição e curva normal de plantas por metro.....	67
35	Gráfico da distribuição percentual de plantas por metro.....	67
36	Gráfico das principais causas de falhas de emergência.....	68
37	Mapa da distribuição espacial do número de plantas por metro.....	69
38	Dados obtidos em bibliografia para o indicador densidade de semeadura do trigo.....	70
39	Histograma da distribuição e curva normal da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes.....	72

40	Gráfico da distribuição percentual da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes.....	73
41	(A) Carta de controle das médias da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes. (B) Carta de controle das amplitudes da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes.....	74
42	Mapa da distribuição espacial da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes.....	75
43	Gráfico da distribuição transversal do distribuidor de fertilizantes.....	75
44	Histograma de distribuição e curva normal da distribuição longitudinal.	76
45	Gráfico da distribuição percentual da distribuição longitudinal.....	77
46	Carta de controle da distribuição longitudinal.....	77
47	Carta de controle das amplitudes da distribuição longitudinal.....	78
48	Histograma de distribuição e curva normal da percentagem de cobertura na pulverização II.....	80
49	Gráfico da distribuição percentual da percentagem de cobertura na pulverização II.....	81
50	(A) Carta de controle das médias da percentagem de cobertura na pulverização II. (B) Carta de controle das amplitudes na pulverização II.....	81
51	Mapa da distribuição espacial da percentagem de cobertura de gotas na pulverização II.....	82
52	Histograma de distribuição e curva normal da densidade de gotas na pulverização II.....	83
53	Gráfico de distribuição percentual da densidade de gotas na pulverização II.....	84
54	Mapa da distribuição espacial da densidade de gotas na pulverização II.....	85
55	Histograma de distribuição e curva normal das perdas da colheita do trigo.....	86
56	Gráfico de distribuição percentual das perdas na colheita do trigo.....	87
57	Carta de controle para as perdas da colheita do trigo.....	87
58	Carta de controle das amplitudes para as perdas da colheita do trigo..	88
59	Gráfico de distribuição da palha proveniente da colheita do trigo.....	89

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Percentuais de perdas na colheita do milho obtidas em bibliografia.....	6
2	Dados obtidos em bibliografia referentes ao espaçamento entre linhas e densidade de semeadura da cultura do trigo.....	9
3	Dados obtidos em bibliografia, referentes à profundidade de semeadura do trigo.....	10
4	Indicadores e limites de especificação utilizados para a avaliação da qualidade das operações mecanizadas.....	28
5	Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação da colheita da cultura antecessora.....	41
6	Estratificação das perdas da colhedora.....	44
7	Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de pulverização pré-semeadura.....	49
8	Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de semeadura do trigo.....	55
9	Estratificação da profundidade das sementes.....	59
10	Estratificação do fechamento dos sulcos.....	61
11	Estratificação das sementes descobertas.....	63
12	Estratificação das sementes encastadas.....	64
13	Estratificação do espelhamento das paredes dos sulcos.....	65
14	Resultado da análise estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de adubação de cobertura do trigo.....	71
15	Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de aplicação de inseticida e fungicida na cultura do trigo.....	79
16	Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de colheita da cultura do trigo.....	85

DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO TECNOLÓGICA, SOB A ÓTICA DA QUALIDADE, DAS OPERAÇÕES MECANIZADAS DA CULTURA DO TRIGO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Autor: JORGE MURILO SUGISAWA

Orientador: MARCOS MILAN

RESUMO

Tendo-se em conta a importância da lavoura tritícola para o país, e que o aumento da produtividade depende também da correta execução das operações de implantação e condução da cultura, este trabalho tem como objetivo avaliar a estabilidade dos processos de produção e ao atendimento aos padrões especificados de um sistema de plantio direto na cultura do trigo. Os dados foram coletados em um talhão da Fazenda Paiquerê, do Grupo Lúcio Miranda, no município de Piraí do Sul, Estado do Paraná. Foram consideradas seis operações do processo produtivo do trigo sob sistema plantio direto: colheita da cultura antecessora, pulverização pré-semeadura, semeadura, adubação de cobertura, pulverização para tratamento fitossanitário e colheita do trigo. Para a avaliação do sistema produtivo em questão, foram determinados, para cada operação

considerada, indicadores de desempenho e limites de especificação para cada indicador. Foram utilizados para a avaliação dos resultados, ferramentas de análise estatística descritiva, de controle da qualidade e do SIG. Pode-se concluir que o sistema de plantio direto de trigo considerado neste estudo não atendeu aos padrões especificados, necessitando de melhorias em todas as operações envolvidas no processo. A utilização das cartas de controle, do histograma e do SIG identificou os pontos que apresentaram problemas e que não se encontravam dentro das especificações agrônômicas em todas as operações avaliadas. O uso de técnicas geoestatísticas aliadas à tecnologia SIG permitiu o adequado zoneamento dos indicadores analisados, identificando áreas com diferentes quantidades.

PALAVRAS-CHAVE: trigo, operações mecanizadas, qualidade.

**DIAGNOSIS OF THE TECHNOLOGICAL CONDITION, UNDER
THE QUALITY VIEW, OF MECHANIZED OPERATIONS OF
WHEAT CROP IN NO-TILLAGE SYSTEM**

Author: JORGE MURILO SUGISAWA

Adviser: MARCOS MILAN

ABSTRACT

Considering the relevance of wheat crop in Brazil, and that the yield increase depends also on the correct execution of implementation and management of the crop, this work aimed to evaluate how stable the production processes are and to the specified patterns attending of a no-tillage wheat crop. The data were collected at Paiquerê farm, belonged to Lúcio Miranda Group, in of Piraí do Sul city, Paraná state. Six operations of the production process of the no-tillage wheat were considered: harvesting of the former crop, spraying before drilling, drilling, fertilizer spreading, spraying and wheat harvesting. To evaluate the studied production system, it were determined to each considered operation, performance indicators and specification limits to each indicator. Tools of descriptive statistics analysis, of

quality control and GIS were used. It was concluded that the evaluated system did not attend the specified patterns, needing improvements in all operations involved in the process. The utilization of control charts, histogram and GIS identified where there were problems and that were not in the agronomic specification range in all the evaluated operations. The use of geostatistical techniques together GIS technology allowed the adequate zoning of the studied indicators, identifying areas with distinct quantities.

KEY WORDS: wheat, mechanized operations, quality.

1 INTRODUÇÃO

Ano após ano, o Brasil se consolida, como um país de grande vocação agropecuária, graças a sua grande extensão territorial, heterogeneidade de ambientes e à crescente geração e implantação de tecnologias. Considerando-se que, no cenário de produção agrícola, a produção e exportação de produtos importantes, tais como soja e milho, confere ao país relevante destaque dentro do comércio internacional, parece conflitante constatar que diversos setores da produção de grãos ainda estão em franco desenvolvimento, sendo a lavoura tritícola nacional uma das grandes responsáveis por essa realidade.

Enquanto o Brasil produz 3,87 milhões de toneladas de trigo ao ano, com grande parte dessa produção oriunda da região Sul, o consumo interno de trigo está em torno de 10 milhões de toneladas por ano. A produção interna representa apenas 37% da quantidade de trigo necessária e promove a importação de trigo de outros países, como a Argentina, o que acarreta um aumento dos custos de produção de todos os produtos dependentes desta matéria-prima. Desta forma, somente através de incentivos ao aumento das áreas de produção e principalmente da produtividade, é que haverá superação de todos os obstáculos da cadeia produtiva do trigo, possibilitando que o Brasil produza, pelo menos, a quantidade suficiente ao consumo interno.

Uma das alternativas para alavancar a produção de trigo no país é o investimento no incremento da produtividade por área, através da melhoria da qualidade das operações mecanizadas. Sabe-se que a grande responsável pelo crescimento das indústrias japonesas, após a Segunda Guerra Mundial, foi a busca incessante pela qualidade e a padronização dos produtos. Apesar do conceito de qualidade aplicado à agricultura ser recente, não tendo mais de 10

anos de utilização, ele é altamente aplicável, já que as operações agrícolas são realizadas em cadeia e o comprometimento da qualidade em qualquer etapa afeta as subseqüentes. O conceito de qualidade, na agricultura desenvolvida e competitiva, está sendo viabilizado principalmente por incidir diretamente no retorno econômico da atividade, aumentando a produtividade e reduzindo custos do processo produtivo. Desta forma, a utilização dos sistemas de informações geográficas (SIGs) aliados as ferramentas de controle da qualidade, como o controle estatístico de processos (CEP), se mostram como alternativas fundamentais para promover o conhecimento dos obstáculos que influem na cadeia, no estabelecimento de metas de controle destas interferências, otimizando o processo de produção de grãos, tornando a agricultura competitiva em preço e qualidade tanto no mercado interno como no externo.

Tendo-se em conta a importância da lavoura tritícola para o país, e que o aumento da produtividade depende também da correta execução das operações de implantação e condução da cultura, este trabalho tem como objetivo avaliar a estabilidade dos processos de produção e ao atendimento aos padrões especificados de um sistema de plantio direto na cultura do trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais antigos utilizados para consumo humano, sendo atualmente um dos mais cultivados em todo o mundo. Há relatos de que ele já era produzido em escala há cerca de 6000 anos na Babilônia e na época dos faraós no antigo Egito (Santos et al., 1997; RuralNews, 2003).

Na safra de 2001/2002, a produção nacional foi de apenas 3,87 milhões de toneladas, tendo havido a necessidade de importação de 6,00 milhões em 2002/2003, para suprir a demanda. A meta estabelecida para a cultura tritícola brasileira em 2003 é a produção de 5,00 milhões de toneladas de trigo, o que permitiria atender cerca de 50% do consumo nacional ($58,65 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Para tanto, a área plantada em 2002 foi de 1,95 milhões de hectares, a maior desde 1992, quando o país cultivou 1,96 milhões (FNP, 2003).

Neste cenário de importações, a Argentina é a maior fornecedora de trigo para o Brasil, seguida pelos Estados Unidos da América, Austrália, Canadá e Alemanha. Além da produção de trigo em quantidade insuficiente, a necessidade de importação deste cereal se faz fundamental, por exigência dos moinhos brasileiros, já que as variedades tradicionalmente cultivadas no Brasil são de trigo mole, matéria-prima apenas para fabricação de biscoito (MRE, 2000).

É conhecido que a produtividade da lavoura tritícola brasileira ainda é baixa, quando comparada a outros países (Araújo, 1995). Sendo assim, certas práticas culturais ainda pouco exploradas, podem contribuir muito para a estabilidade e aumento do retorno econômico da cultura no Brasil. Porém,

sabe-se que com o desenvolvimento de novas técnicas para a expansão da cultura em diferentes ambientes, e o aprimoramento das já utilizadas almejando o aumento da produtividade, será possível atingir um considerável ganho na produção.

Assim, pode-se afirmar que o aumento da competitividade do produtor de trigo brasileiro passa primeiramente pela redução do custo por unidade produzida. Isto tanto poderá ser obtido pela otimização na utilização dos insumos, quanto por um processo de harmonização de políticas públicas que torne as cadeias produtivas menos expostas às políticas externas de financiamento de suas exportações, das taxas de juros, da tributação e da desvalorização cambial (SNA, 2002).

A geração de tecnologias, como o desenvolvimento e recomendação de cultivares mais produtivas, preparo e adubação do solo, incluindo o sistema plantio direto, manejo e controle de doenças, pragas e plantas invasoras, e ainda o desenvolvimento de novas máquinas, permitirão ao agricultor conduzir a sua lavoura de forma mais competitiva e com melhor qualidade do produto, gerando boa lucratividade e maior oferta de empregos no meio rural (SNA, 2002).

Desta forma, as condições necessárias para que o Brasil possa produzir trigo com qualidade e eficiência podem ser resumidas a três fatores de primordiais; interesse governamental, justa política de preços, e disponibilidade de tecnologias viáveis e econômicas aos agricultores (Banet, 1999).

2.2 Sistema de produção de trigo sob plantio direto

O trigo em plantio direto tem apresentado boas perspectivas de cultivo, tanto à nível de pesquisa como em algumas lavouras, principalmente, na região Sul do País. Neste sistema, os resíduos vegetais das diversas espécies integrantes do programa de rotação ou sucessão de culturas permanecem na superfície do solo, como cobertura morta, contribuindo significativamente para o controle da erosão (Santos, 1992). Estudos econômicos avaliando o sistema

de manejo de solo com as culturas de milho, soja e trigo, demonstraram que o sistema plantio direto apresentou desempenho superior em anos climaticamente desfavoráveis, para as três espécies (Salomão, 1990). Em concordância, Santos et al. (1997), ao estudarem o desempenho da cultura em um ano relativamente seco, obtiveram resultados que demonstraram a melhor produtividade dos sistemas de plantio direto e cultivo mínimo quando comparados ao sistema de preparo convencional.

Na cultura do trigo, assim, como em outras culturas, a semeadura direta diminui sensivelmente a evaporação da água armazenada, não limita o volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular e proporciona produções significativamente mais altas que o sistema convencional (IAC, 1999). O sistema plantio direto na cultura do trigo abrange desde a colheita da cultura antecessora, passando pela semeadura, pulverizações (pré-semeadura e para tratamento fitossanitário), adubação de cobertura e colheita do trigo.

2.2.1 Colheita da cultura antecessora

2.2.1.1 Perdas

Para a minimização dos problemas na colheita do milho, deve-se fazer um adequado planejamento na instalação da lavoura adequando espaçamento, escalonando a semeadura e escolhendo as cultivares de melhor adaptação na região (Tonon, 1998).

Na Tabela 1, estão apresentados os índices de perdas observados para esta cultura.

Tabela 1. Percentuais de perdas na colheita do milho obtidos em bibliografia

Autor	Ano	Percentagem de perdas (%)
ABNT	1987	3
SLC	1988	2
Mantovani	1989	6
Santos & Oliveira	1991	9
Fancelli & Lima	1994	7-15
EMATER – PR (Molin ,1997)	1997	8
Tonon	1998	7
Portella	2003	15

Segundo a EMBRAPA (1992), para determinar as perdas de grãos de milho durante a colheita, deve-se usar uma armação retangular, coletando-se todos os grãos soltos encontrados na área delimitada, obtendo-se o número médio de grãos perdidos por m². Cada grão de milho encontrado corresponde a uma perda de 3kg.ha⁻¹.

2.2.1.2 Distribuição da palha

O êxito na semeadura direta inicia com a uniformidade de distribuição da palha no momento da colheita da cultura anterior, sendo essencial que a distribuição seja o mais uniforme possível e a palha picada de tal forma que permita a penetração do disco de corte e discos de semeadura adequadamente (Gassen & Gassen, 1996).

Os primeiros procedimentos para se ter uma cobertura adequada e uniforme devem começar por ocasião da colheita das culturas destinadas a grãos, sendo que a colhedora deve ser regulada para que a palha seja picada e

distribuída uniformemente sobre o solo, numa faixa equivalente à sua largura de corte (IAC, 1999).

Assim, as colhedoras devem ser equipadas para distribuir uniformemente a palha, facilitando o trabalho das semeadoras que devem efetuar o corte de restegas e a deposição de fertilizante e de sementes, de forma a permitir uma boa germinação e emergência de plântulas (IAC, 1999).

2.2.2 Pulverização pré-semeadura e para tratamento fitossanitário

Dentre as várias etapas que constituem o processo de produção agrícola, a aplicação de defensivos agrícolas é uma das mais exigentes, pois deve atender não somente ao tratamento da área cultivada, mas também cuidados com a preservação do ambiente (Christofolletti, 1999).

A eficiência de herbicidas é influenciada pela temperatura e umidade relativa do ar que afetam a absorção e a translocação desses compostos na planta. Com a diminuição da umidade relativa e/ou com o aumento da temperatura, as gotas da pulverização secam mais rapidamente e a absorção do produto diminui, ou, até mesmo, cessa, afetando o desempenho biológico. Além disso, temperaturas acima da ótima causam fechamento dos estômatos das plantas, reduzindo a absorção de herbicidas (Roman, 1999). Ainda segundo o autor, a eficiência dos herbicidas no controle de plantas daninhas depende da quantidade de água usada como veículo em sua aplicação, da pressão de regulagem e da velocidade de deslocamento do pulverizador.

A aplicação de fungicidas com equipamentos tratorizados na cultura do trigo deve ser efetuada com pulverizadores de barra e bicos hidráulicos espaçados de 25 e 50cm. Deve-se verificar os parâmetros de aplicação, tais como padrão de pulverização (tamanho da gota), volume de aplicação e bicos de pulverização. Na falta dessas informações, deve-se definir parâmetros com base no produto, características do alvo (cultura) e condições ambientais (IAC, 1999).

2.2.3 Semeadura

2.2.3.1 Espaçamento entre linhas e densidade de semeadura

Muitos são os fatores que afetam o desenvolvimento do trigo, dentre eles podem ser citados o espaçamento entre linhas e a densidade de semeadura (Araujo, 1995).

O espaçamento recomendado para o trigo é de 17cm entre as linhas, podendo variar de 15 a 20cm, sendo que distâncias maiores representam uma menor competição entre plantas dentro da mesma linha de semeadura (IAC, 1999; FUNDACEP FECOTRIGO, 1999).

A população de plantas tem papel importante na produtividade das culturas, aumentando a sua importância à medida que a agricultura usa sistemas de produção de maior tecnologia. Na cultura do trigo, com a obtenção de novos cultivares com maior capacidade de produção, aumenta-se a necessidade de se usar densidades de semeadura que permitam explorar todo o potencial de rendimento dessa cultura (Bairrão, 1988).

A densidade de semeadura recomendada é de 60 a 80 sementes aptas por metro linear, levando-se em consideração o espaçamento de 17cm entre linhas (IAC, 1999).

Na Tabela 2, estão apresentados os dados obtidos em bibliografia, para os indicadores espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.

Tabela 2. Dados obtidos em bibliografia referentes ao espaçamento entre linhas e densidade de semeadura da cultura do trigo

Autor (ano)	Espaçamento entre linhas (m)	Densidade de semeadura (m ²)	Densidade de semeadura (metro linear)
Oliveira & Bego, 1981	0,15	333	50,0
Silva, 1986	0,17	200	34,0
Dario, 1988	0,17	400	68,0
Bairrão, 1991	0,20	150	30,0
Bairrão, 1991	0,20	300	60,0
Bairrão, 1991	0,20	450	75,0
Bairrão, 1991	0,20	600	90,0
Bairrão, 1991	0,20	750	105,0
Endres, 1991	0,12	150	18,0
Osório, 1992	0,17	290	49,3

Adaptado de Araujo, 1995.

2.2.3.2 Profundidade de semeadura

Em qualquer cultivo, a profundidade de semeadura deve ser adequada para garantir a germinação das sementes, boa emergência de plântulas e bom rendimento de grãos, considerando-se, para isto, as peculiaridades das sementes, as propriedades físico-químicas do solo, clima e manejo da cultura. (Silva, 1992).

Para a FUNDACEP FECOTRIGO (1999), maiores profundidades podem causar dificuldades de emergência das plantas pelo maior consumo energético da reserva das sementes. Profundidades inferiores a 2cm podem determinar dificuldade na germinação em casos com pouca umidade no solo e sementes expostas podem sofrer a ação de pássaros e formigas. Os dados, obtidos em bibliografia, referentes à profundidade de semeadura, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados obtidos em bibliografia, referentes à profundidade de semeadura do trigo

Autor	Profundidade semeadura (cm)
IAC 1999	3,0 a 6,0
FUNDACEP FECOTRIGO 1999	2,0 a 5,0
Osório 1992	3,0 a 5,0
COPERCAMPOS 2004	2,0 a 5,0
IAPAR 1989	2,0 a 5,0
Silva, 1992	2,0 a 5,8

2.2.4 Adubação de cobertura

O rendimento de qualquer cultura é diretamente proporcional à quantidade de nutrientes acumulados pela planta. O emprego de fertilizantes nas quantidades que darão o maior retorno, mas sem diminuir a fertilidade do solo, é um aspecto de grande importância econômica para o agricultor (IAC, 1999).

A aplicação de fertilizantes a lanço é uma prática comum na agricultura brasileira, sendo essa operação executada por vários tipos de máquinas, com diferentes princípios de funcionamento e formas construtivas (Molin & Ruiz, 1999). A principal característica das máquinas que utilizam princípio centrífugo de distribuição é o fato de apresentarem uma faixa de deposição relativamente grande, sempre maior que a largura da máquina, faixa essa desuniforme, com grande concentração na parte central e com quantidades decrescentes à medida que se aproxima dos extremos da mesma (Coelho et al., 1990).

2.2.5 Colheita do trigo

Também na colheita do trigo, o percentual de perdas e a distribuição da palha são fatores que merecem destaque quando se estuda qualidade em operações mecanizadas nesta cultura. Entretanto, poucos são os dados apresentados em bibliografia abordando esses indicadores.

O trigo atinge a maturação fisiológica com 40% de umidade no grão, devendo-se iniciar a colheita quando o grão tiver entre 18 e 16% de umidade. É necessário que o produtor, antes de realizar a colheita, verifique se a máquina utilizada na colheita está regulada adequadamente, para evitar perdas. (Copercampos, 2004). A má regulagem das colhedoras e a velocidade de deslocamento incorreta estão entre as principais causas de perdas de grãos, sendo que geralmente 80% das perdas ocorrem na plataforma de corte (Costa et al., 1997).

2.3 Sistemas de informações geográficas

Os sistemas de informações geográficas (SIGs) são destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados de diversas fontes como mapas, imagens de satélites, cadastros e outras, permitindo recuperar e combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análises sobre os dados (Alves, 1990). Essa tecnologia está relacionada com várias disciplinas e vários campos tecnológicos em desenvolvimento, sendo cada vez mais utilizada nos processos de planejamento econômico, territorial e ambiental (Fernandes, 1997b).

Originalmente, essas ferramentas foram desenvolvidas para facilitar trabalhos cartográficos, mas atualmente estão sendo utilizadas para inventários, estimativas, planejamentos e modelagem (Calijuri et al., 1998).

Hoje em dia, os SIGs são sistemas que automatizam tarefas realizadas manualmente e facilitam a realização de análises complexas, através da integração de dados geocodificados (Felgueiras, 1987), combinando avanços da cartografia automatizada, dos sistemas de gerenciamento de banco de

dados e do sensoriamento remoto, com metodologias de análises geográficas, fornecendo procedimentos que auxiliam a manipulação e atualização das informações disponíveis (Reis, 1995).

Os SIGs possuem basicamente dois bancos de dados, o espacial e o de atributos. O espacial é responsável pelo armazenamento da localização espacial de todas as entidades encontradas, seja em coordenadas locais, em UTM ou em geográficas. No de atributos, as informações são armazenadas (Santana, 1999).

O uso de SIG na agricultura se deu em decorrência da adoção das técnicas de agricultura de precisão, que preconizam o conhecimento e realização de um tratamento detalhado de cada área da propriedade (Molin, 1997). A aplicação dos SIGs se mostra promissora, pois auxilia a minimizar as perdas em todo o processo produtivo, seja na colheita, no plantio, ou na aplicação de insumos (Gomes, 2002).

Vários estudos vêm sendo conduzidos com a utilização desta tecnologia. Ao se avaliar a aplicação localizada de defensivos, os SIGs demonstraram seu papel fundamental na geração dos mapas de plantas daninhas, e dos de precisão, e no estudo das correlações entre os mapas gerados (Baio, 2001).

O SIG também foi utilizado para mapear o palhiço remanescente da colheita mecanizada de cana-de-açúcar sem queima prévia (material enfardado), onde a técnica foi adequada para geração de mapas de massa de palhiço recolhido, umidade e equivalente energético (Ripoli, 2002). Ele também pode ser aplicado na avaliação de desempenhos operacionais de máquinas, possibilitando ferramentas para sua melhoria (Peche Filho et al., 1997).

Com o contínuo uso do solo, há aumento da heterogeneidade de suas características químicas e físicas. Assim faz-se, necessário a utilização do SIG para mapeamento dessas características, buscando a uniformização e o aumento da produtividade das culturas (Souza et al., 1998).

As imagens geradas pelo SIG – IDRISI também foram aplicadas na avaliação da distribuição dos valores de indicadores de qualidade em um

sistema de produção de milho (Dodson, 1998). Os resultados obtidos demonstram que a utilização dos SIGs se mostra como tecnologia promissora para auxiliar na melhoria da produtividade agrícola do país.

2.4 Ferramentas da qualidade

As ferramentas que podem ser utilizadas para se conhecer e analisar a variabilidade presente no processo são conhecidas como “As Sete Ferramentas do Controle da Qualidade” e compreendem o gráfico de controle, histograma, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, gráfico de correlação, gráfico de correlação e estratificação (Ishikawa¹, citado por Vieira, 1999). Estas ferramentas, quando corretamente utilizadas, são consideradas eficientes na resolução de 95% dos problemas de qualquer organização (Vieira & Wada, 1995).

Embora a variabilidade, muitas vezes sinônimo de desperdício de tempo, esforços e dinheiro, não poder ser totalmente eliminada de um processo de produção, ela pode ser conhecida e controlada através da aplicação e interpretação dos resultados pela estatística (Montgomery, 1997).

2.4.1 Controle estatístico de processo (CEP)

O CEP tem por objetivo registrar as variações existentes em qualquer processo, como forma de identificar desvios de desempenho e corrigi-los preventivamente para mantê-los estabilizados dentro da capacidade do processo (Miranda, 1994). Ele foi definido como a aplicação de técnicas estatísticas para mensuração e análise da variação no processo produtivo, objetivando a redução da variabilidade das características críticas do produto (Juran, 1992; 1993). O CEP nada mais significa que uma ferramenta primária para melhorar a performance do processo de produção e reduzir a variabilidade em seus parâmetros chave. O objetivo mais importante é o auxílio à detecção

¹ ISHIKAWA, KAORU. **Guide to quality control**. Tokyo; New York: Asian Productivity Organization: available in North America, the United Kingdom and Western Europe exclusively from Unipub, 1982. 226p.

rápida de variações não-aleatórias e promoção das ações corretivas (Montgomery, 1997). Sendo uma das técnicas mais avançadas para o controle de qualidade em qualquer sistema de produção e é composto por um conjunto de ferramentas capaz de analisar os processos, e avaliar o serviço realizado (Brassard, 1996; Fernandes, 2000). Além do CEP ser conhecido como a utilização de técnicas estatísticas para mensurar e analisar a variação dos processos, ele também é conhecido como uma ferramenta que mantém as variáveis dentro dos limites ou padrões estabelecidos por normas técnicas, garantindo que o processo se comporte de forma controlada (Juran & Gryna, 1991; Trindade et al., 2000).

Com o auxílio de técnicas como o CEP pode-se perseguir um padrão de qualidade a ser atingido (meta), que é conseguido por meio da inspeção, diagnóstico dos defeitos, identificação das causas dos defeitos, ação corretiva para eliminação das causas e atualização do padrão (Benakouche & Santamaria, 1997).

Existem muitas vantagens com a introdução do CEP nos processos produtivos, tais como: surgimento do conhecimento significativo e a compreensão dos seus processos; eliminação ou substancial redução da dependência da inspeção em massa; minimização dos custos da qualidade (retrabalhos, retornos); o total cumprimento das programações de operação. Como resultado, tem-se um acréscimo nos ganhos com a produtividade.

Assim, o CEP pode ser aplicado a qualquer processo que objetive a estabilidade e o aumento da capacidade através da redução da variabilidade no processo (Bonilla, 1995; Montgomery, 1997).

2.4.2 Gráficos de controle ou cartas de controle

A carta de controle é uma das técnicas primárias do CEP, sendo muito utilizada como técnica de monitoramento do mesmo (Montgomery, 1997). As cartas são amplamente utilizadas por refletirem a variabilidade existente no sistema, tratando-se de um conjunto de gráficos de acompanhamento

compostos pelo limite superior de controle (LSC) e pelo limite inferior de controle (LIC), paralelos a uma linha que representa a média obtida das medições dos atributos analisados (Kume, 1993, citado por Fernandes, 2000; Trindade et al., 2000). Os valores característicos do processo em estudo são traçados nesse gráfico, representando o estado do processo no momento da análise. Se o valor encontrado estiver dentro dos limites, o processo é considerado sob controle estatístico; se o valor encontrado estiver fora desses limites, o processo é considerado fora de controle estatístico. Assim, tem-se que o uso das cartas de controle mostra-se como método eficiente para o estudo da estabilidade estatística de um processo produtivo (Ramos, 1995).

Atualmente existem gráficos de controle para atributos, que estudam o comportamento de números e proporções, monitorando a variação do número de itens não conformes em amostras de tamanho constante, e os gráficos de controle para variáveis, que estudam o comportamento de variáveis como peso, comprimento, densidade e concentração (Vieira, 1999).

Existem pelo menos cinco razões para a utilização das cartas de controle: é uma técnica que proporciona aumento da produtividade; são efetivas na prevenção de defeitos; previnem ajustes desnecessários no processo; fornecem informações que permitem diagnosticar o processo; e avaliam a capacidade do processo através de parâmetros estipulados (Montgomery, 1997).

A presença fora dos limites de controle, periodicidade, seqüência ou tendência dos dados plotados, aproximação dos limites de controle ou aproximação da linha média são critérios indicativos de falta de controle de um processo (Dellaretti Filho & Drumond, 1994). Desta forma, um processo fora do controle caracteriza-se pela presença de problemas ocasionais cujas causas devem ser pesquisadas e bloqueadas. As causas mais prováveis para a falta de controle de um processo podem abranger desde o desgaste de ferramentas e deterioração gradual de equipamentos, mudança gradual nas condições ambientais (temperatura, umidade, etc) ou nos parâmetros do processo, mudança intencional ou não-intencional nas condições operacionais do

processo, uso de matéria-prima diferente ou de pior qualidade, operários diferentes utilizando métodos diferentes, ocorrência de erros nos cálculos, nas medições ou nas transcrições dos dados, e a utilização de instrumentos de medição descalibrados.

De uma maneira geral, as cartas foram desenvolvidas para diferenciar as variações anormais (não-aleatórias) das variações normais de um processo (aleatórias). A variação devida à causa aleatória é inevitável e fatalmente ocorre num processo, mesmo que a operação seja executada com o uso de matérias-primas e métodos padronizados. A variação devida à causa não-aleatória significa que há fatores relevantes a serem investigados no processo (Jacovine, 2000). Apesar dessa variação poder ser evitada, ela não deve ser menosprezada, pois existem casos gerados pelo não-cumprimento de certos padrões ou pela aplicação de padrões inadequados (Juran & Gryna, 1991).

Um processo pode estar sob controle de acordo com os limites estatísticos, porém não indica necessariamente que o processo atende às expectativas atribuídas ao processo (Pasqua, 1999), pois os limites de controle (LSC e LIC) são calculados com dados do próprio processo e não tem nenhuma relação com os limites de especificação do mesmo (LSE e LIE).

Portanto, as cartas de controle possibilitam a identificação dos desvios resultantes de causas especiais, tornando o processo previsível de forma a validar se este pode ou não atender as determinadas especificações de clientes, além de determinar quando as melhorias no processo produtivo se fazem necessárias (Antunes & Engel, 1999).

2.4.3 Histograma

O histograma é que um gráfico de barras que associa os valores de uma característica de qualidade, divididos em pequenos intervalos, com a frequência que ocorreram na amostra. Este permite uma compreensão rápida do desempenho de uma característica de qualidade de um processo, porém sem qualquer informação sobre o que ocorre ao longo do tempo (Dellaretti Filho &

Drumond, 1994). Permite também, inferir o tipo de distribuição da população em questão (Trindade et al., 2000).

O histograma revela a quantidade de variação que todo processo traz dentro de si e apresenta os dados visualmente, de maneira a considerar três propriedades: a forma, a localização ou tendência central e a distribuição dos dados (Montgomery, 1997). Sempre ao se observar um histograma deve-se notar a forma, que deve ser simétrica; a dispersão, que deve ser pequena; e a centralização, que deve estar na média (Vieira, 1999). Assim, tem-se que o histograma de freqüência e distribuição é uma ferramenta estatística para apresentar dados numéricos de forma a tornar mais claro a tendência central e a dispersão ao longo da escala de medida, bem como a freqüência relativa de ocorrência de vários valores (Juran, 1999).

Segundo Jacovine (2000), quando o histograma segue a distribuição normal, pode-se imediatamente determinar a percentagem de defeitos do processo a partir das especificações fornecidas e dos parâmetros (média e desvio padrão).

Portanto, o histograma é adequado para verificar as ocorrências dentro ou fora dos limites de qualidade definidos, a distribuição das ocorrências dentro do intervalo de aceitação e, indicar a necessidade de uma solução que coloque o processo sob controle (Antunes & Engel, 1999).

2.5 Aplicação da qualidade na agricultura

O conceito de qualidade sob o ponto de vista agrônômico é a realização de operações agrícolas ou a obtenção de produtos que estejam adequados às especificações ou aos padrões agrônômicos recomendados (Dodson, 1998). Como o Brasil é um país agrícola por natureza, a implantação de programas de qualidade total se faz de forma irrestrita no cenário nacional, podendo desta maneira possibilitar que a produção atual alcance melhores índices e seja mais aceita no mercado internacional, incidindo em uma maior lucratividade do processo.

A aplicação dos fundamentos e das técnicas da gestão da qualidade total na área agropecuária pode trazer os seguintes benefícios: o aumento da quantidade de produto agrícola disponível, através das melhorias de produtividade e redução de custos; aumento da qualidade dos produtos agrícolas; efetivação do desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural e agro-industrial (Bonilla, 1999).

A gestão pela qualidade deve ser implantada em todas as áreas da propriedade, criando um ambiente amplo de organização, além de caracterizar-se em uma eficiente estratégia de redução de custos (Bonato, 2001).

O controle de qualidade em operações agrícolas consiste na simples adoção de um conjunto de procedimentos que promovam serviços e resultados, atendendo com precisão, às exigências da máquina a qual cabe a operação seguinte (Peche Filho, 1994). De uma maneira geral, as operações são interdependentes (operação fornecedora e operação cliente), pois as ineficiências de uma operação podem comprometer a operação subsequente e assim sucessivamente.

Desta forma, a utilização de ferramentas estatísticas de controle da qualidade possibilita a detecção de variações ou oscilações nas operações agrícolas a tempo de minimizar a possibilidade de concretização das mesmas fora dos padrões especificados para o processo (Bonilla, 1995).

O controle estatístico da qualidade, além de melhorar o produto final e reduzir-lhe os custos, permite identificar e analisar as falhas do processo, que levaram à não conformidade do produto (FNP, 1997). A técnica de controle estatístico da qualidade pode ser estendida para todas as operações dentro da propriedade, onde devem ser estabelecidos indicadores (o que vai ser avaliado), os intervalos (limites de especificação) e a rotina de controle para a coleta de dados.

Portanto, para a qualidade ser encarada como um sistema, é preciso, através de amostragens, localizar variações ou oscilações nos processos de produção a tempo de minimizar a possibilidade de realizar operações fora dos

padrões especificados. Assim reduzem-se os desperdícios e promovem-se acréscimos na produtividade através da detecção e imediata eliminação de defeitos (Lopes et al., 1995).

2.6 Qualidade em operações agrícolas

As técnicas estatísticas para controle da qualidade em operações agrícolas mecanizadas têm sido empregadas em diversas culturas e tem obtido resultados bastante promissores. Em estudos de operações de preparo de solo por controle estatístico de processo buscando o controle da qualidade, foi demonstrado que controle das operações agrícolas permite a diminuição da variabilidade do processo. Somente na escarificação, a introdução do controle ocasionou um aumento de 21% de dados dentro dos limites de especificação desejados (variando de 34% para 55%). Quando foi avaliada a operação da gradagem, houve redução de 9,8% dos dados médios de tamanho de torrões e um aumento de 75% de torrões aceitáveis (Milan & Fernandes, 2002).

As técnicas de estatísticas para controle da qualidade em operações agrícolas mecanizadas, como na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp), quando analisando duas operações: a sulcação (plantio) e o carregamento (colheita), possibilitaram a detecção de falhas na profundidade média do sulco e no espaçamento entre os sulcos, dado que variação entre os diversos grupos estava fora dos limites de controle (Lopes et al., 1995). Causas especiais tais como equipamentos desgastados ou mal regulados, operadores despreparados e problemas no preparo da área, estavam propiciando esta falta de controle que dado a utilização do CEP, foi diagnosticado e posteriormente corrigido.

Também na cultura da cana-de-açúcar foram aplicadas as técnicas do controle estatístico da qualidade para quantificar impurezas minerais durante a operação de carregamento (Sarriés, 1997). Os gráficos de controle juntamente com a ferramenta análise exploratória de dados mostraram-se apropriados, pois permitiram detectar objetivamente as cargas anormais, passo importante na

identificação e correção das causas especiais assinaláveis dos altos níveis de impurezas minerais.

Uma avaliação da qualidade das operações agrícolas também para a cultura de cana-de-açúcar, envolvendo o preparo do solo e a aplicação de defensivos utilizando métodos estatísticos, demonstrou que apenas 32% da área encontrava-se dentro dos padrões desejados para aplicação de defensivos e que a qualidade do preparo do solo foi satisfatória em somente 27% das áreas amostradas (Fernandes et al. 1999).

A utilização de técnicas estatísticas de controle de qualidade em operações mecanizadas para a cultura de milho (*Zea mays* L) demonstrou que 37,6% dos espaçamentos entre sementes estava fora das especificações para um estudo de caso de semeadura, e que a profundidade das sementes sofreu grande variação, onde 3,2% ficaram totalmente expostas na superfície sem condições de germinação, gerando desuniformidade na emergência das plântulas e conseqüentemente diminuição da produção (Pasqua et al., 1996). Quando foram avaliadas as operações de adubação de cobertura, foi constatado que houve 11% de variação na vazão do adubo ao longo do dia, gerando desperdícios e elevação dos custos, enquanto que na operação de pulverização, verificou-se uma variação de 80% entre a vazão máxima e a mínima dos bicos, o que comprovou o alto desgaste do equipamento e elevação dos custos.

Outros estudos incidiram no problema da semeadura do milho se encontrar fora dos padrões estabelecidos (Dodson, 1998), onde apenas 73% de sua área encontrava-se dentro das especificações. Assim, a lavoura de milho desenvolveu-se sem uniformidade, favorecendo o surgimento de plantas daninhas e conseqüentemente redução da produtividade.

Avaliando a qualidade da semeadura mecanizada da cultura do milho sob o sistema de plantio direto, objetivando verificar sua conformidade com os padrões agronômicos estabelecidos e detectar oscilações na operação, Sugisawa et al., (2003) concluíram que a operação nesta situação estava fora

dos padrões adequados, seus efeitos não se encontravam sob controle estatístico, e que as unidades deveriam ser individualmente analisadas a fim de reduzir a variabilidade da operação.

Trabalhos objetivando avaliar as perdas na colheita e controle da qualidade em silagem de milho constataram que apenas 55% do material colhido se apresentou dentro dos limites recomendados, o que pode ocasionar problemas na compactação do silo e conseqüentemente no processo de fermentação, bem como na alimentação do animal, objetivo final do processo (Pereira et al., 1998).

Com base nos resultados encontrados em estudos sobre a utilização de técnicas do controle da qualidade em operações agrícolas na cultura do milho para produção de silagem, destacando o desenvolvimento de padrões e de dispositivos para aferições da qualidade nas operações, concluiu-se que a implantação das técnicas de controle estatístico de processos foram viáveis e adequadas ao sistema de produção em questão (Fernandes, 2000).

O emprego de técnicas estatísticas para controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas para cultura de feno, analisando as operações de sega, revolvimento, enleiramento e enfardamento, demonstrou que, na operação de sega, as duas máquinas avaliadas (segadoras; autopropelida e de arrasto) não atenderam adequadamente às especificações para a operação. Na operação de enfardamento, apenas um dos indicadores, comprimento dos fardos, encontrou-se sob controle estatístico, enquanto todos os outros indicadores avaliados estavam fora dos padrões especificados pela empresa. Causas especiais que podem ter atuando neste processo de produção devem ser conhecidas, corrigidas e sanadas (Bonato, 2001).

Bonato et al. (2003), desenvolveram um sistema eletrônico de contagem dos ciclos de prensagem para uma enfardadora de fardos retangulares utilizando na análise dos resultados o controle estatístico de processos, e concluíram que o dispositivo eletrônico auxilia na melhoria da qualidade da operação de enfardamento.

Fessel (2003), avaliou a qualidade do preparo mecanizado do solo e plantio manual e mecanizado de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em sistema de cultivo mínimo do solo, concluindo que essas atividades não variaram, estando dentro dos padrões aceitáveis e recomendados pela empresa florestal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido entre os meses de fevereiro a novembro de 2003, em uma propriedade situada no município de Piraí do Sul, Estado do Paraná. A área experimental, identificada como talhão 8, está localizada sob as coordenadas 24°20'46''S de latitude e 50°08'06'' W de longitude, e altitude média de 950 metros acima do nível do mar. O talhão apresenta relevo suave ondulado, com solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (clima subtropical úmido mesotérmico) com verões frescos, ocorrências frequentes de geadas, sem estação seca, onde a temperatura média anual varia entre 17 e 18°C e a precipitação pluviométrica média anual é de 1750mm.

3.1 Operações avaliadas

O sistema de produção para cultura de trigo nesta propriedade envolve basicamente seis operações, ilustradas na Figura 1: colheita da cultura antecessora, pulverização pré e pós-semeadura, semeadura, adubação de cobertura e colheita.

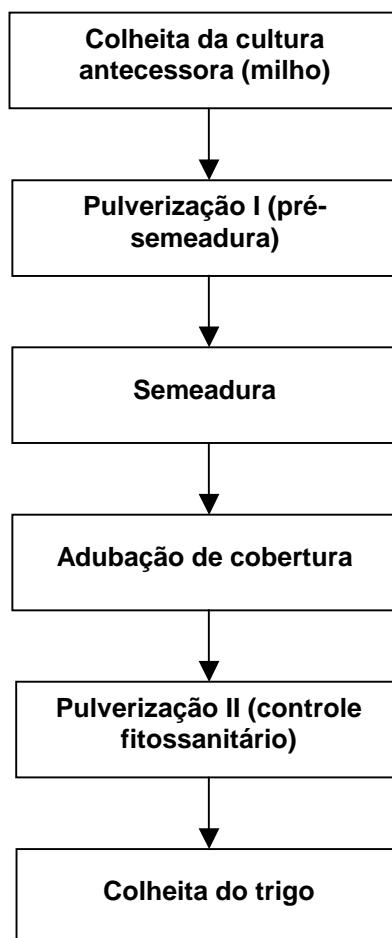


Figura 1 – Fluxograma das operações do sistema de produção de trigo

Na coleta dos dados para análise da colheita da cultura antecedente, foram considerados 77 hectares, enquanto que nas demais operações, a área considerada foi de 53 hectares.

3.1.1 Colheita da cultura antecedente

A colheita da cultura antecedente é considerada o início do sistema produtivo da cultura do trigo, pois a qualidade desta operação influencia diretamente as operações subsequentes, principalmente no item referente à distribuição da palha pela colhedora. Neste trabalho a cultura que antecedeu ao trigo na área experimental foi a do milho, semeado no dia 06 e 07 de outubro de

2002, da variedade DKB-214 (Dekalb^{®*}), com espaçamento entre linhas de 0,80m e população de 63.000 plantas por hectare. A colheita do milho ocorreu entre os dias 22 e 25 de março de 2003 com uma colhedora da marca John Deere, modelo 1185 com plataforma para 6 linhas e 165 kW de potência (anexo A). As características técnicas dos conjuntos mecanizados utilizados são apresentadas no Anexo 1. Para o transbordo da massa colhida até os caminhões de transporte, utilizou-se um trator da marca Ford, modelo 7630, com 76 kW de potência e uma carreta da marca Stara, modelo 7500 (anexo F). Já para o transporte dos grãos do campo até a unidade de secagem da propriedade, foram utilizados dois caminhões basculantes da marca Mercedes-Benz, modelo 1313 e 1622, com 132kW e 160kW de potência, respectivamente.

3.1.2 Pulverização I (pré-semeadura)

A aplicação de defensivos agrícolas nesta operação visou favorecer a implantação da cultura do trigo, controlando plantas indesejáveis que pudessem prejudicar a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas germinadas. Para tanto, a pulverização no talhão 8, realizada em 14 de junho de 2003, utilizou a combinação de dois produtos químicos comerciais: Gliz[®] e Assist[®].

O conjunto mecanizado utilizado nesta operação foi composto por um trator da marca John Deere, modelo 6600 com 88 kW de potência (anexo B), e um pulverizador da marca Jacto, modelo Advance Vortex, com barra de pulverização de 18 metros de comprimento, na qual estão dispostos 37 bicos Jacto, tipo 110°-AVI-02 (anexo C), que proporcionam a distribuição de um jato plano (leque) elíptico e com ângulo de 110° (Anexo 2). Foi utilizado um caminhão pipa marca Mercedes-Benz, modelo 1113 com 88 kW de potência, para o abastecimento do pulverizador.

* A citação de marcas neste trabalho não significa preferência do autor.

3.1.3 Semeadura

A semeadura I foi realizada em 18 de junho de 2003, com a variedade Alcover (OR-Melhoramentos) e fertilizante com formulação 18-30-00. E para realização da operação na área estudada, utilizou-se um trator da marca John Deere, modelo 7500 com 103 kW de potência (anexo D), uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo da marca Semeato, modelo SSM27 (anexo G), um caminhão basculante marca Mercedes-Benz, modelo 1313 com 132 kW de potência e um trator da marca Ford, modelo 7630 com 76 kW de potência e carreta da marca Stara, modelo 7500, com o intuito de abastecer a semeadora.

3.1.4 Adubação de cobertura

A adubação de cobertura foi realizada entre os dias 17 e 18 de julho de 2003, utilizando como insumo a uréia. Para distribuição deste fertilizante foram utilizados um trator da marca Ford, modelo 7630 com 76kW de potência, um distribuidor da marca Stara, modelo Amazone ZA-M 1500 e um caminhão marca Mercedes-Benz, modelo 1313 com 132kW de potência, para abastecimento do fertilizante.

3.1.5 Pulverização II (controle fitossanitário)

Esta operação foi realizada para controlar doenças da cultura do trigo. Realizou-se um acompanhamento da área, utilizando a metodologia proposta por Reis (1994), e, quando detectados sintomas em níveis que exigiram controle, realizaram-se as aplicações.

Na área experimental, o monitoramento da ferrugem (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*), oídio (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) e da mancha bronzeada da folha do trigo (*Drechslera tritici-repentis*) e mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*), começou a ser realizado no dia 12 de agosto de 2002. Constatou-se, em 18 de setembro de 2003, que a incidência da ferrugem e das manchas foliares atingiram o limite estabelecido pelos técnicos, sendo necessário, portanto, a aplicação de produtos específicos para o controle dos agentes patológicos. No

talhão em questão, foram aplicados, com esta finalidade, os produtos comerciais Match[®] e Opera[®].

A operação de aplicação de fungicida e inseticida foi realizada no dia 24 de setembro de 2003, com um conjunto mecanizado composto por um trator da marca John Deere, modelo 6600 com 88 kW de potência (anexo B), e um pulverizador da marca Jacto, modelo Advance Vortex (anexo C), com barra de pulverização de 18 metros de comprimento, na qual estão dispostos 37 bicos tipo 110°-AVI-02. Utilizou-se um caminhão pipa marca Mercedes-Benz, modelo 1113 com 88 kW de potência, para abastecer o pulverizador.

3.1.6 Colheita do trigo

A colheita do trigo foi realizada entre os dias 12 e 14 de novembro de 2003, utilizando uma colhedora John Deere modelo STS 9650 (anexo G), com 214kW de potência, e largura de plataforma de 7,62m. Para o transporte dos grãos do campo até a unidade de secagem da propriedade, foi utilizado um caminhão basculante da marca Mercedes-Benz, modelo 1622, com 160kW de potência.

3.2 Indicadores de qualidade

Para avaliar uma operação agrícola, é necessário selecionar indicadores mensuráveis ou passíveis de análise, que permitam avaliar a qualidade do resultado final. Assim, em conjunto com o corpo técnico da empresa, foram definidos os indicadores de qualidade que deveriam ser analisados em cada operação, com seus respectivos padrões de qualidade ou limites de especificação, com base em critérios agrônômicos e/ou econômicos adotados pela empresa ou sugeridos em bibliografia.

Tabela 4. Indicadores e limites de especificação utilizados para a avaliação da qualidade das operações mecanizadas

Operações	Indicadores	Limites de especificação
Colheita cultura antecessora	Perdas pós-colheita	Máximo 60kg.ha ⁻¹
	Distribuição da palha	cv ² máximo de 10%
	Impurezas	Máximo de 2%
	Quirela	Máximo de 3%
Pulverização I (pré-semeadura)	Densidade (gotas/cm ⁻²)	n.d. ³
	Percentagem de cobertura de gotas	n.d.
	Profundidade	2-3 cm
Semeadura	Semente encestada ⁴	0
	Semente descoberta	0
	Cobertura do sulco	3
	Espelhamento do sulco ⁵	0
Adubação de cobertura	Distribuição Transversal	cv máximo de 10%
	Longitudinal	cv máximo de 10%
	Densidade (gotas/cm ⁻²)	n.d.
Pulverização II (controle fitossanitário)	Percentagem de cobertura de gotas	n.d.
	Perdas	Máximo 60kg.ha ⁻¹
Colheita	Distribuição da palha	cv de 10%

² Coeficiente de variação.

³ Dado não disponível (não padronizado).

⁴ Sementes que não ficaram em contato com o solo, por estarem envolvidas pela palha.

⁵ Compactação da parede do sulco.

3.3 Avaliação da qualidade operacional

Após a definição dos indicadores, foram avaliadas as operações de colheita da cultura antecessora, pulverização pré-semeadura, semeadura, adubação de cobertura, pulverização para controle fitossanitário, e a colheita.

3.3.1 Colheita da cultura antecessora

Para avaliação da qualidade desta operação, foram utilizados: um gabarito metálico (0,80X0,36m); corda de 5,6m com marcas a cada 0,30m; sacos plásticos; GPS Garmin, modelo e-Trex Legend; Palm Compaq, modelo iPAQ H3850, softwares Field Rover II[®] e SSToolbox[®], balança de precisão tríplice escala, modelo J.B. 007, com capacidade máxima de carga de 1,61kg e sensibilidade de $2 \cdot 10^{-4}$ kg.

Como as condições topográficas do solo afetam o desempenho da colhedora, tornou-se necessário à realização da estratificação dos pontos amostrais coletados. Assim, foram coletados 15 pontos em áreas onde a colhedora operava em aclive, 15 operando em declive, 15 com a máquina inclinada e 30 pontos com a colhedora operando no plano. Esses pontos foram georeferenciados, com a finalidade de construir, posteriormente, mapas de perdas da colheita.

A colhedora utilizada foi regulada para operar esperando-se uma perda máxima de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, operando a uma velocidade média de $3,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Após a passagem da colhedora, com o intuito de quantificar as perdas em pós-colheita, retirava-se a palha da área referente à largura da plataforma da máquina, conforme apresentado na Figura 2(A). Com o auxílio do gabarito, delimitou-se, em cada ponto amostral, uma área de 2 m^2 , de onde foram coletados todos os grãos de milho existentes sobre o solo (perdidos pela colhedora), como é possível observar na Figura 2(B).



Figura 2 - (A) Vista da área após a retirada da palha para coleta das amostras de perdas. (B) Coleta de grãos para composição das amostras de perdas

Com a finalidade de quantificar as perdas reais da colhedora, as amostras medidas nos copos foram acondicionadas em sacos plásticos codificados, para posterior pesagem, realizada em balança laboratorial existente no escritório da propriedade, e os valores referentes à massa de grãos em 2m² eram utilizados para o cálculo das perdas reais em kg.ha⁻¹, empregando-se, para isso, as equações 1, para desconto da umidade e equação 2 para cálculo das perdas reais (Weber, 2001). Assim, a equação 1 utiliza os valores de umidade inicial existente na massa de grãos e a umidade desejada, denominada umidade final, para determinar um valor a ser utilizado na equação 2 com a finalidade de obter-se o peso real (kg), em base seca, dos grãos perdidos por hectare.

$$D(\%) = \left(\frac{UI - UF}{100 - UF} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

D (%) = valor do teor de água a ser descontado da massa de grãos;

UI (%) = umidade inicial da massa de grãos;

UF (%) = umidade final desejada da massa de grãos.

A equação 2 considera o peso inicial dos grãos recolhidos em 2m² e o valor a ser descontado referente à umidade, para obtenção do peso final da massa de grãos por hectare, com umidade de 13%.

$$PR = \left[\left(\frac{PI \times 10000}{2} \right) - D \right] \quad (2)$$

Onde:

PR = peso real (kg) perdido por hectare (umidade de 13%);

PI = peso inicial da massa de grãos (kg) perdido em 2m²;

D = valor a ser descontado da massa de grãos, referente ao teor de água.

O método adotado para a avaliação da distribuição da palha do milho foi uma adaptação do método de Laflen (1981), utilizando uma corda, cujo comprimento era igual à largura da plataforma da colhedora, e no qual eram distribuídos eqüitativamente 20 “nós”. Após a passagem da máquina estendia-se a corda, e cada “nó” era considerado um ponto amostral, considerando-se a existência de palha naquele local. A observação iniciava-se da esquerda para a direita, considerando-se a colhedora vista por trás. Na Figura 3, é possível visualizar uma parte da corda utilizada na coleta dos dados.



Figura 3 - Avaliação da distribuição de palha sobre o solo após a colheita de milho

A análise da qualidade dos grãos colhidos na área experimental foi realizada pelo técnico da propriedade, responsável pela coleta de amostras em todas as cargas pesadas durante a colheita. Foram coletadas 50 amostras para análise, com a finalidade de obter-se a percentagem de impurezas e quirela, de acordo com o padrão de comercialização de sementes do Estado do Paraná.

3.3.2 Pulverização pré-semeadura

Para avaliação da qualidade desta operação, utilizou-se EPI (equipamentos de proteção individual), papéis hidrosensíveis, lupa, GPS Garmin, modelo e-Trex Legend, Palm Compaq, modelo iPAQ H3850, softwares Field Rover II[®], SSToolbox[®] e o IDRISI for Windows[®].

O pulverizador foi regulado para aplicar um volume de calda de 120 L.ha⁻¹ a uma pressão de trabalho de 310kPa, espaçamento entre bicos de 0,50m, altura da barra de pulverização de 0,50m, e com o conjunto mecanizado devendo trabalhar com velocidade média de 8 km.h⁻¹. Foram avaliadas a densidade e a percentagem de cobertura de gotas, em 17 pontos, coletados aleatoriamente na área experimental. Esses pontos foram georreferenciados, com a finalidade de construir, posteriormente, mapas. Para avaliar a densidade e a percentagem de cobertura de gotas, foram distribuídos sobre o solo, em cada ponto amostral, 5 papéis hidrosensíveis de forma paralela a barra de pulverização, antes da passagem do pulverizador (Figura 4).

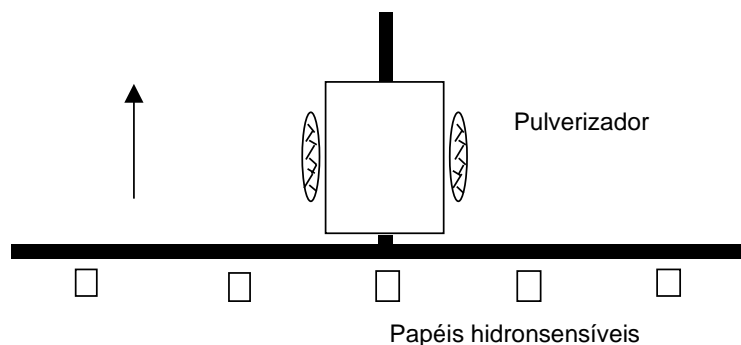


Figura 4 - Avaliação da densidade e percentagem de cobertura de gotas

Os papéis hidrosensíveis (Figura 5), após a passagem do pulverizador, foram recolhidos, codificados e embalados em plástico, para evitar contaminação pela umidade do ar. Posteriormente, para análise de percentagem de cobertura de gotas foram copiados no Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, com auxílio de scanner com resolução de 600dpi. Os arquivos obtidos foram analisados pelo software IDRISI for Windows[®]. Já para a análise de densidade de gotas, utilizou-se uma lupa para contagem manual de gotas em uma área de 1cm².



Figura 5 - Papel hidrosensível sobre a palha, para a avaliação da densidade e percentagem de cobertura de gotas

3.3.3 Semeadura do trigo

O material utilizado para avaliar a qualidade da semeadura consistiu em uma trena métrica, régua, espátula para abertura dos sulcos, GPS Garmin, modelo e-Trex Legend, Palm Compaq, modelo iPAQ H3850 e softwares Field Rover II[®] e SSToolbox[®].

O conjunto mecanizado trabalhou com velocidade média de 6,5km.h⁻¹, sendo que a semeadora foi regulada para semear 150 kg.ha⁻¹, a um espaçamento de 0,17m entre linhas e depositar 275 kg.ha⁻¹ do fertilizante formulado.

A coleta dos dados foi estratificada, acompanhando a declividade da área, coletando-se 7 pontos em áreas planas, 4 em áreas onde o conjunto

mecanizado operou em declive, 3 em aclive e 3 inclinados. Em cada ponto amostral foram consideradas 5 linhas de semeadura, selecionadas aleatoriamente dentre as 27 existentes na semeadora.

As linhas selecionadas foram abertas com a espátula e para o indicador profundidade das sementes, utilizou-se a trena métrica e uma régua, conforme apresentado na Figura 6.



Figura 6 - Mensuração da profundidade de semeadura

Para os itens sementes encestadas e descobertas, verificou-se a existência ou não das mesmas, considerando-se como encestadas aquelas que não foram posicionadas em contato com o solo, por terem sido envolvidas pela palha durante sua deposição, e descobertas aquelas que ficaram expostas, sem a cobertura de solo necessária para a germinação.

Na avaliação do fechamento dos sulcos, também foram utilizados critérios visuais, constatando-se o incorreto fechamento dos sulcos de semeadura, e conseqüente exposição das sementes depositadas. Para estas avaliações, foram atribuídas notas: 1 (ruim), 2 (média) e 3 (boa).

Na avaliação o indicador espelhamento do sulco (compactação das paredes do sulco devido à elevada umidade do solo) também foram adotados critérios de avaliação visual, verificando-se existência nos pontos considerados (Figura 7).



Figura 7 - Parede espelhada do sulco

No dia 18 de julho de 2003, ou seja, um mês após a semeadura, foi realizada uma nova avaliação nos mesmos pontos, desta vez considerando o número de plantas emergidas por metro, as falhas de emergência e nas linhas, remonta de linhas, a uniformidade de emergência e as possíveis causas dessas falhas.

Para tanto, executou-se a contagem das plantas emergidas em 2 metros lineares de cada ponto amostral, observando-se as falhas de emergência. Nos locais onde foram constatadas essas falhas abriu-se a linha de semeadura com espátula, para que fosse possível identificar suas causas, sejam provenientes de fungos, torrões, ou ausência de sementes.

As falhas nas linhas, provocadas provavelmente pelo entupimento dos canos condutores de sementes, também foram avaliadas utilizando-se a constatação visual. Outro fator considerado foi a uniformidade de emergência avaliada por meio de critérios visuais, observando-se a altura das plantas nos pontos amostrais. A remonta de linhas, provocada pela passagem do conjunto mecanizado em desrespeito ao espaçamento desejado, obedeceu a critérios visuais constatando-se sua presença ou ausência em cada ponto amostral.

3.3.4 Adubação de cobertura

Para a adubação de cobertura foram realizadas três avaliações distintas: qualidade da distribuição, distribuição longitudinal e transversal. Para isso, utilizou-se bandejas (0,5 x 0,5m), recipientes plásticos de capacidade volumétrica igual a 0,5 L, trena métrica, balança digital de alta precisão, da marca Scientech modelo SA210, GPS Garmin, modelo e-Trex Legend, Palm Compaq, modelo iPAQ H3850 e softwares Field Rover II[®] e SSToolbox[®].

O conjunto mecanizado trabalhou com velocidade média de 10 km.h⁻¹, sendo a distribuidora de fertilizante regulada para aplicar 110 kg.ha⁻¹ em uma faixa de trabalho de 18m. Foi montada, com auxílio da trena métrica, uma malha disposta com 5 linhas perpendiculares ao caminhamento do conjunto mecanizado, com 15 pontos amostrais em cada uma, totalizando 75 pontos equidistantes, conforme a metodologia sugerida por Peche Filho (1994). Em cada ponto desta malha foram colocados recipientes plásticos para recolhimento do fertilizante, como é possível observar na Figura 8(A). Em outra avaliação foram distribuídos 74 recipientes plásticos paralelamente ao caminhamento do conjunto (Figura 8B).

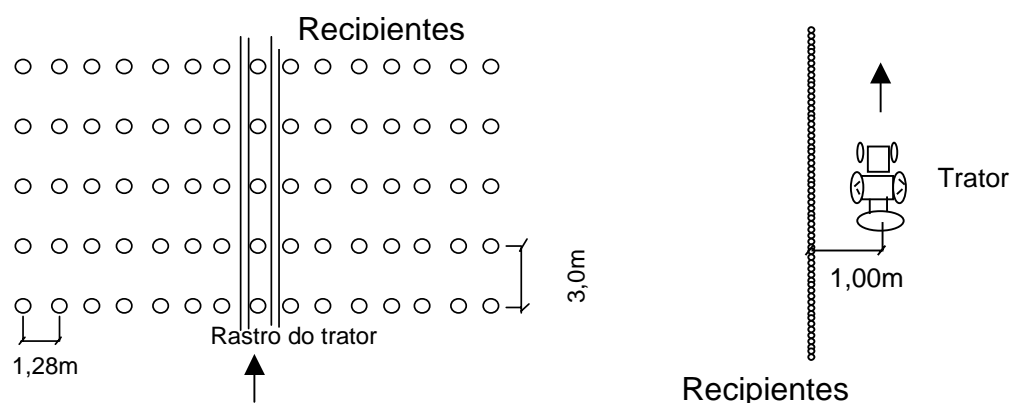


Figura 8 - (A) Esquema da malha de amostragem. (B) Esquema dos recipientes distribuídos paralelamente ao caminhamento do conjunto mecanizado

Nos pontos georeferenciados foram distribuídos aleatoriamente na área de atuação 3 bandejas, antes da passagem da máquina, com a finalidade de coletar o fertilizante distribuído.

Os conteúdos das bandejas e potes plásticos de cada avaliação foram recolhidos em sacos plásticos vedados e codificados. Esse procedimento de acondicionamento é necessário devido a uréia ser um produto altamente volátil. Essas amostras foram pesadas em balança de alta precisão no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Rural – ESALQ/USP.

3.3.5 Pulverização pós-plantio

Para avaliação da qualidade desta operação utilizou-se EPI (equipamentos de proteção individual), papéis hidrosensíveis, cliques, bandeirinhas para identificação das plantas onde eram colocados os papéis, GPS Garmin, modelo e-Trex Legend, Palm Compaq, modelo iPAQ H3850, softwares Field Rover II[®], SSToolbox[®] e IDRISI for Windows[®] para avaliar a percentagem de cobertura das gotas.

O pulverizador foi regulado para aplicar um volume de calda de 150 L.ha⁻¹ a uma pressão de trabalho de 449 kPa, com o conjunto mecanizado trabalhando em velocidade média de 8 km.h⁻¹. O espaçamento entre bicos utilizado foi de 0,50m e a altura da barra de pulverização foi de 0,50m em relação ao alvo (2^a folha – bandeira). Os produtos químicos (Opera e Match) foram aplicados nas dosagens de 0,45 L.ha⁻¹ e 0,05 L.ha⁻¹ respectivamente.

Nesta operação foram avaliadas a densidade e percentagem de cobertura de gotas em 18 pontos georeferenciados, coletados aleatoriamente na área experimental. Nestes pontos, foram fixados papéis hidrossensíveis na 2^a folha de cada planta considerada, com o auxílio de cliques metálicos (Figura 9). Em cada ponto amostral antes da passagem do pulverizador, foram fixados 5 papéis hidrosensíveis de forma paralela a barra de pulverização, conforme esquematizado na Figura 5.



Figura 9 – Papel hidrosensível colocado na segunda folha bandeira da planta de trigo

Os papéis hidrosensíveis após a passagem do pulverizador, foram recolhidos, codificados e embalados em plástico, para evitar contaminação pela umidade do ar, e posteriormente, foram copiados no Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, com auxílio de scanner com resolução de 600dpi e analisados pelo software IDRISI for Windows[®]. Para a análise de densidade de gotas, utilizou-se uma lupa para contagem manual de gotas em uma área de 1cm².

3.3.6 Colheita do trigo

Para avaliação da qualidade desta operação, foram utilizados: uma bandeja de plástico (0,50m X 0,50m); corda de 7,5m com marcas a cada 0,50m; sacos plásticos; balança de precisão Gehaka, modelo BG 4000, com capacidade máxima de carga de 4,04kg e capacidade de leitura de 1.10⁻⁵kg.

Não foi necessário a estratificação devido as condições topográficas, sendo os 26 pontos coletados no plano.

A colhedora utilizada operou com uma velocidade média de 7,0 km.h⁻¹, aceitando-se uma perda de no máximo 60 kg.ha⁻¹. Foram utilizados dois métodos de amostragem com o intuito de quantificar as perdas em pós-colheita para este indicador. No primeiro método, antes da passagem da colhedora, colocava-se a bandeja no chão, posicionada de maneira a situar-se no meio da

plataforma de corte quando da passagem da máquina. Após a passagem, os grãos perdidos eram separados da palha e acondicionados em sacos plásticos codificados para posterior pesagem. Utilizando-se este método, foram coletadas as amostras de 1 a 12. Já no segundo método, para a coleta das amostras 13 a 26, quando da passagem da máquina, a bandeja era lançada sob o bocal de saída da palha oriunda do sistema de limpeza da colhedora. Também neste método, os grãos coletados na bandeja eram separados da palha e acondicionados em embalagens plásticas codificadas para posteriormente serem pesados em laboratório.

Os valores referentes à massa de grãos em $0,25\text{m}^2$ eram utilizados para o cálculo das perdas reais em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, empregando-se, para isso, a equação 3.

$$PR = \left(\frac{PI \times 10000}{0,25} \right) \quad (3)$$

Onde:

PR = peso real (kg) perdido por hectare;

PI = peso inicial da massa de grãos (kg) perdido em $0,25\text{m}^2$.

Não foi necessário descontar a umidade das perdas, pois as mesmas encontravam-se na umidade desejada.

O método adotado para a avaliação da distribuição da palha do trigo foi uma adaptação do método de Laflen (1981), utilizando uma corda, cujo comprimento era igual à largura da plataforma da colhedora, e no qual eram distribuídos eqüitativamente 15 “nós”. Após a passagem da máquina estendia-se a corda transversalmente ao deslocamento, e cada “nó” era considerado um ponto amostral. Para esta avaliação, foram atribuídas notas: 0 (nenhuma palha), 1 (pouca palha), 2 (razoável) e 3 (muita palha). Desta forma, cada ponto amostral era avaliado considerando-se a existência de palha naquele local, sendo que esta avaliação iniciava-se da esquerda para a direita, visualizando-se a máquina por trás.

3.3.7 Análises estatísticas

As análises dos dados obtidos neste trabalho foram realizadas através da utilização das técnicas do controle estatístico de processos (CEP) para a avaliação da qualidade das operações mecanizadas da cultura do trigo e para a geração dos mapas utilizou-se do SIG como ferramenta básica.

Também utilizou-se de técnicas de estatística descritiva, com o intuito de aprofundar a análise dos dados considerados.

O método de interpolação utilizado na geração dos mapas neste estudo foi o do inverso da distância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, estão apresentados os resultados obtidos na análise dos indicadores considerados no estudo. Para tanto, foram analisados os resultados descritivos, histogramas, distribuição percentual, cartas de controle e mapas.

4.1 Colheita da cultura antecedente (milho)

A Tabela 5 mostra os resultados referentes à análise estatística de variabilidade de perdas, impurezas e quirela, com base em parâmetros descritivos da operação com a colhedora John Deere 1185.

Tabela 5. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação da colheita da cultura antecedente

DESCRIÇÃO	INDICADORES		
	Perdas (kg.ha ⁻¹)	Impurezas (%)	Quirela (%)
Média	44,37	0,58	1,50
Mediana	40,34	0,45	1,60
Moda	31,38	0,40	1,60
Desvio padrão	24,21	0,27	0,51
CV %	54,57	47,26	33,87
Curtose	4,29	-0,18	0,36
Assimetria	1,65	0,91	0,64
Amplitude	130	1,00	2,00
Mínimo	8,97	0,20	0,80
Máximo	138,97	1,20	2,80

Com relação às perdas, a análise dos dados mostra que a operação foi irregular. As diferenças entre os valores de média, mediana e moda demonstraram a existência de tendência dos dados estarem abaixo da média e que existiram variações significativas entre os resultados obtidos, o que pode ser comprovado pelos altos valores do desvio padrão e do coeficiente de variação. O coeficiente de curtose positivo indica que há uma alta concentração dos valores em torno da média e o coeficiente de assimetria sendo levemente positivo mostra que existiu uma pequena tendência de aumento das perdas. Os dados relacionados com a amplitude permitem observar que a mesma está muito próxima do valor máximo, demonstrando uma grande diferença entre os valores extremos. Na prática, isso significa que em alguns momentos as perdas foram praticamente nulas, enquanto que em outros, os valores encontrados foram extremamente elevados, ou seja, a desuniformidade da lavoura provocou um descontrole operacional de regulagem. Uma das explicações possíveis para essa situação pode ter sido a ocorrência de chuvas que provocaram, em algumas áreas do talhão, fortes condições de acamamento de plantas, prejudicando a qualidade da colhedora com relação as perdas.

Para o indicador impurezas, a máquina mostrou-se irregular, como é possível constatar através do coeficiente de variação de 47,26%, indicando anormalidade na distribuição dos resultados durante o processo de colheita. Este fato pode ser comprovado pelo diferentes valores para as medidas de tendência central (média, mediana e moda). O coeficiente de curtose sendo levemente negativo indica que não houve tendência dos dados estarem em torno da média, e o coeficiente de assimetria positivo indica uma tendência de aumento das impurezas. Os valores extremos refletem a desuniformidade do desempenho da máquina, que pode ser explicada pela alteração na regulagem, pelo operador, das peneiras da máquina, visto que o mesmo, no período da manhã trabalhava com uma regulagem e no período da tarde outra, com o intuito de adaptar a máquinas às condições de umidade e temperatura no decorrer do dia.

Com relação ao indicador quirela, os valores da média, mediana e moda indicam que existe uma tendência dos dados estarem acima da média, e que existem variações significativas nos dados obtidos, fato esse comprovado pelo elevado desvio padrão e coeficiente de variação. O coeficiente de curtose positivo indica uma tendência de concentração dos valores em torno da média, e o coeficiente de assimetria positivo, demonstra uma tendência de aumento da porcentagem de quirela. Os valores extremos apresentam diferenças relativamente grandes, devidas, provavelmente, à desuniformidade da lavoura.

A Figura 10 apresenta a distribuição de freqüência dos dados de perdas, mostrando uma assimetria positiva e grande dispersão dos dados. Das 75 amostras, 17 estavam acima do limite de $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ especificado pela propriedade. Constata-se também que as observações não possuem distribuição normal, devido ao alongamento da curva à direita do gráfico.

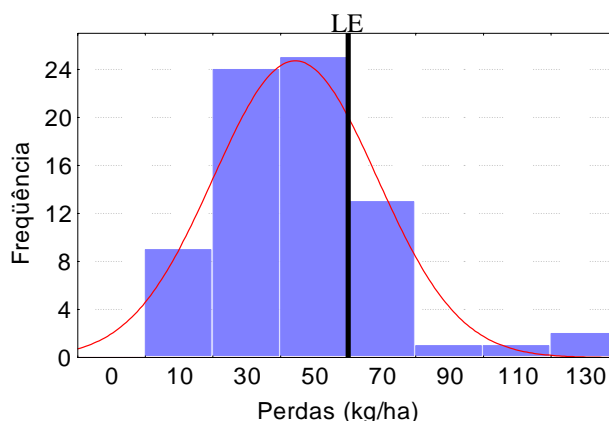


Figura 10 - Histograma de distribuição e a curva normal de perdas na colheita do milho

Na Figura 11 é possível observar a distribuição percentual das perdas da colhedora ocorridas no talhão avaliado.

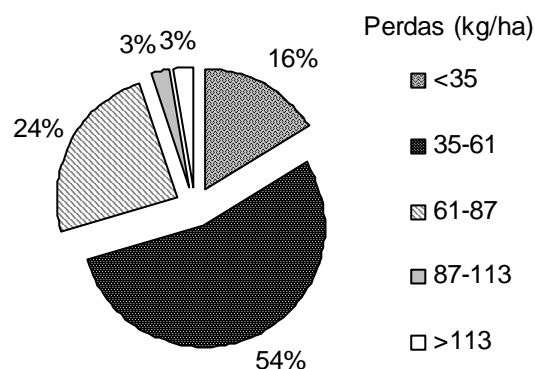


Figura 11 - Distribuição percentual das perdas

Como é possível observar na Figura 11, existiu um percentual (6%) de perdas acima de 87 kg.ha⁻¹, valor esse muito superior ao adotado pela propriedade (60kg.ha⁻¹).

Na Tabela 6 pode-se observar a estratificação das perdas da colhedora, de acordo com as condições de relevo em cada ponto amostral. O valor máximo de perdas encontrado ocorreu quando a máquina operou em aclive (138,97kg.ha⁻¹). Não houve diferença significativa entre as médias quando se utilizou o Teste F ANOVA, a 5% de probabilidade, apesar da observação de discrepâncias acentuadas entre os valores máximos e mínimos na descida, na subida e no plano.

Tabela 6. Estratificação das perdas da colhedora

Perdas (kg.ha ⁻¹)	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Média	47,22 ^a	43,33 ^a	48,11 ^a	41,58 ^a
Mínimo	8,97	13,45	26,90	13,45
Máximo	103,10	138,97	71,72	134,48

^{a,b} Médias seguidas de letras iguais não apresentam diferenças significativas.

É possível observar na Figura 12, que apesar da operação não estar sobre controle estatístico por apresentar 2 valores fora do LSC, ela apresentou tendência a ter a maioria dos seus valores abaixo do LSE. Observa-se que causas especiais no momento 1 (amostra 16) e no momento 2 (amostra 45) podem ter ocasionado a elevação das perdas. Dentre as possíveis causas especiais que podem interferir, cita-se a umidade do milho, uma vez que essa amostra 16 foi coletada às 9:41h da manhã e a amostra 45 foi coletada às 10:22h da manhã, onde esta foi a primeira amostra coletada do dia. A influência do relevo poderia explicar somente a variação na amostra 16, já que nesta situação a máquina operava em acrive.

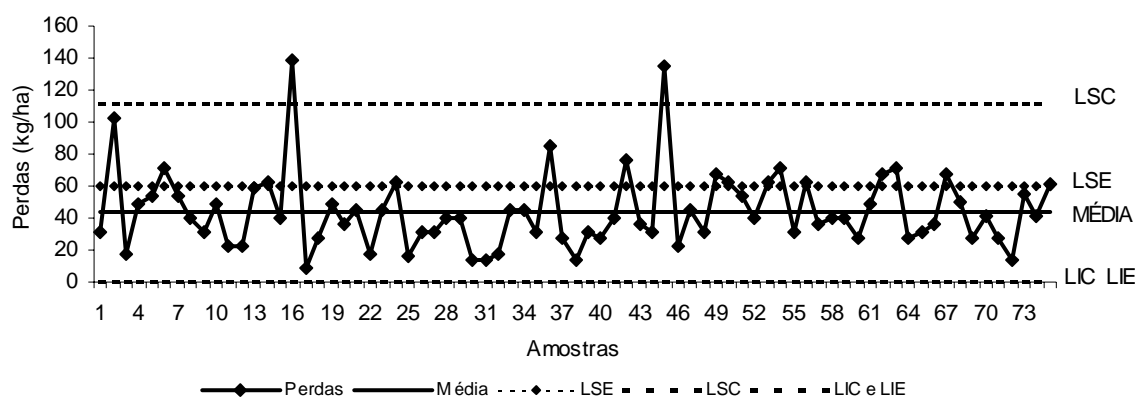


Figura 12 - Carta de controle média para o indicador perdas na colheita do milho

Na Figura 13 apresenta-se o gráfico da amplitude do indicador perdas na colheita. Observa-se a existência de três momentos em que a máquina apresentou amplitude de perdas fora do LSC. O primeiro momento (amostra 3) apresentou amplitude de perdas de 85,17 kg.ha⁻¹, o segundo momento (amostras 16 e 17) com 98,62 e 130,00 kg.ha⁻¹, e o terceiro momento (amostras 46 e 47) com 103,10 e 112,07 kg.ha⁻¹. No entanto, o primeiro momento apresentou valor bem próximo do LSC (81,96 kg.ha⁻¹) o que justificaria o não aparecimento desta amostra no LSC da carta de controle da média.

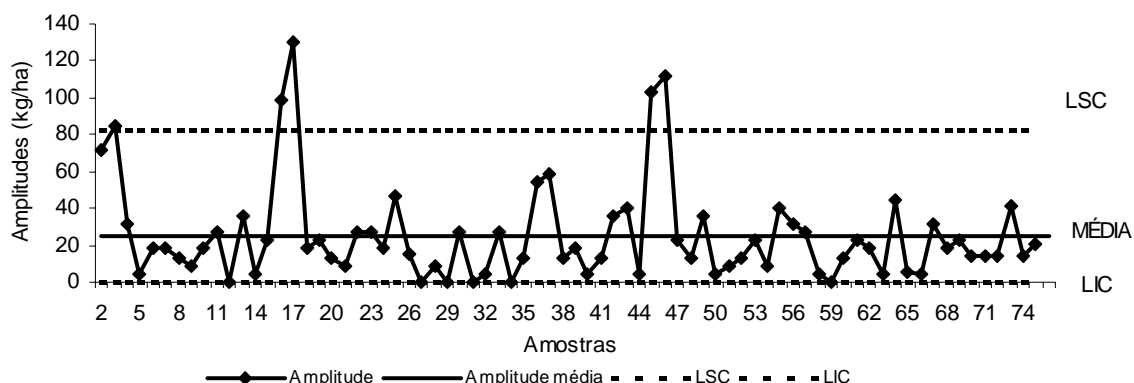


Figura 13 – Carta de controle das amplitudes das perdas da colheita do milho

Na Figura 14 apresenta-se o mapa gerado através da interpolação dos dados de perdas da colhedora. Pela interpretação do mapa, pode-se observar que existiram 4 áreas que apresentaram perdas consideradas altas, enquanto que no restante do talhão essas perdas não alcançaram níveis significativos. No lado esquerdo do talhão houve grande concentração de perdas consideradas de média a muito alta. Já do lado direito, ocorreram alguns pontos com perdas consideradas altas, mas a maior parte da área apresentou perdas consideradas baixas.

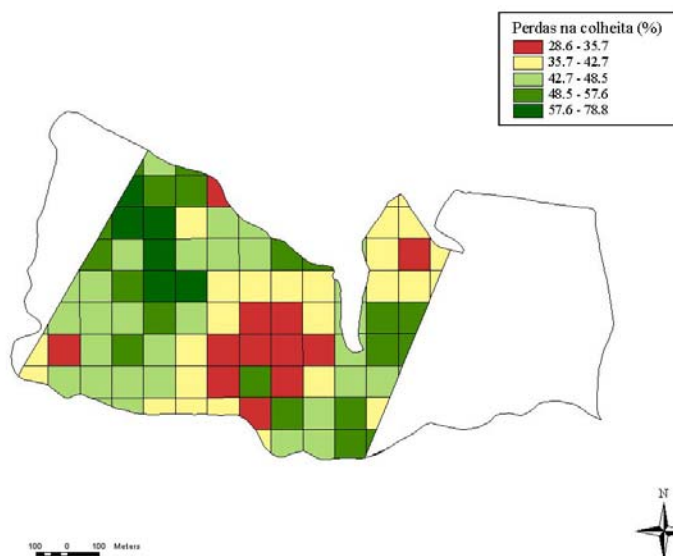


Figura 14 - Mapa da distribuição espacial de perdas na colheita do milho

Na Figura 15 estão apresentados os dados encontrados em bibliografia sobre percentual de perdas, com o intuito de traçar um comparativo entre esses valores e as perdas observadas neste estudo.

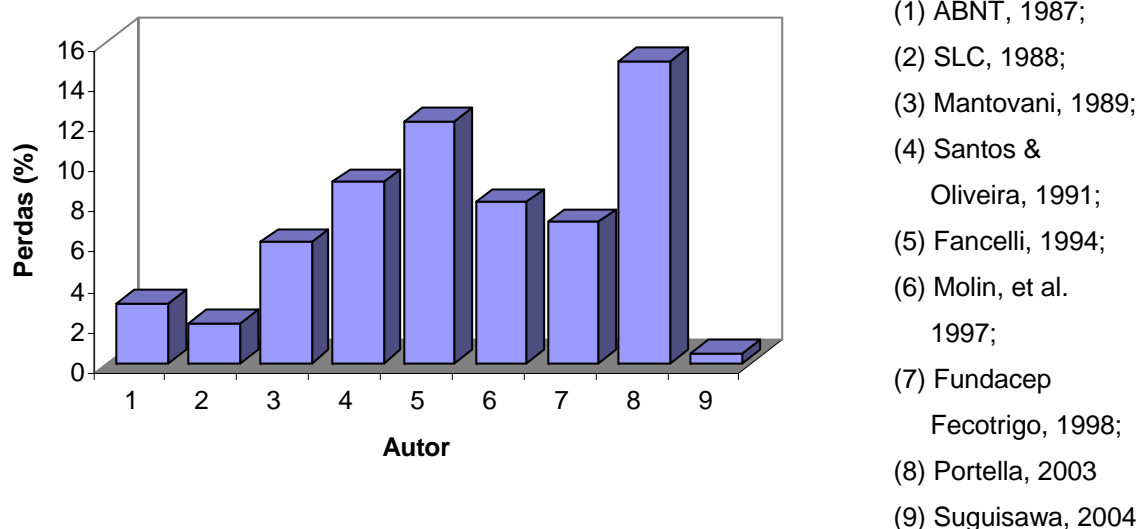


Figura 15. Comparativo entre percentuais de perdas encontrados para cultura do milho

Comparando-se os dados encontrados em bibliografia, é possível perceber que existe grande variação nos valores encontrados por cada autor. O índice de perdas encontrado neste trabalho foi bastante inferior ao encontrado, demonstrando que, apesar da operação de colheita do milho ser irregular, o nível de perdas pode ser considerado baixo para a produtividade obtida no talhão, que foi de $8583\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Figura 16, está apresentada a curva de distribuição da palha pelo mecanismo de distribuição da colhedora. Como é possível observar, a regulagem das aletas deste mecanismo provocou uma falha na distribuição da palha na região central, compreendida entre os pontos 8 e 12, onde a percentagem de palha sobre o solo ficou abaixo de 50%. A distribuição nas extremidades foi irregular, provocada pela coleta de pontos em áreas inclinadas

para a esquerda da máquina. Assim, houve maior concentração de palha nos pontos 1 a 8, e 14 a 19, alcançando cerca de 80% de cobertura do solo. Esta distribuição desuniforme da palha acarreta problemas principalmente para a regulação da semeadora.

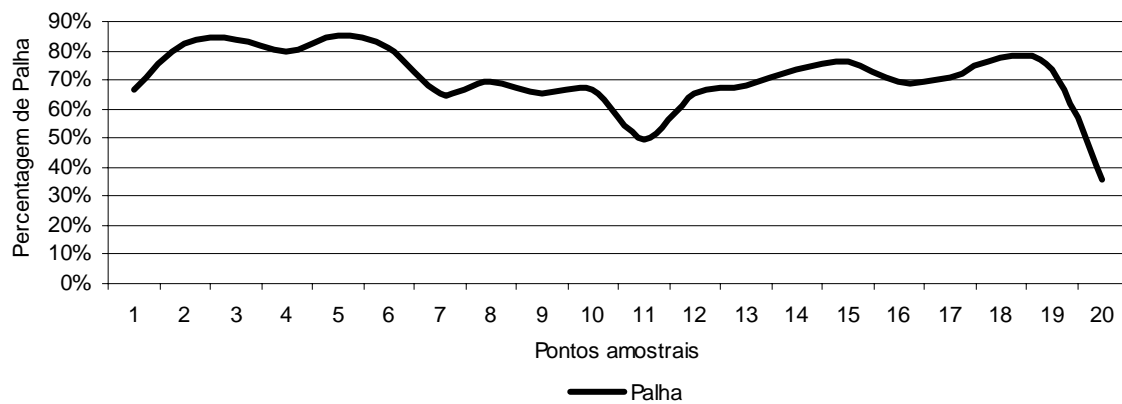


Figura 16 – Gráfico de distribuição da palha proveniente da colheita do milho

4.2 Pulverização I (pré-semeadura)

A Tabela 7 mostra os resultados referentes à análise estatística de variabilidade da percentagem de cobertura de gotas e densidade de gotas com base em parâmetros descritivos da operação de pulverização pré-semeadura.

Tabela 7. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de pulverização pré-semeadura do trigo

DESCRIÇÃO	INDICADORES	
	Cobertura de gotas (%)	Densidade (gotas. cm ⁻²)
Média	34,45	162,31
Mediana	32,31	141,00
Moda	32,00	141,00
Desvio padrão	13,59	66,04
CV %	39,44	40,69
Curtose	1,76	2,78
Assimetria	1,14	1,45
Amplitude	67,85	381,00
Mínimo	9,65	28,00
Máximo	77,50	409,00

Para o indicador percentagem de cobertura de gotas, a análise demonstrou uma aplicação relativamente irregular, apesar do coeficiente de curtose ser positivo, e a média e a mediana estarem próximas, indicando uma tendência dos dados estarem em torno da média. O coeficiente de assimetria positivo indica uma leve tendência da percentagem de cobertura aumentar em alguns pontos da área. O alto valor do coeficiente de variação (39,44%), pode ser explicado pela amplitude, que apresentou um valor próximo do máximo, significando uma grande diferença entre os extremos, que equivale a dizer que em alguns pontos a cobertura do alvo foi bastante acentuada, enquanto que em outros, poucas gotas atingiram o alvo.

Com relação à densidade de gotas, a análise indicou uma deposição relativamente irregular, pois as diferenças entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda) demonstraram uma tendência da maioria dos dados estarem abaixo da média, e que existiram diferenças significativas entre os resultados obtidos, o que pode ser comprovado pelo alto valor do desvio padrão e do coeficiente de variação. O coeficiente de curtose positivo indica uma tendência dos dados, de uma forma geral, estarem em torno da média e o coeficiente de assimetria indica uma tendência da densidade de gotas aumentar. Ocorreu uma alta variabilidade para este indicador, fato este confirmado pela amplitude, que apresentou um valor próximo ao valor máximo, ou seja, a área apresentou pontos em que o alvo foi atingido por uma baixa densidade e pontos onde o alvo com uma elevada densidade.

4.2.1 Percentagem de cobertura (papéis hidrosensíveis)

Na Figura 17 apresentam-se o histograma e a curva normal da distribuição de gotas durante a operação de pulverização pré-semeadura.

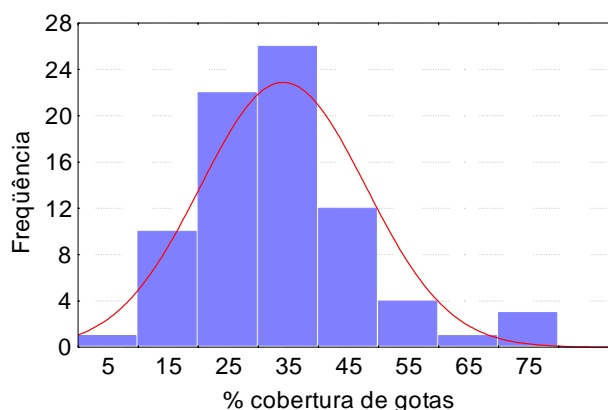


Figura 17 – Histograma de distribuição e curva normal da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I

O histograma da Figura 17 apresenta assimetria positiva e elevada dispersão dos dados, não ocorrendo tendência de normalidade. A curva à

direita é alongada, devido à ocorrência de valores extremos (3 observações) na faixa de 70 a 80% de cobertura de gotas.

Na Figura 18 apresenta-se o gráfico da distribuição da percentagem de cobertura de gotas. A operação apresentou uma elevada variação neste indicador, com a maioria dos dados se apresentando acima da média. Apesar de ter sido obtido neste estudo o valor médio de 34,45% de percentagem de cobertura de gotas, não se encontra na literatura referencial adequado para avaliação deste processo.

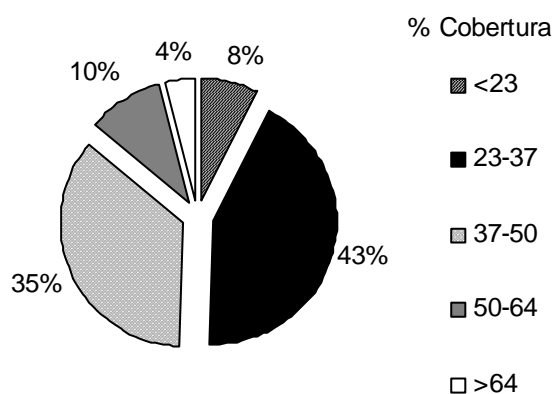


Figura 18 – Distribuição percentual da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I

Na Figura 19(A), pode-se observar que a operação apresentou uma tendência descendente. A tendência descendente da percentagem de cobertura de gotas das amostras no decorrer do dia pode ser explicada pela elevação da temperatura ambiente. O relevo ondulado pode ter influenciado as amostras 13 e 14, que atingiram valores acima do LSC (45%), sofrendo influência da altura da barra do pulverizador, o que acabou acarretando maior cobertura de gotas nas mesmas. Em relação ao gráfico de amplitude de percentagem de cobertura de gotas, observa-se na Figura 19(B) que apenas a amostra 14 se encontrou fora do LSC.

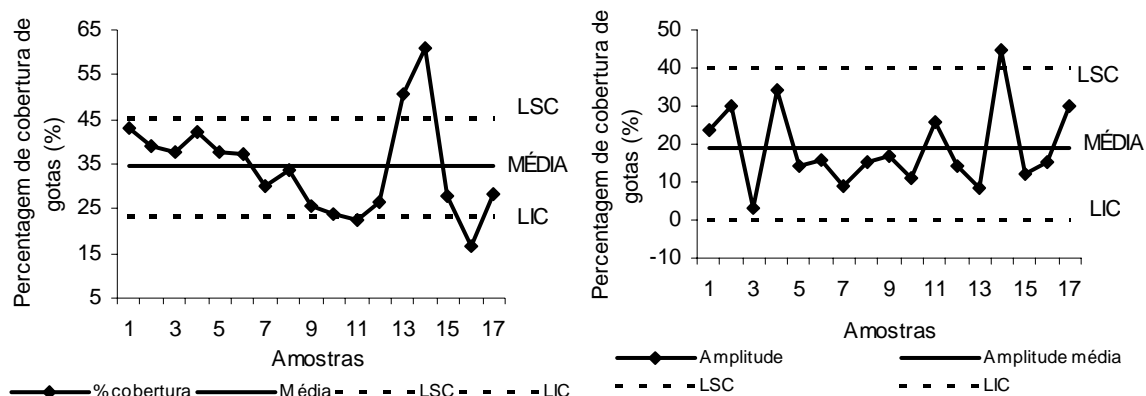


Figura 19 – (A) Carta de controle das médias de percentagem cobertura de gotas na pulverização I. (B) Carta de controle das amplitudes da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I

Observa-se na Figura 20 o mapa da percentagem de cobertura de gotas, onde houve uma maior concentração deste indicador do lado direito do mapa e uma alta concentração de valores abaixo da média do lado esquerdo. A explicação para este comportamento pode estar no aumento da temperatura ambiente no decorrer do dia, já que a operação iniciou-se da direita do mapa para a esquerda.

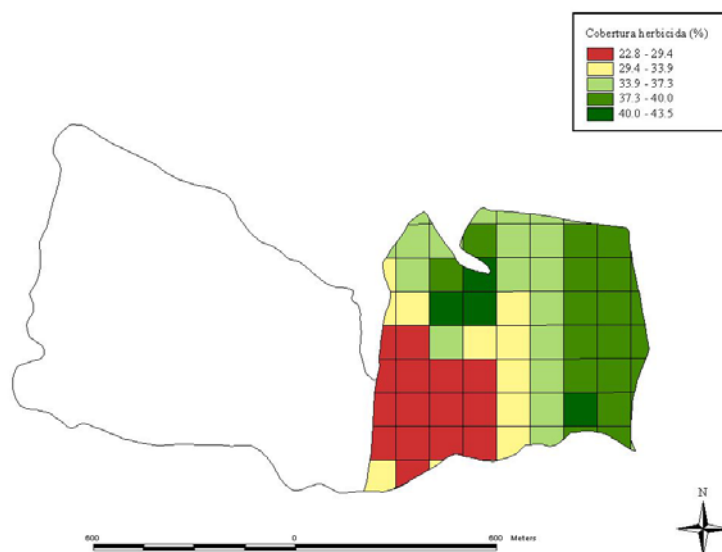


Figura 20 – Mapa de distribuição espacial da percentagem de cobertura de gotas na pulverização I

4.2.2 Densidade de gotas

Na Figura 21 verificou-se, no histograma da densidade de gotas da operação de pulverização, assimetria positiva, sem tendência à normalidade, com valores bastante variáveis, sendo que os extremos não representaram a maioria dos dados, que se concentraram na faixa de 125 gotas.cm⁻². Os valores elevados foram ocasionados pela ocorrência de grande número de gotas de tamanho bastante reduzido.

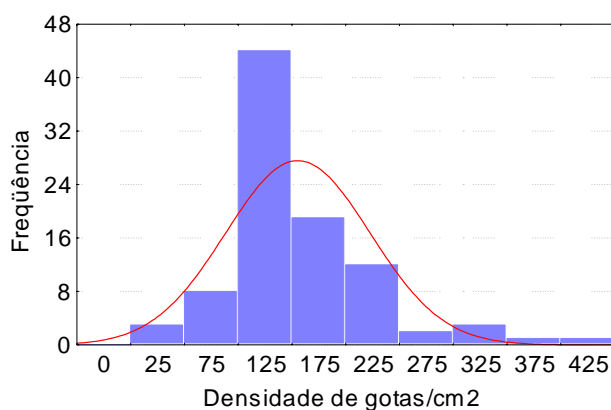


Figura 21 – Histograma de distribuição e curva normal da densidade de gotas na pulverização I

Na Figura 22, apresenta-se o gráfico da distribuição percentual da densidade de gotas na operação de pulverização I (pré-semeadura).

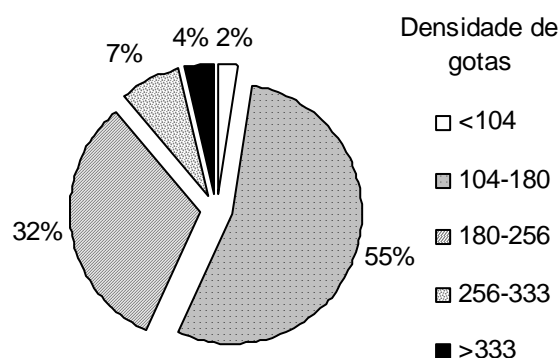


Figura 22 – Gráfico de distribuição percentual da densidade de gotas na pulverização I

Pode-se observar na Figura 22, que 55% dos dados encontram-se próximos a média, e que valores considerados extremos correspondem a apenas 6% das observações. Da mesma maneira que para distribuição percentual de gotas, não se encontra na literatura subsídios para confrontar os dados obtidos neste estudo.

Observa-se na Figura 23 um mapa gerado pela interpolação dos dados de densidade de gotas. Houve uma menor concentração de densidade de gotas do lado direito superior do mapa e uma alta concentração de valores acima da média do lado esquerdo superior. A porção inferior caracteriza-se por uma homogeneidade de amostras com valores de densidade de gotas superior a média.

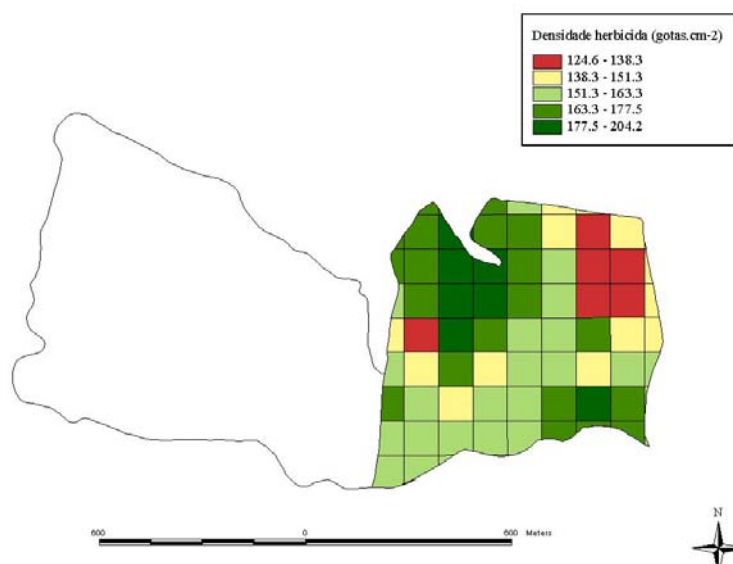


Figura 23 – Mapa da distribuição espacial da densidade de gotas na pulverização I

4.3 Semeadura

A Tabela 8 mostra os resultados referentes à análise estatística dos indicadores considerados na operação de semeadura do trigo, com base em parâmetros descritivos.

Tabela 8. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de semeadura do trigo

DESCRIÇÃO	INDICADORES					
	Prof. (cm)	Cobertura sulco nota(1-3)	Semente descoberta nota(0-1)	Semente encestada nota(0-1)	Espelh. nota(0-1)	Pl.m ⁻¹ (n ^o)
Média	2,74	2,91	0,04	0,02	0,04	32,24
Mediana	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	31,50
Moda	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	30,00
Desvio padrão	0,79	0,37	0,19	0,15	0,19	4,01
CV %	28,92	12,59	525,92	648,03	525,92	12,44
Curtose	2,85	17,64	24,88	39,90	24,88	1,61
Assimetria	-1,32	-4,17	5,13	6,40	5,13	-0,71
Amplitude	4,50	2,00	1,00	1,00	1,00	19,50
Mínimo	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	20,50
Máximo	4,50	3,00	1,00	1,00	1,00	40,00

Prof.= Profundidade, Pl.m⁻¹= Plantas por metro, Espelh.=Espelhamento.

Para o indicador profundidade das sementes existiu uma grande variabilidade, confirmada pelos valores elevados do desvio padrão e coeficiente de variação apresentados pelo conjunto de dados. O coeficiente de curtose positivo indica uma tendência dos dados concentrarem-se em torno da média, fato esse confirmado pela proximidade entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda). O coeficiente de assimetria negativo indica a tendência da curva de distribuição dos dados estar alongada para a esquerda,

ou seja, as sementes foram depositadas no solo em maiores profundidades. Com relação a amplitude, esta foi igual ao valor máximo, indicando que a semeadora em alguns pontos do talhão depositou sementes na superfície do solo, e em outros as sementes ficaram muito profundas.

Na Figura 24, apresenta-se os dados encontrados em bibliografia para o indicador profundidade de semeadura do trigo, comparando-os ao valor encontrado neste estudo.

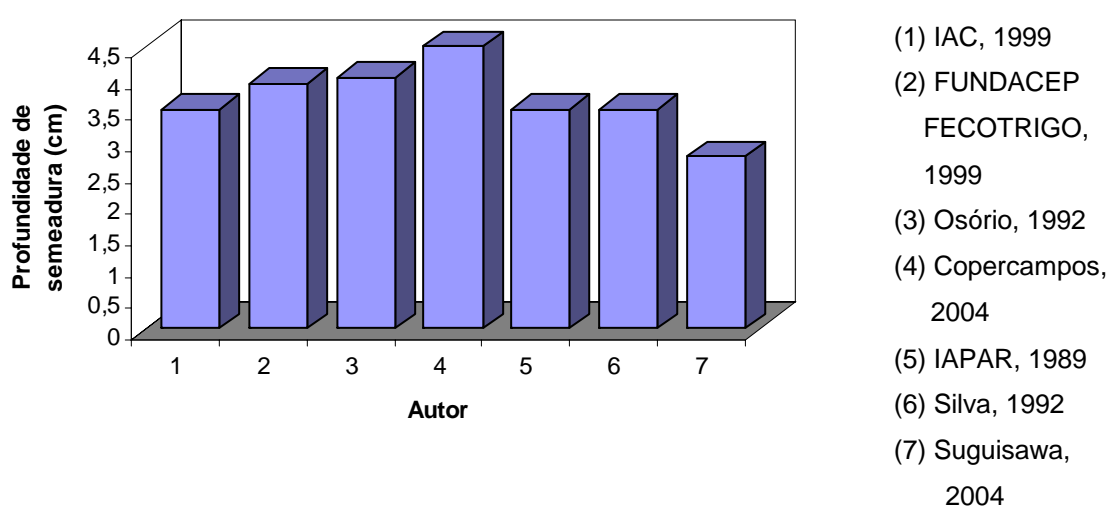


Figura 24 - Comparação entre dados obtidos na bibliografia para o indicador profundidade de semeadura do trigo

É possível observar na Figura 24 que os valores encontrados em bibliografia para a profundidade de semeadura do trigo não apresentam grandes diferenças. Pode-se notar, entretanto, uma tendência a diminuição da profundidade de semeadura nos estudos mais recentes, sendo que a média obtida neste trabalho foi a de menor valor (2,74 cm).

A análise da variabilidade da cobertura dos sulcos no talhão permitiu observar a uniformidade para este indicador, com baixo desvio padrão, gerando um coeficiente de variação de 12,59%. Esta uniformidade é confirmada pela proximidade entre os valores da média, mediana e moda. O coeficiente de curtose positivo demonstra alta concentração dos dados em torno da média. O

coeficiente de assimetria negativo indicou uma tendência dos dados se concentrarem à direita da média, demonstrando assim, uma tendência do fechamento dos sulcos ser considerado bom na maioria das observações.

Para os indicadores sementes descobertas e espelhamento da parede do sulco, a análise demonstrou regularidade para estes indicadores. A regularidade é comprovada pelos valores próximos das medidas de tendência central (média, mediana e moda). Os indicadores apresentaram uma distribuição caracterizada por uma curtose altamente positiva, tendendo os dados estarem em torno da média. Os elevados coeficientes de variação se devem ao fato da amplitude ter valor igual ao valor máximo, ou seja, tiveram pontos no talhão em que as sementes estavam descobertas e que ocorreu espelhamento da parede do sulco.

Com relação ao indicador semente encestada, a análise demonstrou uma semeadura regular, com um baixo desvio padrão e pequenas diferenças entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda). O coeficiente de curtose altamente positivo indica a tendência de concentração em torno da média, ou seja, a maioria dos dados não apresentou existência deste indicador. O alto valor do coeficiente de variação (648,03%), pode ser explicado pela amplitude que apresentou valor igual ao do máximo, o que equivale a dizer que em alguns pontos ocorreu o encestamento das sementes, enquanto que na maioria não.

A análise demonstrou uniformidade o indicador plantas por metro. As pequenas diferenças entre os valores da média, mediana e moda, indicam uma tendência dos dados estarem abaixo da média, não existindo variações significativas entre os resultados (baixo desvio padrão e coeficiente de variação). Os coeficientes de curtose e assimetria são relativamente baixos, o que permite dizer que a variabilidade para este indicador tendeu a normalidade. A amplitude apresentou uma diferença razoável entre os valores extremos, que pode ser explicada principalmente pelos torrões e fungos que impediram a desenvolvimento da planta.

4.3.1 Profundidade de semente

Na Figura 25 apresenta-se o histograma da profundidade das sementes de trigo. O qual apresenta uma forma assimétrica, demonstrando grande dispersão, apesar da maioria dos dados se encontrar ao redor da média (3cm). Essa dispersão gera como conseqüência uma irregularidade na data de emergência, deixando o stand desuniforme e pode ocasionar perdas em produtividade, devido às diferenças no consumo de energia que as plântulas terão para conseguir a emergência, bem como às diferentes quantidades de água disponíveis no perfil do sulco da semeadora. Além disso, a desuniformidade ocasiona maior dificuldade no controle de doenças, uma vez que plantas em diferentes estádios possuem diferentes suscetibilidades às doenças. A distribuição dos dados não apresentou tendência de normalidade. Também é possível observar que 16 amostras estão abaixo do LIE e que 19 estão acima do LSE.

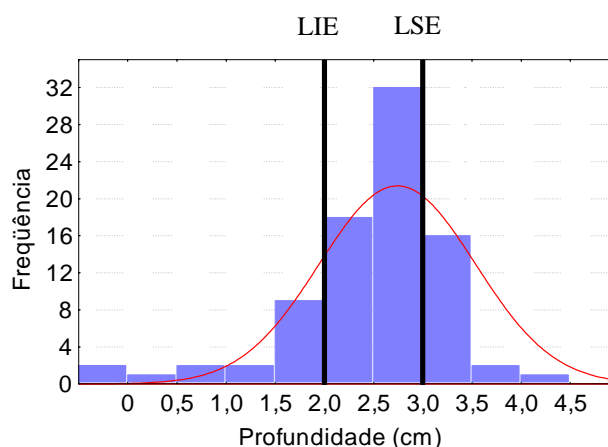


Figura 25 – Histograma de distribuição e curva normal da profundidade de semente

Na Figura 26 apresenta-se o gráfico da distribuição percentual da profundidade das sementes na operação de semeadura.

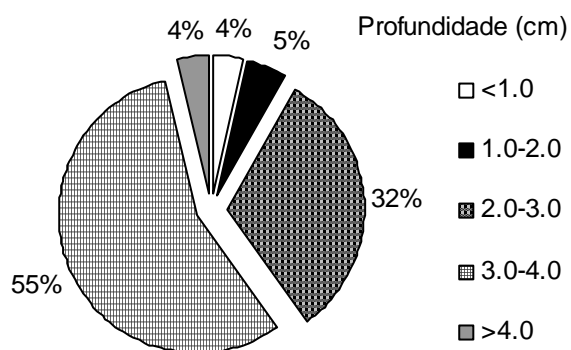


Figura 26 – Gráfico de distribuição percentual da profundidade das sementes

Como é possível observar, apenas 32% dos dados ficaram dentro do limite de especificação. Um fato que se deve levar em consideração é a percentagem de sementes com profundidade menor do que 1 cm (4%) e sementes com profundidade acima de 4 cm (4%), significando que praticamente 8% das sementes depositadas no talhão foram perdidas na operação de semeadura.

Na Tabela 9 observa-se a estratificação da profundidade das sementes de acordo com as condições de relevo em cada ponto amostral. Neste estudo, o valor máximo de profundidade encontrado ocorreu quando a máquina estava operando paralelamente a inclinação do terreno, não existindo, entretanto, diferença significativa entre as médias.

Tabela 9. Estratificação da profundidade das sementes

Profundidade (cm)	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Média	2,8 ^a	2,7 ^a	3,0 ^a	2,6 ^a
Mínimo	1,0	0,5	1,5	0,0
Máximo	4,0	4,0	4,5	3,5

^{a,b} Médias seguidas de letras iguais não apresentam diferenças significativas.

Na Figura 27 estão apresentadas as cartas de controle para média e amplitudes para a profundidade de semeadura.

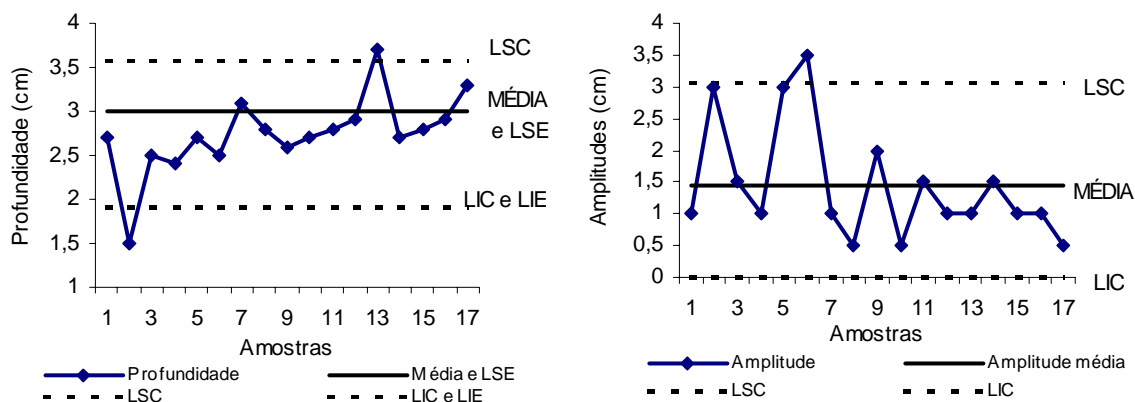


Figura 27 – (A) Carta de controle das médias da profundidade de sementes. (B) Carta de controle das amplitudes da profundidade de sementes

Observa-se que houve uma tendência ascendente na carta de controle da média da profundidade de semeadura e que apenas um ponto (amostra 13) ultrapassou o LSC demonstrando que a operação estava fora de controle. A heterogeneidade do solo e o relevo podem ter influenciado o alto valor encontrado da profundidade da semente na amostra 13. O desempenho insatisfatório das semeadoras quanto a profundidade de trabalho pode ser ocasionado pelas diferenças na textura dos solos: em solos com camadas duras, existe uma tendência dos discos se erguerem, enquanto que em solos arenosos, ocorre o desmorroneamento prematuro das laterais do sulco.

No gráfico de controle de amplitude para o indicador profundidade de semente, observa-se três pontos acima do limite superior de controle. Outro fator que pode ter ocasionado essa grande variação é a amostragem aleatória das linhas de semeadura, onde eram avaliadas por vez apenas 5 das 27 linhas da semeadora.

Na Figura 28 observa-se o mapa gerado pela interpolação dos dados de profundidade de semeadura. Houve uma maior concentração de amostras com menor profundidade de semeadura do lado direito superior enquanto que uma

alta concentração de amostras com profundidade de semeadura próxima a média em todo o mapa. Vários fatores podem ter contribuído para esta variabilidade tais como: início do processo de semeadura da direita para a esquerda, textura e heterogeneidade do solo, além da amostragem aleatória.

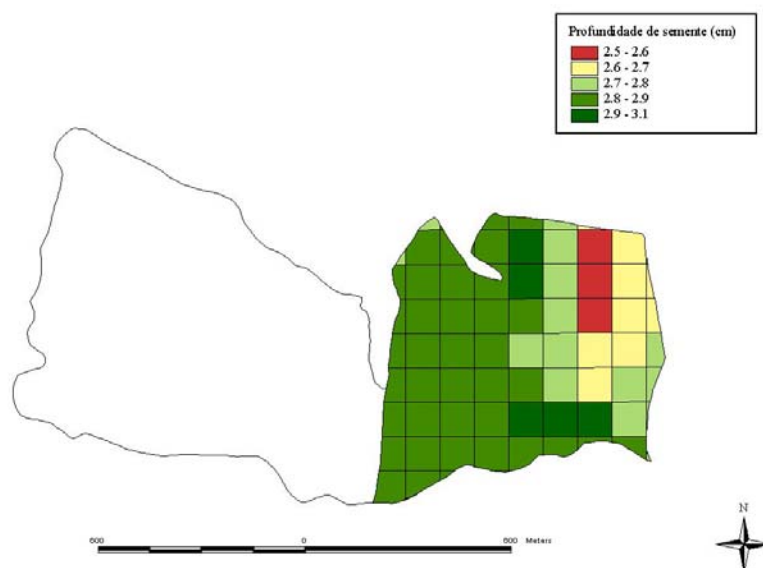


Figura 28 – Mapa de distribuição espacial da profundidade de sementes

4.3.2 Fechamento do sulco

Na Tabela 10 pode-se observar a estratificação do fechamento dos sulcos de semeadura, de acordo com as condições de relevo em cada ponto amostral. A nota mínima obtida ocorreu quando a semeadora operava no plano. Em termos de valores médios, a semeadora apresentou melhor desempenho em pontos onde ela operou paralelamente a inclinação do terreno.

Tabela 10. Estratificação do fechamento do sulco

Fechamento do sulco (nota)	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Média	2,95	2,80	3,00	2,89
Mínimo	2,00	2,00	3,00	1,00
Máximo	3,00	3,00	3,00	3,00

Na Figura 29(A) observa-se que na carta de controle da média do indicador, fechamento do sulco, o processo não encontrava-se sobre controle, já que dois pontos ultrapassaram o LIC. No entanto, o processo se encontrou estável se não considerados estes dois momentos. Apesar do pior valor de fechamento de sulco ter sido observado no relevo plano, este não explica esta variação nestas amostras, já que o valor da amostra 10 foi obtido em aclave. Novamente a heterogeneidade do solo pode ter influenciado este resultado. Em relação a carta de controle da amplitude, quatro pontos foram superiores ao LSC .

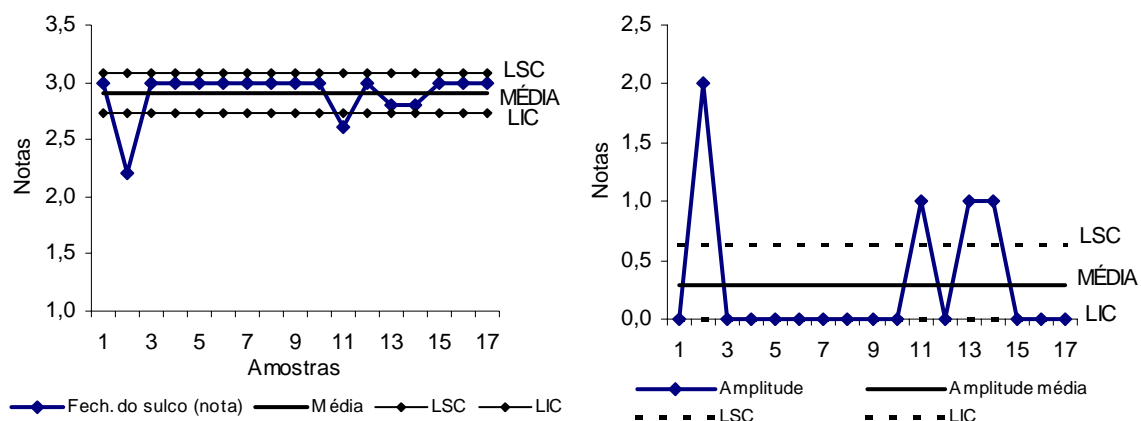


Figura 29 – (A) Carta de controle das médias por atributos do fechamento dos sulcos. (B) Carta de controle das amplitudes do fechamento dos sulcos

No gráfico de distribuição de freqüência (Figura 30) é possível observar que apenas 2 pontos amostrais apresentaram fechamento do sulco com nota considerada insatisfatória (1) enquanto que a grande maioria dos dados (92,94%) obteve a nota máxima (3).

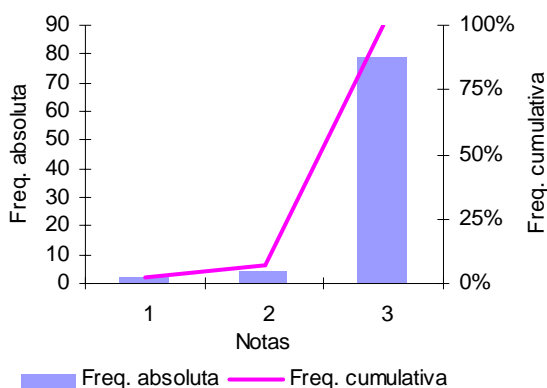


Figura 30 – Histograma de distribuição do fechamento dos sulcos

4.3.3 Sementes descobertas

Na Tabela 11 encontram-se os dados referentes ao indicador sementes descobertas. Pode-se observar que as sementes descobertas foram encontradas em áreas onde a semeadora operou em aclive (subida) ou em áreas planas do talhão.

Tabela 11. Estratificação das sementes descobertas

Semente descoberta	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Frequência (%)	0,00	7,00	0,00	6,00

Na Figura 31(A) observa-se que na carta de controle da percentagem de sementes descobertas o processo não encontrava-se sobre controle, já que dois pontos ultrapassaram o LSC. Isto é explicado pelo fato dessas amostras serem provenientes de relevo plano que, juntamente com o aclive, apresentaram a maior concentração de sementes descobertas do talhão.

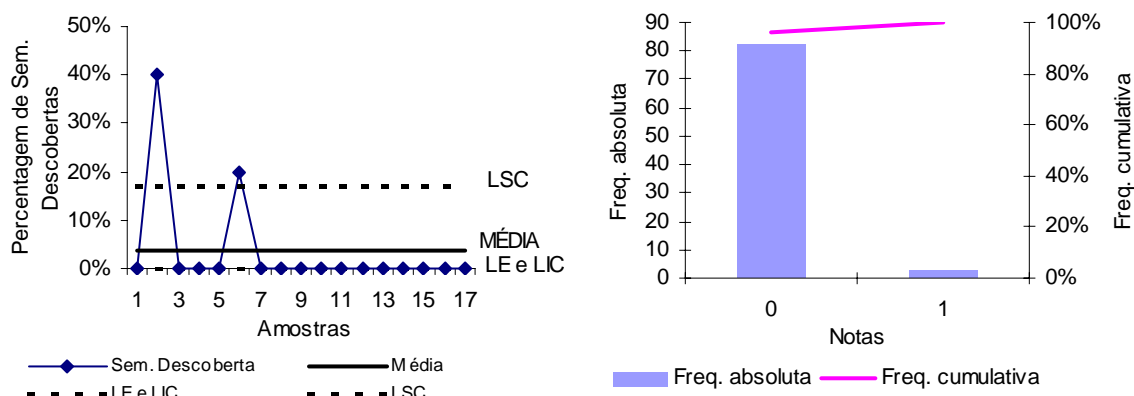


Figura 31 – (A) Carta de controle por atributo da porcentagem de sementes descobertas. (B) Histograma de distribuição das sementes descobertas

No histograma apresentado na Figura 31(B), pode-se constatar que das 85 observações realizadas no talhão experimental, apenas em 3 linhas foram encontradas sementes descobertas, representando 3,53% dos pontos amostrados. Isto significa que de todas as sementes utilizadas no talhão, a perda encontrada para esse indicador representa 3,53%.

4.3.4 Sementes encestadas

Na Tabela 12 estão apresentados os dados referentes à sementes encestadas, podendo-se observar que a ocorrência dessas sementes só foi constatada em áreas onde a semeadora operou no plano.

Tabela 12. Estratificação das sementes encestadas

Semente encestada	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Freqüência (%)	0,00	0,00	0,00	6,00

Na Figura 32(A) observa-se que na carta de controle da porcentagem de sementes encestadas o processo não se encontrava sobre controle, já que um

dos pontos ultrapassou o LSC. A percentagem de sementes encestadas é determinada pelas diferentes quantidades de palha encontrada sobre o solo.

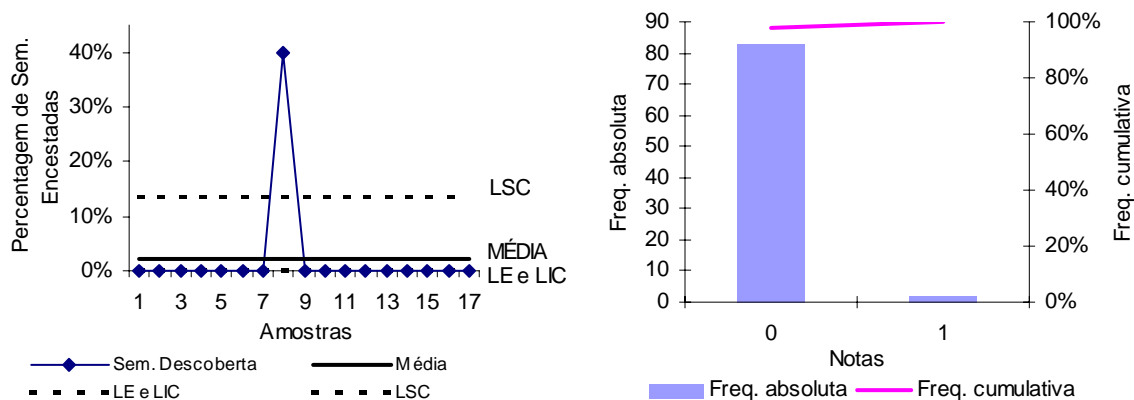


Figura 32 – (A) Carta de controle por atributo da percentagem de sementes encestadas. (B) Histograma de distribuição das sementes encestadas

Na Figura 32(B) o histograma possibilita observar que em apenas duas observações foram encontradas sementes encestadas, o que corresponde a dizer que 2,35% das sementes encontraram-se nesta condição, ocasionando perdas tanto na germinação como na produção do talhão.

4.3.5 Espelhamento da parede do sulco

Na Tabela 13 apresentam-se os dados referentes ao espelhamento dos sulcos. É possível observar que este indicador foi encontrado em áreas onde a semeadora operou com inclinação lateral e também em áreas planas.

Tabela 13. Estratificação do espelhamento das paredes dos sulcos

Espelhamento	Posição			
	Descida	Subida	Inclinado	Plano
Freqüência (%)	0,00	0,00	13,00	3,00

Na Figura 33(A) está apresentada a carta de controle da percentagem de espelhamento da parede do sulco de semeadura. Observa-se que o processo não está sobre controle, já que dois pontos ultrapassaram o LSC. Conforme discutido na Tabela 11, ambas as amostras foram provenientes de relevo plano e inclinado respectivamente. O espelhamento da parede do sulco de semeadura geralmente ocorre em pontos em que a umidade do solo é elevada.

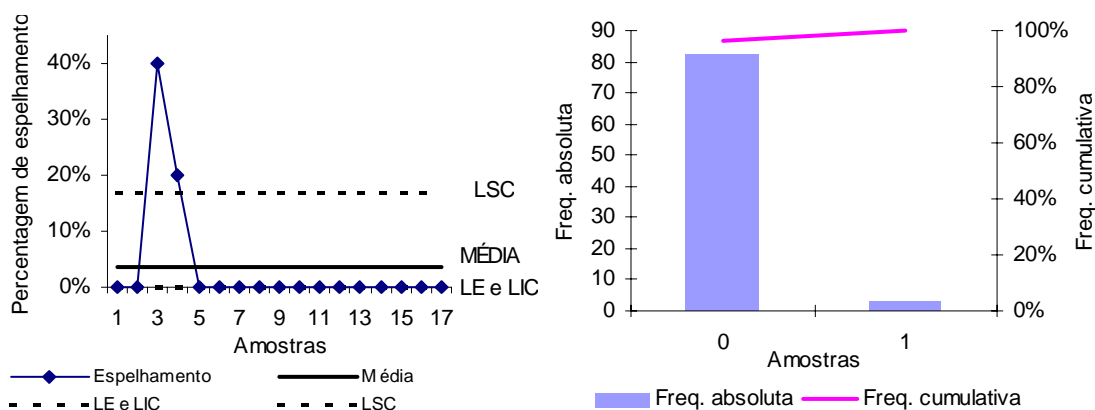


Figura 33 – (A) Carta de controle por atributo da percentagem de espelhamento da parede dos sulcos. (B) Histograma de distribuição do espelhamento da parede dos sulcos

Na Figura 33(B) o histograma mostra a ocorrência de 3 pontos com espelhamento de sulcos, o que representa dizer que 3,53% dos pontos observados apresentaram esta característica. A importância do espelhamento dos sulcos deve-se por prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo a absorção de nutrientes e conseqüentemente, diminuindo a produção.

4.3.6 Plantas por metro

Na Figura 34, pode-se observar o histograma de distribuição das plantas por metro no talhão experimental.

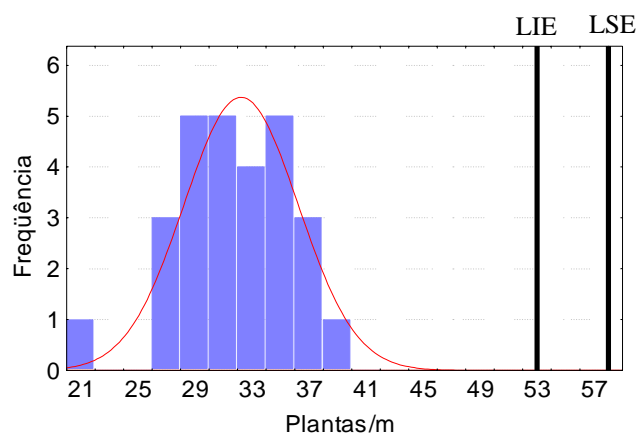


Figura 34 - Histograma de distribuição e curva normal de plantas por metro

Este histograma apresenta assimetria negativa, com tendência dos dados concentrarem-se à esquerda da média ($32,24 \text{ Pl.m}^{-1}$). Existiu uma elevada variabilidade com áreas de 20,50 até 40,00 plantas por metro linear no talhão. Não houve tendência de distribuição normal dos dados. Nenhuma observação encontrou-se dentro dos limites de especificação, ou seja, o número de plantas que emergiram foi menor do que o desejado ($53,00$ a $58,00 \text{ Pl.m}^{-1}$).

Na Figura 35 apresenta-se o gráfico de distribuição percentual do indicador número de plantas por metro.

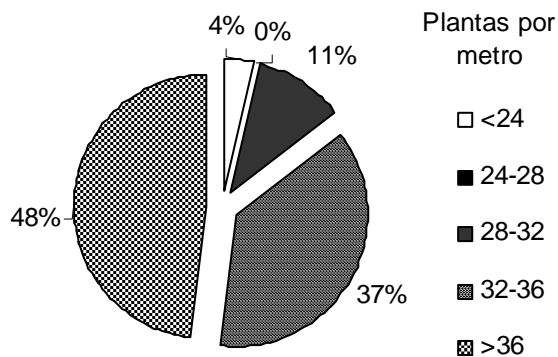


Figura 35 – Gráfico de distribuição percentual de plantas por metro

Pode-se observar que em 4% dos pontos amostrais ocorreram menos de 24 plantas por metro linear. Na maioria das observações (48%), ocorreram mais de 36 plantas por metro. Entretanto, nenhuma das observações atingiu o limite inferior de especificação de 53 plantas por metro linear. No entanto, é importante ressaltar que na cultura do trigo, menores densidades proporcionam maior desenvolvimento individual da planta, aumentando a emissão de perfilhos, tornando-os produtivos (Heckler & Silva, 1980, citados por Ferreira, 1999). Na Figura 36 encontram-se as principais causas das falhas na emergência das plântulas de trigo.

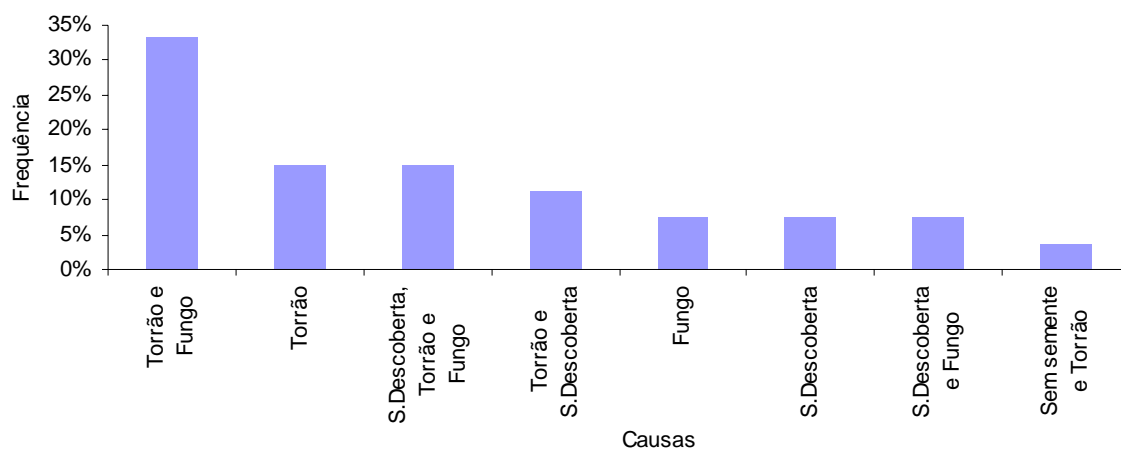


Figura 36 – Gráfico das principais causas de falhas de emergência

É possível observar que a principal causa das falhas de emergência neste estudo foram os torrões e fungos (com mais de 30% das ocorrências), seguido de torrões (15%) e sementes descobertas, torrões e fungos (15%). Cabe ressaltar que em todas as linhas avaliadas, ocorreram falhas de emergência e que a responsabilidade dessas falhas deve-se principalmente a presença de torrões, que impediram a emergência das plântulas. A grande quantidade de torrões encontrada deve-se a umidade do solo no momento da semeadura.

Na Figura 37 observa-se o mapa gerado pela interpolação dos dados de plantas por metro. Houve uma maior concentração de amostras com maior quantidade de plantas por metro do lado esquerdo inferior do mapa. Na porção direita houve grande heterogeneidade de plantas por metro linear. Isto pode ser explicado devido à presença de torrões que prejudicaram a emergência das plântulas em regiões localizadas do talhão. Outros fatores como, umidade e heterogeneidade do solo, assim como todas as outras variáveis anteriormente discutidas podem ter influenciado a obtenção deste resultado.

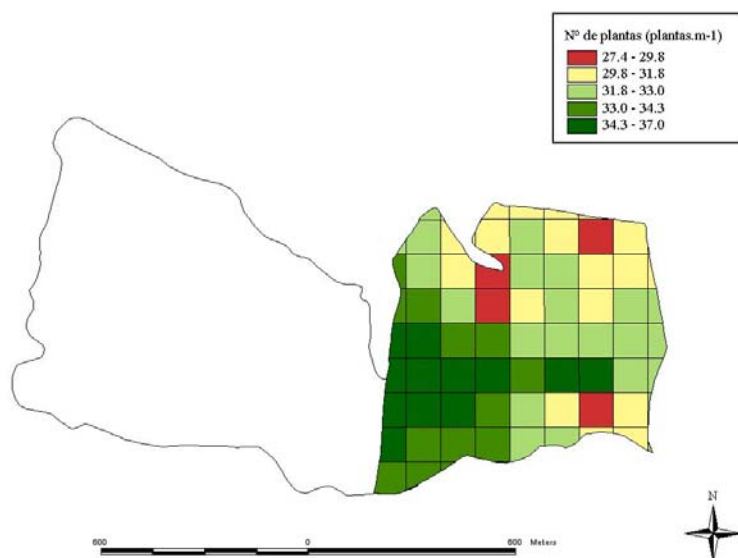


Figura 37– Mapa da distribuição espacial do número de plantas por metro

Na Figura 38, estão apresentados os dados obtidos em bibliografia para o indicador densidade de semeadura do trigo.

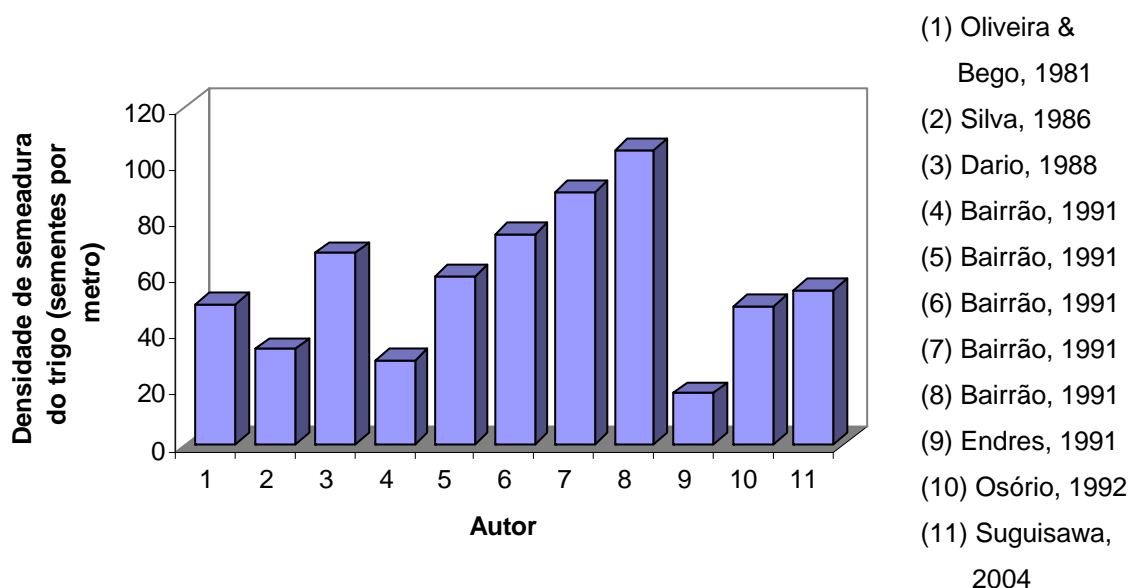


Figura 38 – Dados obtidos em bibliografia para o indicador densidade de semeadura do trigo.

É possível observar que os dados encontrados são bastante diferentes, variado de 18 a 105 sementes por metro linear. A quantidade de sementes depositadas no solo neste estudo (55 sementes por metro linear) pode ser considerada dentro da média, quando comparadas às demais observações.

4.4 Adubação de cobertura

A Tabela 14 mostra os resultados referentes à análise estatística dos indicadores considerados na operação de adubação de cobertura do trigo, com base em parâmetros descritivos.

Tabela 14. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de adubação de cobertura do trigo

DESCRIÇÃO	INDICADORES	
	Qualidade da distribuição (kg.ha ⁻¹)	Distribuição longitudinal (kg.ha ⁻¹)
Média	103,84	131,36
Mediana	100,81	132,16
Moda	100,00	135,98
Desvio padrão	18,99	36,33
CV %	18,29	27,66
Curtose	1,12	0,21
Assimetria	0,65	0,09
Amplitude	99,18	188,69
Mínimo	58,54	49,27
Máximo	157,72	237,97

Para o indicador qualidade da distribuição, a análise mostra que a operação foi relativamente irregular. O coeficiente de assimetria indica que existiu uma tendência de aumento da dose em relação à média. Com relação a amplitude, pode-se observar que a mesma apresentou um valor elevado (99,18 kg.ha⁻¹). Uma das possíveis causas dessa diferença é a higroscopicidade do fertilizante que pode influenciar a regulação e afetar a qualidade da distribuição do distribuidor.

A análise da variabilidade do indicador distribuição longitudinal resultou em uma distribuição irregular, cujo desvio padrão foi elevado e com coeficiente de

variação de 27,66%. Essa irregularidade também é comprovada pela diferenças entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda) e pela amplitude, uma vez que a mesma está muito próxima do valor máximo, podendo-se afirmar que em alguns momentos a operação distribuiu uma alta dosagem, enquanto que em outros a dosagem foi muito baixa. Os coeficientes de curtose e assimetria, próximos de zero indicam tendência de normalidade na distribuição dos dados.

4.4.1 Qualidade da distribuição

Na Figura 39 está apresentado o histograma referente à dosagem de fertilizante por hectare no talhão experimental, ou seja, a qualidade da distribuição do equipamento utilizado na operação.

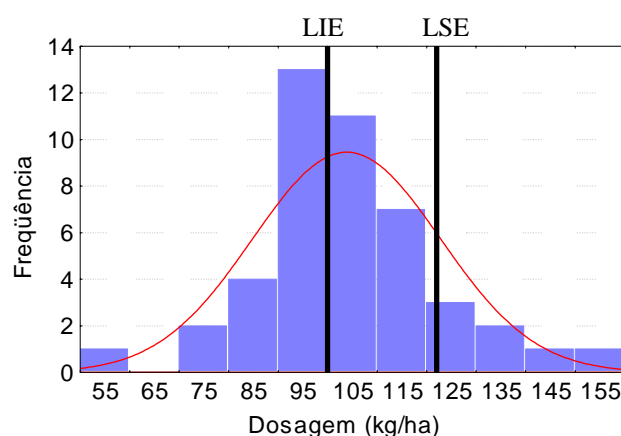


Figura 39 – Histograma da distribuição e curva normal da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes

Como é possível observar, o histograma que representa a qualidade da distribuição apresenta assimetria positiva e com leve tendência à normalidade. Pode-se notar a elevada dispersão dos dados, com amplitude de $99,18 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, uma vez que os valores mínimo e máximo foram $58,54$ e $157,72 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$,

respectivamente. Com relação aos limites de especificação, constatou-se que apenas 18 observações (40%) encontraram-se dentro desses limites.

Na Figura 40 apresentou-se o gráfico de distribuição percentual da dosagem de fertilizantes aplicada no talhão.

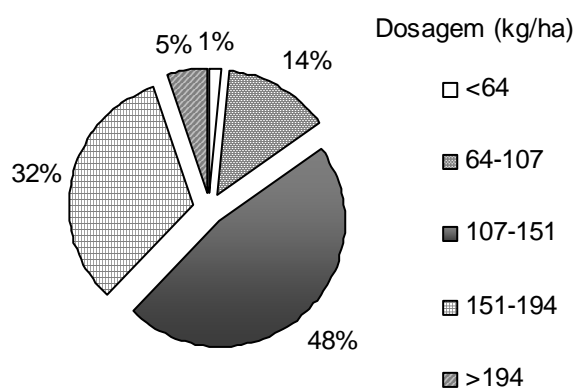


Figura 40 – Gráfico da distribuição percentual da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes

Pode-se notar que a qualidade da distribuição da distribuidora de fertilizantes foi totalmente irregular, ocorrendo grande variação nas quantidades aplicadas na área. Cerca de 15% da área recebeu doses inferiores a 100,00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ou seja, nestas áreas, a adubação da cultura foi considerada deficiente, podendo provocar decréscimos na produtividade. Em contrapartida, em mais de 30% do talhão, a distribuidora de fertilizantes aplicou doses elevadas de uréia, ocasionando maior custo por área.

Na Figura 41 estão apresentadas as cartas de controle para média e amplitudes para o indicador qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes.

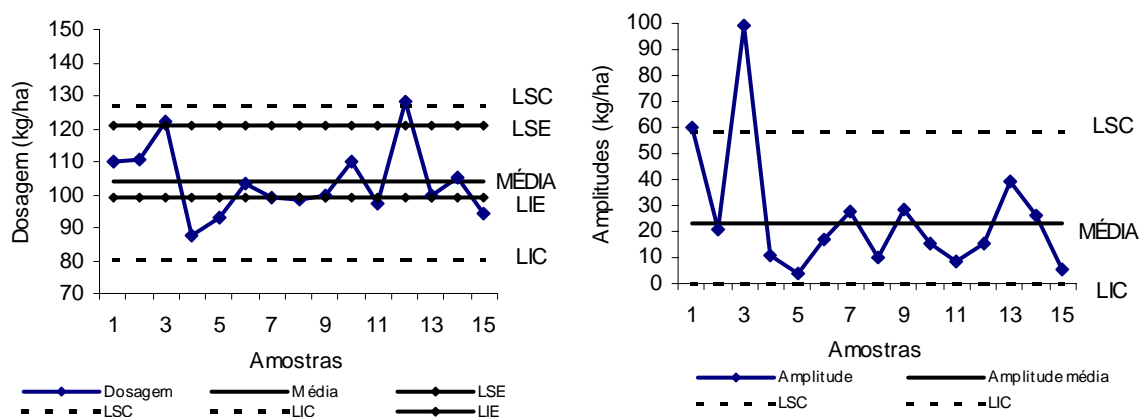


Figura 41– (A) Carta de controle das médias da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes. (B) Carta de controle das amplitudes da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes

Na carta de controle apresentada na Figura 41A houve grande oscilação dos dados mensurados, demonstrando que o processo não estava sobre controle, já que ocorreu um ponto acima do LSC e quatro pontos abaixo do LIE. Esta desuniformidade na distribuição da uréia pode ocasionar uma desuniformidade na maturação da cultura, afetando a quantidade e a qualidade de grãos produzidos. Na Figura 41(B) pode-se observar que houve dois pontos acima do LSC.

Na Figura 42 observa-se o mapa gerado pela interpolação dos dados da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes. Houve maior distribuição de fertilizantes do lado direito e uma evidente menor distribuição do lado esquerdo do mapa. No entanto, a distribuição de fertilizantes inicia-se da parte superior para a inferior do mapa. Fatores como a umidade relativa do ar influencia diretamente na vazão do distribuidor, uma vez que o produto utilizado é altamente higroscópico, além da velocidade de distribuição do produto, variável esta não monitorada neste estudo.

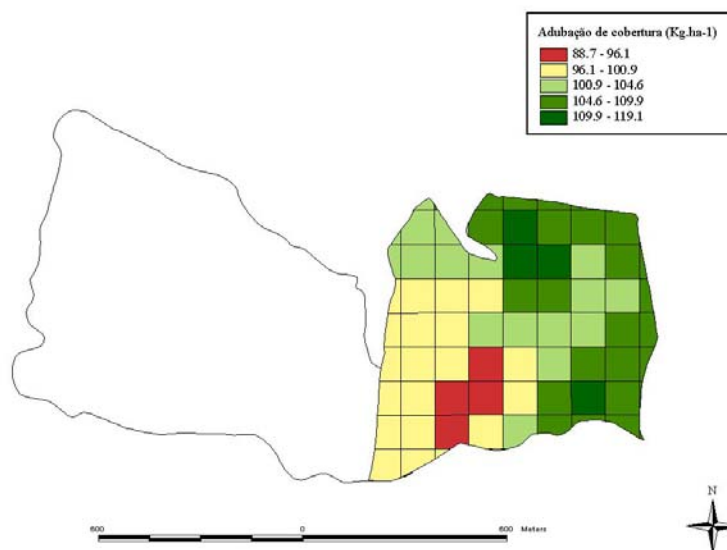


Figura 42 – Mapa da distribuição espacial da qualidade da distribuição do distribuidor de fertilizantes

4.4.2 Distribuição transversal

Na Figura 43, apresenta-se o gráfico de distribuição transversal do fertilizante sobre a área.

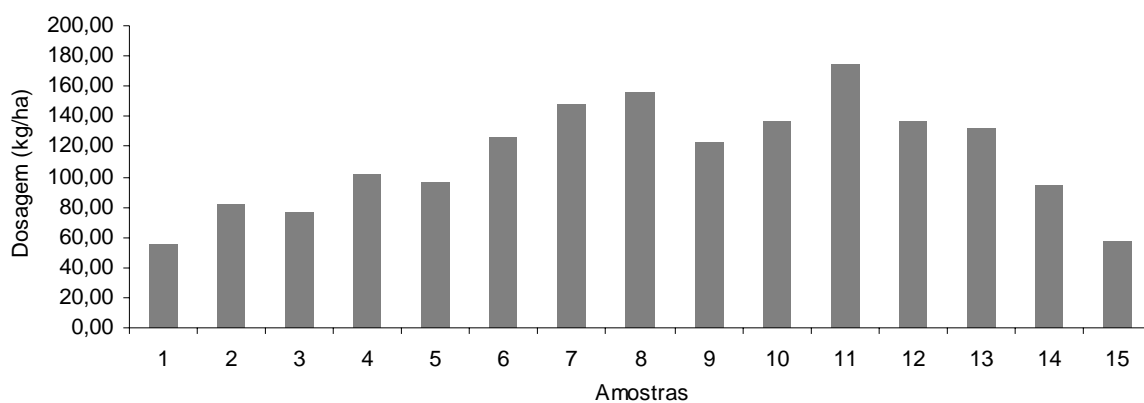


Figura 43 – Gráfico da distribuição transversal do distribuidor de fertilizantes

Pode-se observar que existe uma distribuição irregular, sendo que a quantidade de fertilizante aplicada do lado direito da distribuidora é maior do que a do lado esquerdo. Esta desuniformidade pode ter sido ocasionada pela

regulagem das aletas da distribuidora de fertilizantes, que podem ter apresentado ângulos diferentes. A ocorrência destas faixas com diferentes quantidades de fertilizantes provoca produtividade irregular no talhão.

4.4.3 Distribuição longitudinal

A Figura 44 apresenta o histograma de distribuição longitudinal do fertilizante aplicado nesta operação.

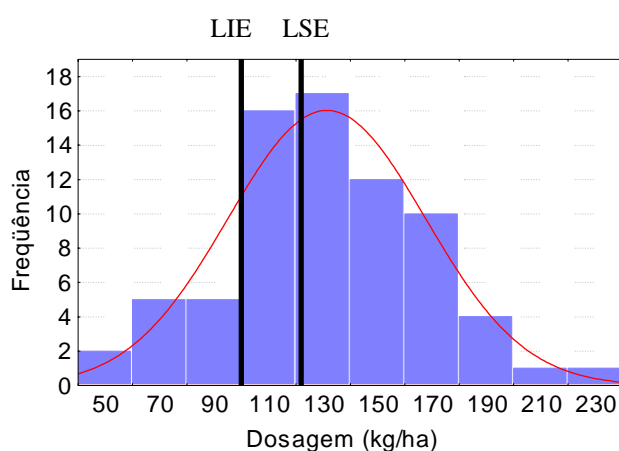


Figura 44 – Histograma de distribuição e curva normal da distribuição longitudinal

Neste histograma constata-se assimetria negativa e grande variabilidade na distribuição dos dados, com amplitude de $188,69 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Foi observada uma tendência a normalidade da curva de distribuição. Cerca de 24% dos dados encontraram-se dentro dos limites de especificação ($100,00$ a $122,00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), sendo que a grande maioria, entretanto, apresentou valores acima do LSE. Na Figura 45 apresenta-se a distribuição percentual dos dados referentes à distribuição longitudinal da uréia.

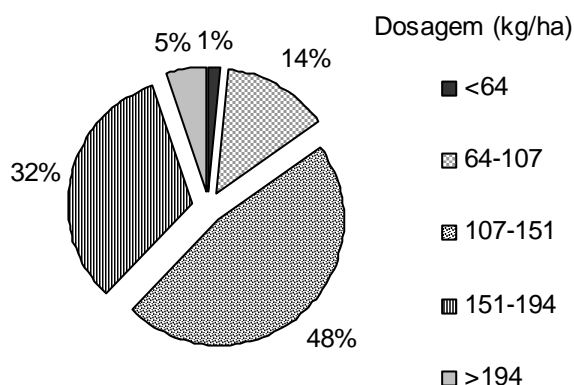


Figura 45– Gráfico da distribuição percentual da distribuição longitudinal

É possível observar que a maioria dos dados apresenta valores acima de $100\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que 37% encontraram-se acima de $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Na Figura 46 observa-se a carta de controle da média da distribuição longitudinal do fertilizante aplicado.

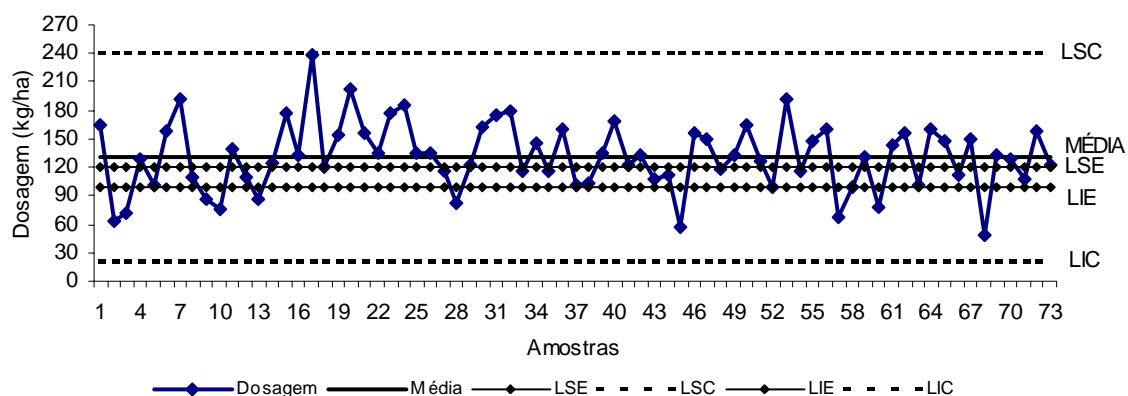


Figura 46 – Carta de controle da distribuição longitudinal

Pode-se observar uma grande variabilidade nos dados amostrados onde uma das amostras alcançou o LSC (amostra 17), demonstrando que o processo não se encontrava sobre controle. Possivelmente este ocorreu devido a oscilação na vazão do distribuidor de fertilizante no momento de obtenção deste dado.

Na Figura 47 está apresentada a carta de controle de amplitude para a distribuição longitudinal do fertilizante.

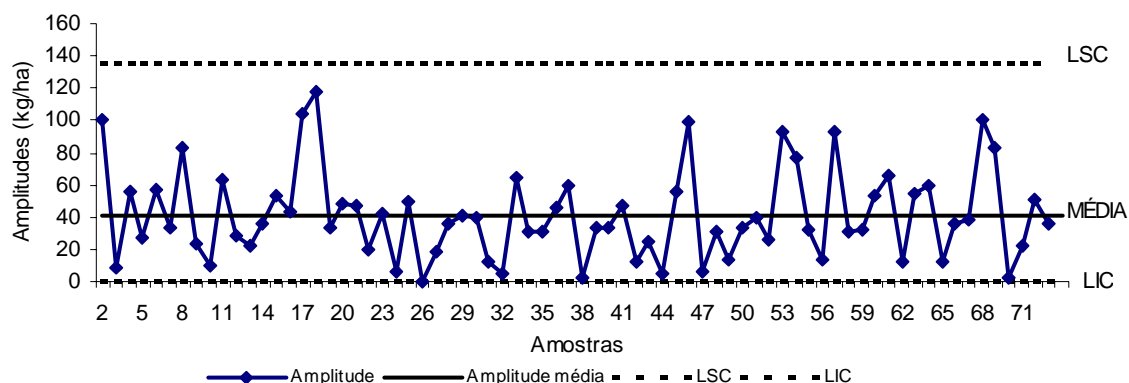


Figura 47– Carta de controle das amplitudes da distribuição longitudinal

Conforme esperado, ocorreu grande variação na amplitude para este indicador. Apesar de vários pontos terem alcançado o LIC demonstrando uma certa uniformidade na distribuição, houve momentos em que muitos pontos se aproximaram ao LSC, comprovando que o processo não estava sobre controle.

4.5 Pulverização II (controle fitossanitário)

A Tabela 15 mostra os resultados referentes à análise estatística dos indicadores considerados na operação de aplicação de fungicida e inseticida na cultura do trigo, com base em parâmetros descritivos.

Tabela 15. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de aplicação de inseticida e fungicida na cultura do trigo

DESCRIÇÃO	INDICADORES	
	Cobertura de gotas (%)	Densidade (gotas. cm ⁻²)
Média	32,67	160,05
Mediana	28,95	141,00
Moda	28,00	141,00
Desvio padrão	16,57	64,04
CV %	50,72	40,01
Curtose	2,68	3,14
Assimetria	1,46	1,50
Amplitude	88,13	381,00
Mínimo	11,57	28,00
Máximo	99,69	409,00

Com relação ao indicador percentagem de cobertura de gotas, a análise mostrou que a operação foi irregular, com um alto desvio padrão e coeficiente de variação. As diferenças entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda), comprovam a variabilidade existente na distribuição dos dados. O coeficiente de curtose positivo indica que há uma alta concentração de valores em torno da média, e o coeficiente de assimetria sendo levemente positivo mostra que existe uma tendência da percentagem de cobertura aumentar. Com relação à amplitude, pode-se observar que esta apresenta valor próximo ao valor máximo, significando uma grande diferença entre os valores extremos, ou seja, pode-se afirmar que existiram alguns momentos em que o alvo ficou bem coberto e momentos em que a cobertura foi muito pequena. Uma das possíveis causas dessas diferenças pode ter sido a diferente densidade de plantas de trigo ao longo do talhão.

Para o indicador densidade de gotas, a operação mostrou irregularidade. As diferenças entre as medidas de tendência central (média, mediana e moda), o alto valor do desvio padrão e do coeficiente de variação comprovam a variabilidade existente para este indicador. Os valores extremos também refletem essa variação, uma vez que a amplitude apresenta valor muito próximo ao valor máximo. O coeficiente de curtose positivo indica que existe uma tendência de alta concentração em torno da média e o coeficiente de assimetria levemente positivo, indica que há uma tendência da densidade de gotas aumentarem. Essas diferenças podem ser explicadas pela variação da temperatura ao longo do dia e velocidade do vento.

4.5.1 Percentagem de cobertura

Na Figura 48 apresenta-se o histograma referente a percentagem de cobertura de gotas da pulverização realizada.

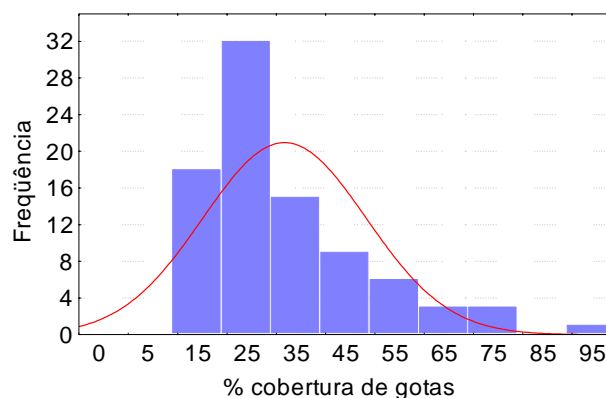


Figura 48 – Histograma de distribuição e curva normal da percentagem de cobertura na pulverização II

Este histograma apresenta assimetria positiva e elevada variabilidade, com amplitude de 88,13%. Não ocorreu normalidade na curva de distribuição dos dados deste indicador.

O gráfico de distribuição percentual da percentagem de cobertura de gotas é apresentado na Figura 49, onde se pode observar que a grande maioria dos

dados (52%) encontra-se na faixa de 29 a 47% de cobertura. Apesar de ter sido obtido neste estudo o valor médio de 32,67% de percentagem de cobertura de gotas, não se encontra na literatura referenciais adequados para avaliação deste processo.

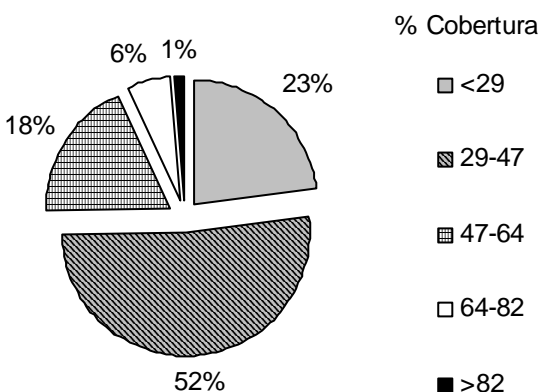


Figura 49 – Gráfico da distribuição percentual da percentagem de cobertura na pulverização II

Na Figura 50 estão apresentadas a carta de controle da média e da amplitude da percentagem de cobertura de gotas.

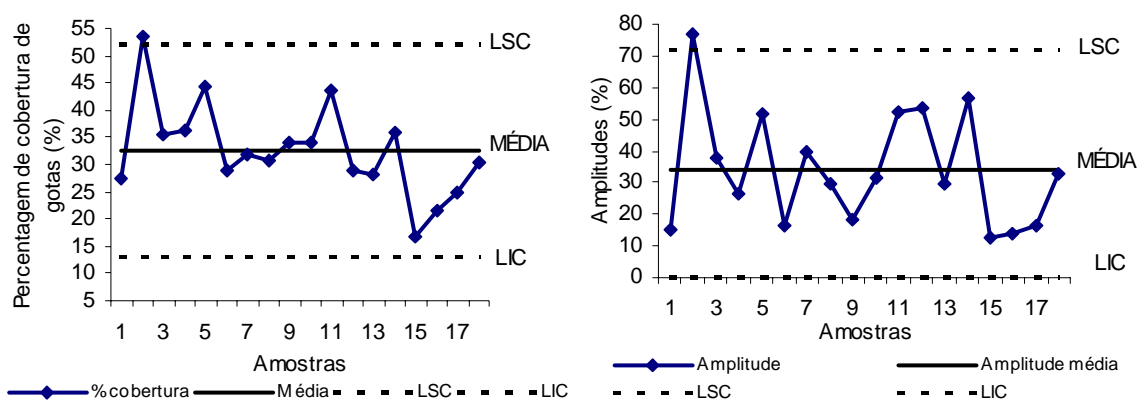


Figura 50 – (A) Carta de controle das médias da percentagem de cobertura na pulverização II. (B) Carta de controle das amplitudes na pulverização II

Pode-se observar que na Figura 50(A) houve grande oscilação dos dados obtidos, onde em um determinado momento a amostra 3 atingiu o LSC e a amostra 15 quase atingiu o LIC. No gráfico de amplitude observa-se a mesma variação, onde uma amostra (amostra 2) atingiu valor superior ao LSC. Esta grande variação pode-se ser devido as diferentes populações de plantas em todo o talhão, já que em regiões com maior quantidade de folhas há uma menor percentagem de cobertura de gotas, em contrapartida regiões com menor quantidade ocorre o inverso. Ainda, a temperatura ambiente no decorrer do dia também influi diretamente nesta variável, já que com o aumento da mesma há uma maior evaporação das gotas.

Na Figura 51 observa-se o mapa gerado pela interpolação dos dados de percentagem de cobertura de gotas. Houve um evidente maior concentração da percentagem de cobertura de gotas na parte superior do mapa e uma menor percentagem na parte inferior. Este fato ocorreu devido à aplicação ter se iniciado da parte superior para a inferior do mapa. Assim, a temperatura ambiente era menor no início da operação, incidindo em menor evaporação da percentagem de gotas de cobertura. Um outro fator que pode ter influenciado este resultado é a umidade relativa do ar no momento da operação, variável não mensurada neste estudo.

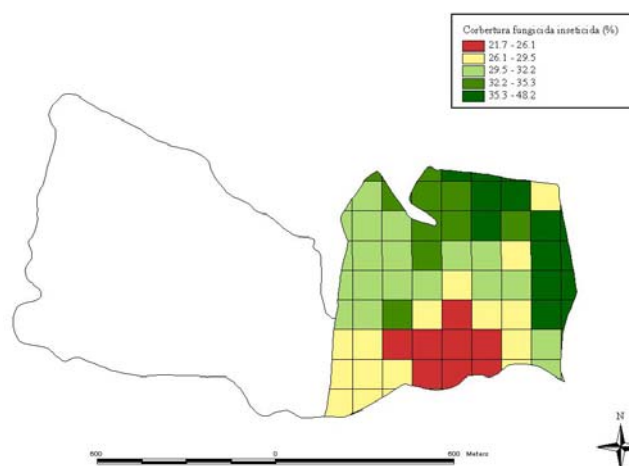


Figura 51 – Mapa da distribuição espacial da percentagem de cobertura de gotas na pulverização II

4.5.2 Densidade de gotas

Na Figura 52 observa-se o histograma referente à densidade de gotas durante a aplicação dos produtos para controle fitossanitário na cultura do trigo.

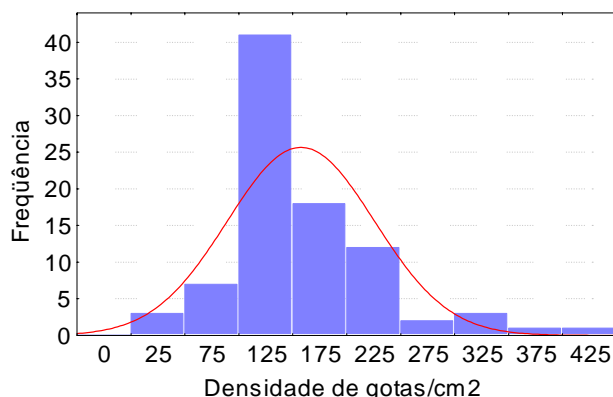


Figura 52 – Histograma de distribuição e curva normal da densidade de gotas na pulverização II

Pode-se observar que o histograma apresenta assimetria positiva, com elevada amplitude ($381 \text{ gotas.cm}^{-2}$) ocasionada pela grande diferença entre os valores mínimo e máximo encontrados (28 e $409 \text{ gotas.cm}^{-2}$, respectivamente). Apesar desta variabilidade, é possível notar a elevada concentração dos dados em torno da média. Da mesma maneira que para distribuição percentual de gotas, não se encontra na literatura subsídios para confrontar os dados obtidos neste estudo.

Na Figura 53 o gráfico de distribuição percentual permite constatar que 58% das observações encontram-se na faixa de 104 a 180 gotas.cm^{-2} . O número elevado de gotas, ocasionando a elevada densidade de gotas nesta operação, ocorreu devido a elevada pressão de trabalho e vazão do pulverizador.

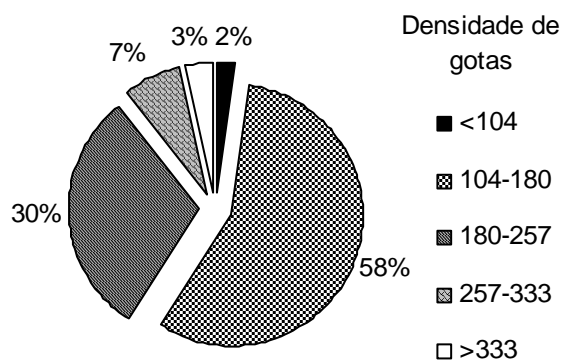


Figura 53 – Gráfico de distribuição percentual da densidade de gotas na pulverização II

Na Figura 54 observa-se o mapa gerado pela interpolação dos dados de densidade de gotas para aplicação de produtos fitossanitários. Houve uma maior concentração de elevada densidade de gotas do lado esquerdo do gráfico e uma evidente concentração de amostras com média densidade de gotas do lado direito. Como o processo de pulverização inicia-se da parte superior para a parte inferior do mapa, pode-se especular que o conjunto de variáveis já discutidas tais como; velocidade de trabalho, temperatura e umidade relativa, amostragem aleatória, densidade de plantas, entre outros, originaram esse resultado.

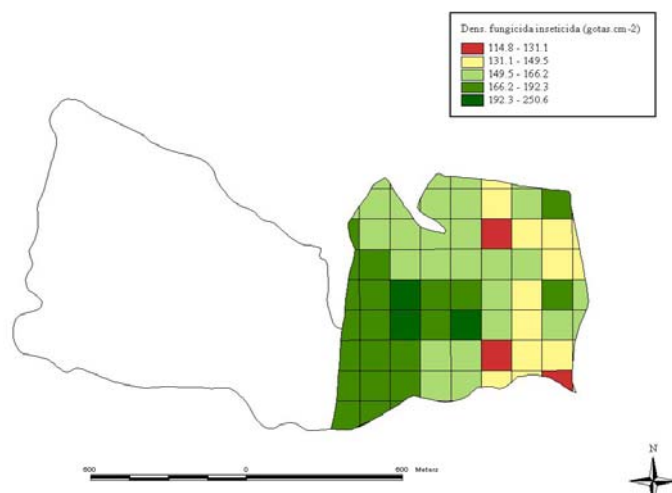


Figura 54 – Mapa da distribuição espacial da densidade de gotas na pulverização II

4.6 Colheita do trigo

A Tabela 16 mostra os resultados referentes à análise estatística do indicador perdas da colheita do trigo, com base em parâmetros descritivos.

Tabela 16. Resultado da análise da estatística descritiva dos indicadores avaliados na operação de colheita da cultura do trigo

DESCRIÇÃO	Perdas (kg.ha ⁻¹)
Média	27,18
Mediana	16,00
Moda	14,80
Desvio padrão	26,37
CV %	97,00
Curtose	3,18
Assimetria	1,92
Amplitude	104,00
Mínimo	3,20
Máximo	107,20

A análise dos dados mostra que a operação foi irregular. As diferenças entre os valores de média, mediana e moda demonstram que há uma tendência dos dados estarem abaixo da média e que existiram variações significativas entre os resultados obtidos, comprovadas pelos altos valores do desvio padrão e do coeficiente de variação. O coeficiente de curtose positivo indica que há uma alta concentração dos valores em torno da média e o coeficiente de assimetria sendo levemente positivo mostra que existiu uma tendência de aumento das perdas. Os dados relacionados com a amplitude permitem observar que a mesma está muito próxima do valor máximo, demonstrando uma grande diferença entre os valores extremos. Desta forma, pode-se dizer que houve momentos com perdas praticamente nulas, enquanto que em outros, foram observadas perdas extremamente elevadas. Esta irregularidade pode ser justificada pela densidade de plantas ao longo do talhão e a velocidade de trabalho da colhedora.

Na Figura 55 observa-se o histograma referente a perdas da colhedora na colheita da cultura do trigo.

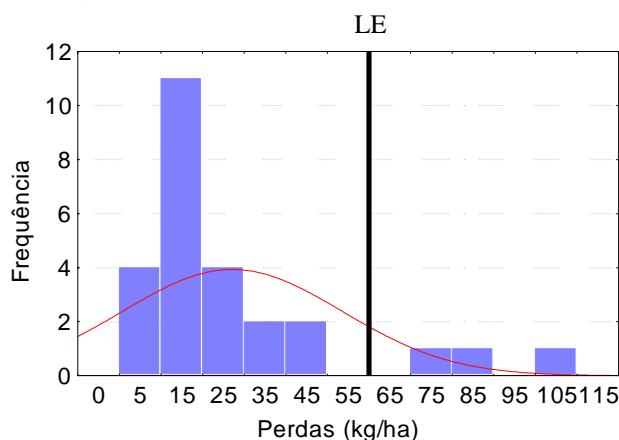


Figura 55 – Histograma de distribuição e curva normal das perdas da colheita do trigo

O gráfico de distribuição de frequência apresenta assimetria positiva e mostra que existiu uma grande dispersão dos dados, comprovada pela elevada amplitude ($104,00\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Observa-se que a grande maioria dos dados (23

amostras das 26 coletadas) encontrava-se abaixo do LE. Também é possível observar que a curva de distribuição dos dados não apresentou normalidade.

O gráfico de distribuição percentual das perdas da colheita do trigo é apresentado na Figura 56, onde se pode observar que a grande maioria dos dados (61%) encontra-se na faixa de 24 a 44,8kg.ha⁻¹. Pode-se observar que existiu um alto percentual (20%) de perdas acima de 65,68kg.ha⁻¹, valor esse superior ao recomendado pelo corpo técnico da empresa.

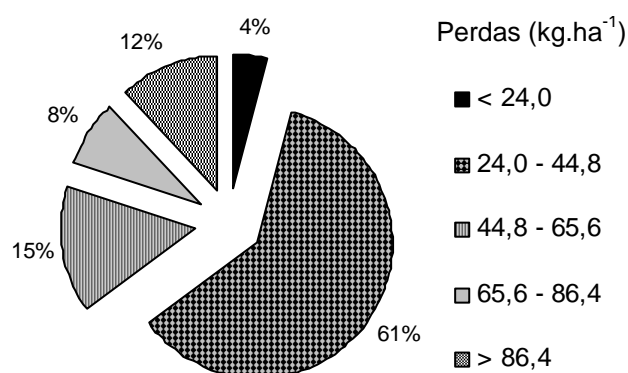


Figura 56 – Gráfico de distribuição percentual das perdas na colheita do trigo

Na Figura 57 observa-se a carta de controle das perdas da colhedora na colheita do trigo.

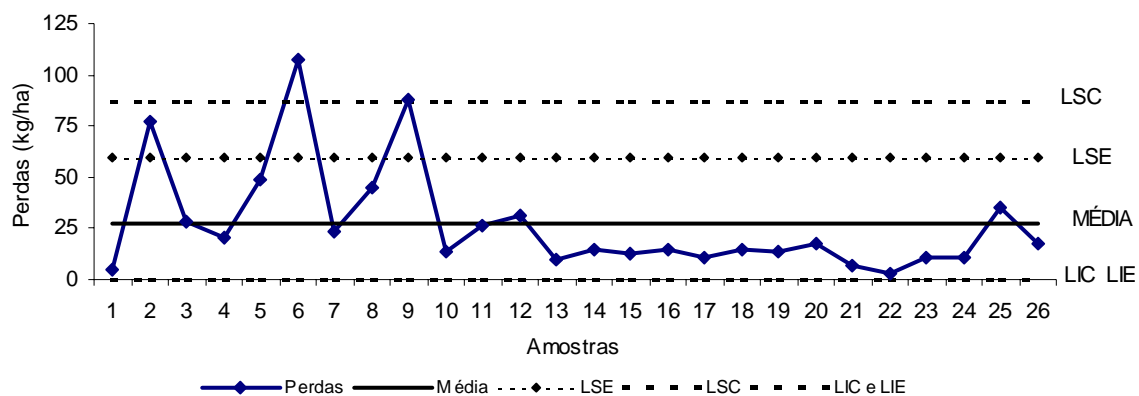


Figura 57 – Carta de controle para as perdas da colheita do trigo

Devido à problemas operacionais, foram utilizados dois métodos de amostragem, conforme anteriormente descrito no item Material e Métodos. Pode-se notar que os diferentes sistemas demonstraram comportamentos bastante distintos quando da distribuição dos dados na carta de controle. Na primeira metodologia (amostras 1 a 12), verificaram-se maiores valores de perdas, uma vez que neste sistema, consideraram-se as perdas da plataforma de colheita e também do sistema de limpeza da colhedora. Na segunda metodologia, representada pelas amostras 13 a 26, as perdas consideradas foram àquelas referentes apenas ao sistema de limpeza da máquina.

Pode-se observar que a primeira metodologia considerada demonstrou que a operação de colheita, para este indicador, estava fora do controle, apresentando dois valores (amostras 6 e 9) acima do LSC (87,14kg.ha⁻¹). Já para a segunda metodologia, a operação pode ser considerada sob controle, apresentando pequenas variações apenas no final do processo, variações essas devidas, provavelmente, a chuva que começou a cair durante a colheita. Com isso, pode-se perceber que para o indicador perdas na colheita, estas são mais significativas na plataforma de corte da colhedora, representando uma parcela significativa na composição deste indicador.

Na Figura 58, apresenta-se a carta de controle das amplitudes de perdas na colheita da cultura do trigo.

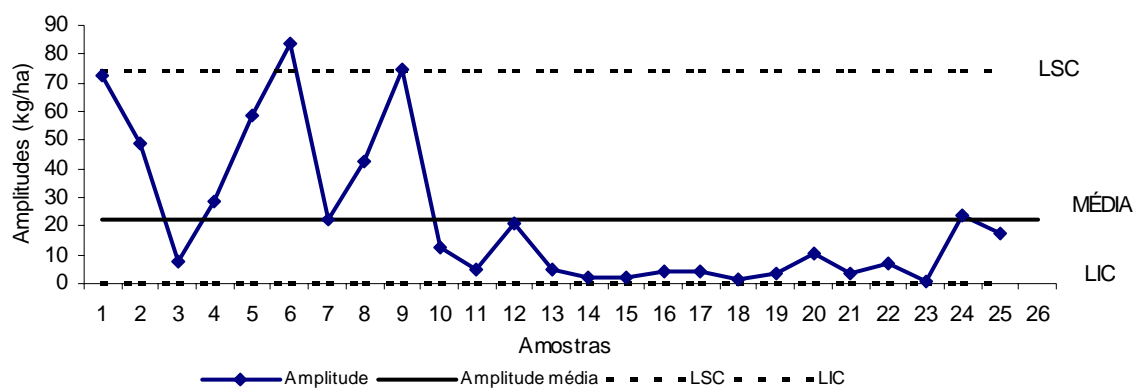


Figura 58 – Carta de controle das amplitudes para as perdas da colheita do trigo

Na primeira metodologia, ocorreram 3 pontos fora do LSC, enquanto que na segunda metodologia nenhuma amostra apresentou valores fora dos limites de controle.

A produtividade obtida no talhão teve média de $4749\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e as perdas observadas ficaram corresponderam a cerca de 0,5% desse total.

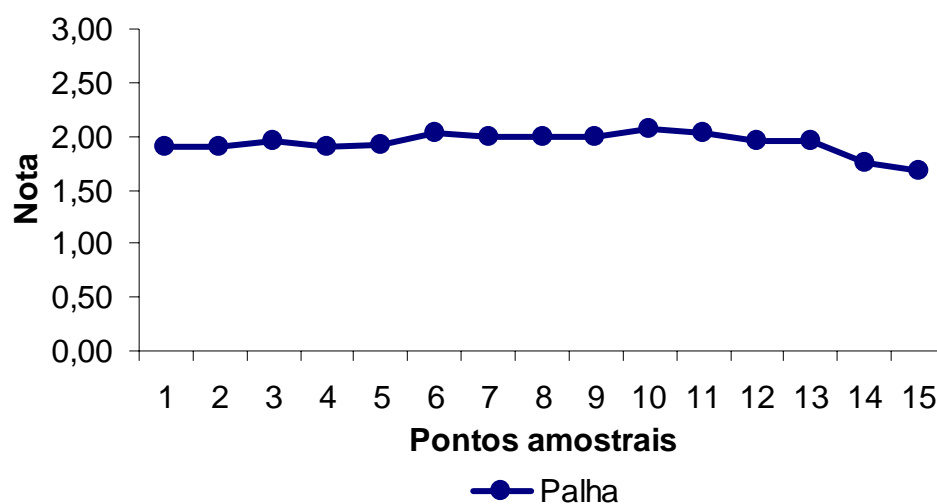


Figura 59 – Gráfico de distribuição da palha proveniente da colheita do trigo

Como é possível observar na Figura 59, a distribuição da palha pela colhedora pode ser considerada uniforme, uma vez que todas as amostras consideradas obtiveram notas entre 1,5 e 2,0, que equivalem a uma quantidade razoável de palha sobre o solo.

5 CONCLUSÕES

- O sistema de plantio direto de trigo considerado neste estudo não atendeu aos padrões especificados, necessitando de melhorias em todas as operações envolvidas no processo.
- A utilização das cartas de controle, do histograma e do SIG identificou os pontos que apresentaram problemas e que não se encontravam dentro das especificações agronômicas em todas as operações avaliadas. O uso de técnicas geoestatísticas aliadas à tecnologia SIG permitiu o adequado zoneamento dos indicadores analisados, identificando áreas com diferentes quantidades.
- As variações do relevo não influenciaram o desempenho da colhedora John Deere 1185. A colhedora não distribuiu uniformemente a palha do milho sobre o solo.
- A operação de pulverização I (pré-semeadura) apresentou-se irregular quanto à percentagem de cobertura e densidade de gotas, apresentando, entretanto, valores aceitáveis devido às características do herbicida (sistêmico).
- Na operação de semeadura do trigo, a profundidade de semeadura, sementes descobertas e o fechamento dos sulcos encontraram-se fora

de controle. Os torrões e os fungos são as principais causas que influenciaram no número de plantas por metro.

- A qualidade de distribuição da distribuidora de fertilizantes apresenta grande variabilidade, sendo que tanto a distribuição transversal quanto a longitudinal apresentaram elevada desuniformidade.
- Tendo em vista as características dos produtos utilizados (sistêmicos, com translocação ascendente), e a posição do papel hidrossensível na planta, pode-se considerar como boa a qualidade da operação de pulverização.
- Na colheita do trigo, a utilização de dois diferentes métodos de amostragem para quantificação de perdas na colheita do trigo influenciou nos resultados deste indicador. A distribuição de palha da colhedora STS 9650 foi homogênea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Catálogo de normas. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 445 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Colhedora autopropelida de grãos – determinação das características técnicas e de desempenho. NBR 9740, fev. 1987.

ALVES, D.S. Sistemas de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE GEOPROCESSAMENTO. São Paulo, 1990. **Anais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. 325p.

ANTUNES, L.M.; ENGEL, A. Qualidade total na agropecuária. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 116p.

ARAÚJO, R.F. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (*Zea mays*). Viçosa, 1995, 103p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

BAIO, F.H.R. Aplicação localizada de defensivos baseada na variabilidade espacial das plantas daninhas. Piracicaba, 2001. 113p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BANET. Vamos viabilizar a cultura do trigo no Brasil?
<http://www.banet.com.br/Trigo/viabilizacao.htm> (15 jan. 2003).

BENAKOUCHE, R.; SANTAMARIA, L.S. **Qualidade cabocla**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1997. 195p.

BONATO, R.G.; MILAN, M. Controle de qualidade na agricultura: Utilização de ferramentas 5S'S na manutenção de máquinas agrícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. São Paulo: USP, 2001, v.1, p.68.

BONATO, R.G.; MILAN, M.; MOLIN, J.P. Desenvolvimento de um sistema eletrônico de contagem dos ciclos de prensagem para enfardadoras de fardos retangulares. (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., Goiânia, 2003. **Resumos**. Jaboticabal: SBEA, 2003.

BONILLA, J.A. **Métodos quantitativos para qualidade total na agricultura**. Contagem: Littera Maciel, 1995. 250p.

BONILLA, J.A. **Gestão da qualidade total na agropecuária**. Belo Horizonte: Secretaria de agricultura, pecuária e abastecimento de Minas Gerais, DENACOOOP – Ministério de Agricultura, 1999. 375p.

BRASSARD, M. **Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996. 87p.

CALIJURI, M.L.; ROHM, S. **Sistema de informações geográficas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 42p.

COELHO, J.L.D.; MOLIN, J.P.; GADANHA JR., C.D.; VASARHELYI, A. Avaliação do desempenho de máquinas aplicadoras a lanço na distribuição de gesso agrícola. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22. 1992. v.4, p.2058-2067.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Boletim Técnico, São Paulo, n.5, jun. 1999. <http://www.teejet.com.br>.

COPERCAMPOS. A cultura do trigo. (27 mar. 2004). <http://www.coopercampos.com.br/agricultura/ceretrigo.htm>

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.; ANDRADE, J.G.M. Redução de perdas na colheita da soja: tecnologia ao alcance de técnicos e produtores. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília: v. 14, n.3, p.465-472, 1997.

DELARETTI FILHO, O.; DRUMOND, F.B. **Itens de controle e avaliação de processos**. Belo Horizonte: UFMG; Fundação Christiano Ottoni, 1994. 151p.

DODSON, M.S. Avaliação da influência de indicadores de qualidade no custo operacional de um sistema de produção de milho (*Zea mays* L.): estudo de caso de semeadura. Jaboticabal/SP, 1998. 80p. Monografia Graduação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

EMPRESA BARSILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manejo do Solo. <http://www.cnpso.embrapa.br/rectec/mansolo.htm>, 1992.

FANCELLI, A.L.; LIMA, U.A. Série Extensão Agroindustrial. Milho: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Piracicaba: SP. 1994. 112p.

FELGUEIRAS, C.A. **Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital do terreno para microcomputadores**. São José dos Campos: INPE, 1987. 243p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

FERNANDES, E.N. Sistema inteligente de apoio ao processo de avaliação de impactos ambientais de atividades agropecuárias. Viçosa, 1997. 122p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

FERNANDES, R.A.T. Aplicação de conceitos da qualidade em operações mecanizadas na produção de milho (*Zea mays* L.) para silagem. Piracicaba 2000. 81p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FERNANDES, R.A.T.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas de um sistema de produção de cana-de-açúcar. **Stab: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.18, n.1, p.29-30, 1999.

FESSEL, V.A.G. Qualidade, qualidade da distribuição e custo de plantios, manual e mecanizado, de *Eucalyptus grandis*, implantados com cultivo mínimo do solo. Piracicaba, 2003. 88p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FONTES, J.R.M. Relação do espaçamento e da densidade de semeadura com o rendimento de grãos e outras características agrônômicas em trigo (*Triticum aestivum* L.). Viçosa, 1995. 63 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA (FNP) <http://www.fnp.com.br> (15 set 2003).

FUNDACEP FECOTRIGO. A cultura do trigo no sistema plantio direto. 61p. 1999.

GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.1996

GOMES, J.A. Qualidade da distribuição de colhedoras de batata (*Solanum tuberosum* L.). Campinas, 2002. 99p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

INSTITUO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Estado do Paraná – 1989. Londrina, 1989. 138p. (IAPAR Circular Técnica).

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. Recomendações da Comissão Técnica de trigo para 1999. Campinas, 1999, 65p. Boletim Técnico 167.

JACOVINE, L.A.G. Gestão da qualidade na colheita de madeira em povoamento equiâneos. Viçosa, 2000. 136p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

- JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto**: Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira, 1992. 551p.
- JURAN, J.M. **Juran na liderança pela qualidade**. Um guia para executivos. São Paulo: Pioneira, 1993. 386p.
- JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran's Quality Handbook**. McGraw-Hill, New York: 1999.
- JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Controle de Qualidade**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1992. 377p.
- LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, A; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Soil and Water Conservation*, v. 36, n. 6, p. 341-3, 1981
- MANTOVANI, E.C. Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 35p. (Série Técnica, 2).
- MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.261-266, abr;jun.2002.
- MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES – MRE. Trigo. <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/agric/producao/trigo/> (28 jan 2003).
- MIRANDA, R.L. **Qualidade Total**. Rompendo as barreiras entre a teoria e a prática. São Paulo: Makron Books, 1994. 203p.

MOLIN, J.P. Agricultura de precisão. Parte I: o que é estado da arte em sensoriamento. *Engenharia Agrícola*, v.17, n.2, p-97-107, dez. 1997.

MOLIN, J.P.; RUIZ, E.R.S. Erro de percurso em aplicações a lanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.2, p. 208-218, dez. 1999.

MONTGOMERY, D.C. Introduction to statistical quality control. New York: John Wiley, 1997. 677p.

PASQUA, S.E. Controle da qualidade em operações agrícolas mecanizadas. In: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Prêmio jovem cientista 1995: publicação resumida dos trabalhos vencedores. Porto Alegre: CNPq; Fundação Roberto Marinho; Grupo Gerdau, 1999. p.53-84.

PASQUA, S.E.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas na cultura do milho (*Zea mays* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., Bauru, 1996. **Resumos**. Bauru: UNESP; SBEA; ALIA, 1996. p.409.

PECHE FILHO, A.; COSTA, J.A.; FERRETI, G.; STORINO, M. Qualidade total na Agricultura. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE TOTAL NA AGRICULTURA, 1. São Paulo: 1994, p.19-35.

PECHE FILHO, A.; LINO, A.C.L.; STORINO, M.; UNGARO, M.R.G. Aplicação de geoprocessamento na avaliação de lavoura de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 12. Campinas, 1997. Campinas: IAC – ITAL, 1997, p.44-46.

PEREIRA, L.L.; MILAN, M. Perdas na colheita e controle de qualidade em silagem de milho. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA ESALQ, São Paulo: USP, 1998. v.1, p. 526.

PEREIRA, L.L.; POMPERMMAYER, R.; COELHO, J.L.D.; MILAN, M. Avaliação de perdas na colheita mecanizada do milho (*Zea mays*). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 5., São Paulo, 1997. **Resumos**. São Paulo: Ed. EDUSP, 1997. v.1, p.509.

PORTELLA, J.A. Influencia do ponto de colheita nas perdas dos grãos de milho. <http://www.cnpt.embrapa.br/not0273.htm> (03 fev. 2003).

RAMOS, A.W. **Controle Estatístico de processos para pequenos lotes**. São Paulo: Fundação Vanzoline, Edgard Blucher Ltda, 1995. 151 p.

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

REIS, J.C. Proposição metodológica para estudo e mensuração do processo de assoreamento de reservatórios, utilizando sistema de informações geográficas. Viçosa, 1995. 119 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

RIPOLI, M.L.C. Mapeamento do palhiço enfardado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e do seu potencial energético. Piracicaba, 2002. 91p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- ROMAN, E.S. Tecnologia de aplicação de herbicida na dessecação de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 7p. http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci01.htm
- RURALNEWS. O Trigo. <http://www.ruralnews.com.br/agricultura/graos/trigo.htm> (07 fev 2003).
- SALOMÃO, C.C. Sistemas de plantio direto e convencional: um enfoque de análise de decisão. Piracicaba, 1990. 127p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SLC. Perdas na colheita: a solução está em suas mãos. SLC S.A. Indústria e Comércio. Horizontina, RS, 1988. 13p.
- SANTANA, R.M. Avaliação e análise do uso de GPS e SIG na cartografia geotécnica digital. Viçosa, 1999. 141p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- SANTOS, H.P. dos. Efeito da rotação de culturas no rendimento, na eficiência energética e econômica do trigo, em plantio direto. Piracicaba, 1992. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, J.P.; OLIVEIRA, A.C. Perda de peso em grãos armazenados devido ao ataque de insetos. Sete Lagoas: dezembro, 1991. (Comunicado Técnico 6).

SANTOS, H.P.; FANCELLI, A.L.; ANDIA, L.H. Análise econômica de sistemas de rotação de culturas para trigo, num período de dois anos, sob sistema plantio direto. Brasília, 1997. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.11, p.1111-1117, nov. 1997.

SILVA, D.B. da. Efeito da profundidade de plantio sobre o trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 769-773,1992.

SNA. Trigo – Retomada da produção pode gerar 280 mil empregos. www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-trigo.htm (07 efv 2003).

SOUZA, E.G.; JOHANN, J.A.; ROCHA, J.V.; RIBEIRO, S.R.A.; SILVA, M.S.; URIBEOPAZO, M.A.; MOLIN, J.P. OLIVEIRA, E.F.; NÓBREGA, L.H.P. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em um Latossolo Roxo Distrófico da Região de Cascavel – PR. **Engenharia Agrícola**, v.18, n.3, p.80-92, Mar. 1999.

SUGUISAWA, J.M.; SILVA, S.S.S.; MILAN, M. Qualidade operacional da semeadura mecanizada de milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto. (Compact Disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., Goiânia, 2003. Resumos. Jaboticabal: SBEA, 2003.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G.; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade**: aplicação na atividade florestal. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 124p.

VIEIRA, S. Como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 198p.

VIEIRA, S.; WADA, R. As 7 ferramentas estatísticas para o controle da qualidade. Brasília: QA&T, 1995. 133p.

Anexos

Anexo A. Especificações técnicas da colhedora John Deere modelo 1185.

Especificações Técnicas - COLHEDORA JOHN DEERE 1185	
Motor - Marca/modelo	John Deere /60764
Nº cilindros	6
Cilindradas (litros)	7,60
Aspiração	Turbinado pós resfriado
Potência nominal (kW)	167
Rotação nominal (rpm)	2200
Tanque de combustível	400
Área do côncavo (m ²)	0,93
Área total unidade de limpeza (m ²)	5,60
Velocidade do ventilador (rpm)	550-1250
Capacidade tanque graneleiro (litros)	6000
Tempo para descarga (segundos)	92,30
Tipo de transmissão	Hidrostática
Largura sem plataforma (m)	3,60
Comprimento com plataforma (m)	9,70
Altura em condições de repouso (m)	4,00
Peso sem plataforma (kg)	8950
Plataforma de milho	5, 6 e 8

Anexo B. Especificações técnicas do trator John Deere modelo 6600.

Especificações Técnicas – TRATOR JOHN DEERE 6600	
Motor - Marca/modelo	John Deere turbo
Nº cilindros	6
Cilindradas (litros)	5,90
Aspiração	Turboalimentado
Potência nominal (kW)	88
Rotação nominal (rpm)	2300
Tanque de combustível (litros)	172
Tipo de transmissão	SyncroPlus®
Embreagem	PermaClutch® - hidráulico auto ajustável
Direção	Hidrostática
Freios	A disco em banho de óleo
Tomada de potência (rpm)	540 e 1000
Sistema hidráulico - vazão máxima (L.min ⁻¹)	100
Força máxima de levante a 610 mm do engate (Norma NBR 13145) - Kgf	2550
Nº Válvulas do controle remoto	2
Peso máximo com lastro (kg)	7000
Comprimento total (mm)	4921
Distância entre eixos (mm)	2650
Altura máxima (mm)	2738

Anexo C. Especificações técnicas do pulverizador Jacto Advance Vortex.

Especificações Técnicas – PULVERIZADOR JACTO ADVANCE VORTEX	
Tanque	Polietileno
Capacidade (litros)	2000
Tanque para lavagem circuito defensivo (litros)	200
Tanque para lavagem das mãos (litros)	15
Eixo	Cross
Barras (m)	18
Acionamento das barras	Hidráulico
Sistema pulverização	Vortex
Bomba	JP-100 com 100L.min ⁻¹
Comando	Masterflow
Porta bicos	37
Filtro de linha	04, malha 40
Filtro	FVS-200, malha 24-40
Agitação da calda	Mecânica
Incorporador de defensivo	Com lavador de embalagem
Peso (kg)	2120

Anexo D. Especificações técnicas do trator John Deere modelo 7500.

Especificações Técnicas – TRATOR JOHN DEERE 7500	
Motor - Marca/modelo	John Deere turbo modelo 6068T
Nº cilindros	6
Cilindradas (litros)	6,80
Aspiração	Turboalimentado
Potência nominal (kW)	103
Rotação nominal (rpm)	2100
Tanque de combustível (litros)	307
Tipo de transmissão	PowrQuad® - 32 velocidades
Embreagem	PermaClutch®II - hidráulico auto-ajustável
Direção	Hidrostática
Freios	A disco em banho de óleo
Tomada de potência (rpm)	540 e 1000
Sistema hidráulico - vazão máxima (L.min ⁻¹)	66
Força máxima de levante a 610 mm do engate (Norma NBR 13145) - Kgf	4850
Nº Válvulas do controle remoto	2
Peso máximo com lastro (kg)	9060
Comprimento total (mm)	4969
Distância entre eixos (mm)	2650
Altura máxima (mm)	2844

Anexo E. Especificações técnicas da semeadora Semeato modelo SSM27.

Especificações Técnicas – SEMEADORA SEMEATO SSM27	
Chassi	4 tubos
Cabeçalho	Articulado
Condução das sementes e adubo	Condutores telescópicos
Rodado	Articulado, com 2 cilindros hidráulicos
Sulcadores para linha de adubo	Vários tipos
Linha para semente	Sistema pantográfico
Limitador de profundidade	Em “V”
Compactador	Em “V”
Profundidade de trabalho	Regulável com 2 rodas limitadoras
Reservatório	Aço inoxidável
Distribuição de adubo	Sistema de rotor dentado ou sistema de rosca sem fim
Distribuição de sementes	Grãos finos: linha
Marcadores de linha	Opcional
Nº linhas (grãos finos)	27 linhas x 0,17cm
Largura útil (grãos finos) - m	4,42
Capacidade de semente (kg)	Mínima – 460 Máxima – 680
Capacidade do adubo (kg)	Mínima – 1050 Máxima – 1380
Velocidade de operação (km.h ⁻¹)	6 a 8

Anexo F. Especificações técnicas do distribuidor de fertilizantes Stara modelo ZA-M1500 .

Especificações Técnicas – DISTRIBUIDOR DE FERTILIZANTES STARA ZA-M1500	
Capacidade volumétrica (litros)	1450
Carga útil (kg)	2300
Peso vazio (kg)	295
Altura de carregamento (m)	1,12
Largura de carregamento (m)	2,15
Comprimento total (m)	1,03
Largura total (m)	2,30
Altura total (m)	1,14
Largura de distribuição (m)	Até 36
Agitadores	Espiral
acionamento	Comando hidráulico

Anexo G. Especificações técnicas da colhedora John Deere modelo 9650 STS.

Especificações Técnicas - COLHEDORA JOHN DEERE 1185	
Motor - Marca/modelo	John Deere PowerTech/6081H
Nº cilindros	6
Cilindradas (litros)	8,10
Aspiração	Turbinado pós resfriado ar/ar
Potência nominal (kW)	216
Rotação nominal (rpm)	2200
Tanque de combustível	950
Área do côncavo (m ²)	1,10
Área total unidade de limpeza (m ²)	4,55
Velocidade do ventilador (rpm)	750-1400
Capacidade tanque graneleiro (litros)	8850
Tempo para descarga (segundos)	114
Tipo de transmissão	Hidrostática com caixa de 3 velocidades
Largura sem plataforma (m)	3,90
Comprimento sem plataforma (m)	9,81
Altura em condições de colheita (m)	4,5
Peso sem plataforma (kg)	12738
Plataforma de milho	8 e 10