

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS DE TOLEDO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AGRONEGÓCIO**

ÉRIKA BASTOS BUTTENMÜLLER VILAS BOAS

**ESTUDO DA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DE UMA FÁBRICA
DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE E TÉCNICAS TAGUCHI DE CUSTO MÍNIMO**

TOLEDO

2005

ÉRIKA BASTOS BUTTENMÜLLER VILAS BOAS

**ESTUDO DA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DE UMA FÁBRICA
DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE E TÉCNICAS TAGUCHI DE CUSTO MÍNIMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - *Campus* Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo

TOLEDO

2005

ÉRIKA BASTOS BUTTENMÜLLER VILAS BOAS

**ESTUDO DA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DE UMA FÁBRICA
DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO CARTAS DE
CONTROLE E TÉCNICAS TAGUCHI DE CUSTO MÍNIMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE - *Campus* Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Ricardo Roberto Behr
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Pery Francisco Assis Shikida
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Júnior
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Toledo, 24 de fevereiro de 2005.

*A meu marido Márcio, aos
meus filhos Aurick e Stéfany,
companheiros de todas as horas,
pelo amor, carinho e dedicação nos
caminhos que juntos percorremos.
Dedico com amor.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por sempre ter me dado força para superar as dificuldades, bem como me aberto portas para atingir meu objetivo de vida.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, através do curso de mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, pela acolhida e pelos ensinamentos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Miguel Angel Uribe Opazo, pela orientação, dedicação, comprometimento e, especialmente, pela amizade.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo durante o curso.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, pela oportunidade oferecida.

Aos professores doutores Ricardo Roberto Behr, Pery Francisco Assis Shikida e Weimar Freire da Rocha Júnior, pelas importantes contribuições para aprimoramento deste estudo.

Aos meus colegas do curso de mestrado, Jovir, Jefferson, Pedro, Élio, Jaime, Ângela, Márcio, Elisângela e Gisele pela amizade e companheirismo de todas as horas.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e incentivo no decorrer de todo o curso e de toda minha vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

VILAS BOAS, Érika Bastos Buttenmüller. Estudo da qualidade da matéria-prima de uma fábrica de ração para frangos de corte utilizando cartas de controle e técnicas Taguchi de custo mínimo - 2005. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o controle estatístico de qualidade das matérias-primas na fabricação de ração que são utilizadas para a alimentação de frangos de corte, em empresa situada na região Oeste do Paraná. As matérias-primas selecionadas para serem monitoradas foram: milho e farelo de soja de origem vegetal e farinha de carne, farinha de vísceras e farinha de penas de origem animal. As variáveis que compõe cada matéria-prima como umidade, proteína bruta, proteína solúvel, fósforo, acidez, fibra bruta, atividade ureática e extrato etéreo foram coletadas nos anos de 2003 e 2004. O enfoque deste estudo da qualidade foi a aplicação dos gráficos de controle individual X e AM, gráfico ponderado EWMA, gráficos de somas acumuladas CUSUM Tabular e CUSUM Máscara V. Uma abordagem sobre custo de perda de qualidade foi utilizada para a determinação do intervalo econômico de inspeção em função do custo mínimo, segundo técnicas de Taguchi. Os resultados mostram com relação a matéria-prima milho que o gráfico de controle ponderado EWMA foi o mais eficiente na análise das variáveis estudadas. Quanto à capacidade do processo pode-se inferir que apenas a variável umidade está abaixo das especificações desejadas. A matéria-prima farelo de soja teve os gráficos Individual X e AM como os mais eficientes, tendo desempenho equivalente e, em relação à capacidade do processo, apenas a variável urease está atendendo o valor mínimo recomendado pelo CBAA. A respeito da matéria-prima farinha de carne, o gráfico de somas acumuladas CUSUM Tabular foi o mais eficiente e quanto a capacidade do processo apenas a variável umidade está atendendo as especificações mínimas exigidas pelo CBAA. Em relação à matéria-prima farinha de penas, o gráfico Individual AM foi o mais eficiente, e quanto a capacidade do processo, nenhuma variável está atendendo as especificações mínimas exigidas pelo CBAA. Em relação à matéria-prima farinha de vísceras, os gráficos EWMA e CUSUM Tabular foram os mais eficazes com desempenho equivalente, e quanto à capacidade do processo apenas as variáveis umidade e acidez estão atendendo as especificações mínimas exigidas pelo CBAA. Para análise dos custos mínimos, observou-se que os custos aumentam com o aumento da tolerância do processo (k) e diminuem com o aumento do valor de C_{pl} ou C_{pu} . A respeito da análise do intervalo ótimo de inspeção, os resultados mostram que os tempos de intervalo diminuem com o aumento da tolerância do processo (k), e aumenta com o aumento dos valores de C_{pl} ou C_{pu} .

Palavras-chave: controle de qualidade, cartas de controle, capacidade do processo e custo mínimo.

VILAS BOAS, Érika Bastos Buttenmüller. Quality study of material for ration factory for cut chickens using control charts and techniques Taguchi of minimum cost – 2005. Dissertation (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the statistical quality control of the raw material used during the manufacturing of animal feed, which is being utilized for broiler chicken feed in businesses located in the western region of the state of Paraná. The raw material selected to be monitored were: corn and soy meal from vegetable origin, and meat flour, viscus and feather flour from animal origin. The variables that make up each group of raw material, such as humidity, raw protein, soluble protein, phosphorus, acidity, raw fiber, uretic activity and ethereal extract were collected during 2003 and 2004. The focus of this study of quality was on the application of individual X and AM control charts, and EWMA charts, Tabular CUSUM accumulated sum charts and V Mask CUSUM. An approach regarding the cost of quality loss was utilized in order to determine the economic interval of inspection related to the minimum cost, according to Taguchi's techniques. Regarding the corn raw material, the results show that the pondered control chart EWMA was the most efficient when analyzing the studied variables. As far as the capability of the process is concerned, we can conclude that only the humidity variable is below the desired specifications. The soy meal raw material had the individual X and AM charts as the most efficient and with an equivalent performance, and, regarding the process capacity, only the variable urease is up to the minimum value recommended by the CBAA. When it comes to the meat flour raw material, the tabular of the accumulated sums chart CUSUM was the least efficient and, as far as its process capacity is concerned, only the humidity variable is up to the minimum requirements required by the CBAA. Regarding the feather flour raw material, the individual AM chart was the most efficient, as far as the process capacity is concerned, none of the variables are up to the minimum specifications required by the CBAA. When it comes to the viscus flour raw material, the EWMA charts and the Tabular CUSUM were the most efficient, having an equivalent performance, and regarding the process capacity, only the humidity and acidity variables are up to minimum CBAA requirements. For the analysis of the minimum costs, we observed that the costs increase with the process tolerance increase (k) and decrease with the increase of the C_{pl} or C_{pu} values. Regarding the optimum interval analysis of inspection, the results show that the interval times decrease with the increase of the process tolerance (k), and increase with the increase of the values of C_{pl} or C_{pu} .

Keywords: quality control, control charts, process capability, minimum cost

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Gráfico CUSUM sob a forma de Máscara V.....	44
FIGURA 2 – Intervalo econômico de inspeção (n^*), sendo L o custo total, L_1 o custo de não conformidade, L_2 o custo de inspeção e L_3 o custo de ajuste	53
FIGURA 3 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para umidade do milho	64
FIGURA 4 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para umidade do milho	65
FIGURA 5 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para umidade do milho	66
FIGURA 6 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína bruta do milho	69
FIGURA 7 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína bruta do milho	70
FIGURA 8 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína bruta do milho	71
FIGURA 9 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para extrato etéreo do milho	74
FIGURA 10 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para extrato etéreo do milho	75
FIGURA 11 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para extrato etéreo do milho	76
FIGURA 12 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para fibra bruta do milho	78
FIGURA 13 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para fibra bruta do milho	79
FIGURA 14 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para fibra bruta do milho	80
FIGURA 15 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para umidade do farelo de soja	82

FIGURA 16 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para umidade do farelo de soja	83
FIGURA 17 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para umidade do farelo de soja	84
FIGURA 18 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína bruta do farelo de soja	86
FIGURA 19 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína bruta do farelo de soja	87
FIGURA 20 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína bruta do farelo de soja	88
FIGURA 21 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína solúvel do farelo de soja	90
FIGURA 22 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína solúvel do farelo de soja	91
FIGURA 23 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína solúvel do farelo de soja	91
FIGURA 24 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para teor de urease do farelo de soja	94
FIGURA 25 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para teor de urease do farelo de soja	95
FIGURA 26 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para teor de urease do farelo de soja	95
FIGURA 27 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para umidade da farinha de carne.....	98
FIGURA 28 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para umidade da farinha de carne	99
FIGURA 29 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para umidade da farinha de carne	100
FIGURA 30 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína bruta da farinha de carne	102

FIGURA 31 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína bruta da farinha de carne	103
FIGURA 32 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína bruta da farinha de carne.....	104
FIGURA 33 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para extrato etéreo da farinha de carne	106
FIGURA 34 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para do extrato etéreo da farinha de carne.....	107
FIGURA 35 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para do extrato etéreo da farinha de carne.....	108
FIGURA 36 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para fósforo da farinha de carne.....	110
FIGURA 37 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para fósforo da farinha de carne	111
FIGURA 38 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para fósforo da farinha de carne	111
FIGURA 39 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para acidez da farinha de carne.....	114
FIGURA 40 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para acidez da farinha de carne	115
FIGURA 41 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para acidez da farinha de carne	115
FIGURA 42 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para umidade da farinha de penas	118
FIGURA 43 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para umidade da farinha de penas	119
FIGURA 44 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para umidade da farinha de penas	119
FIGURA 45 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína bruta da farinha de penas	122

FIGURA 46 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína bruta da farinha de penas	123
FIGURA 47 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína bruta da farinha de penas	123
FIGURA 48 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para extrato etéreo da farinha de penas	126
FIGURA 49 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para extrato etéreo da farinha de penas	127
FIGURA 50 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para extrato etéreo da farinha de penas	127
FIGURA 51 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para acidez da farinha de penas	130
FIGURA 52 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para acidez da farinha de penas	131
FIGURA 53 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para acidez da farinha de penas	131
FIGURA 54 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para umidade da farinha de vísceras	134
FIGURA 55 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para umidade da farinha de vísceras.....	135
FIGURA 56 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para umidade da farinha de vísceras	135
FIGURA 57 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para proteína bruta da farinha de vísceras.....	138
FIGURA 58 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para proteína bruta da farinha de vísceras.....	139
FIGURA 59 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para proteína bruta da farinha de vísceras	139
FIGURA 60 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para extrato etéreo da farinha de vísceras.....	142

FIGURA 61 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para extrato etéreo da farinha de vísceras.....	143
FIGURA 62 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para extrato etéreo da farinha de vísceras	143
FIGURA 63 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para fósforo da farinha de vísceras	146
FIGURA 64 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para fósforo da farinha de vísceras.....	147
FIGURA 65 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para fósforo da farinha de vísceras	147
FIGURA 66 – Gráficos de controle Individual X (a) e AM (b) para acidez da farinha de vísceras	150
FIGURA 67 – Gráficos de controle EWMA (a) e CUSUM Tabular (b) para acidez da farinha de vísceras.....	151
FIGURA 68 – Gráfico de controle CUSUM Máscara V para acidez da farinha de vísceras	151

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Parâmetros mensurados do milho	23
TABELA 2 – Parâmetros mensurados do farelo de soja	23
TABELA 3 – Parâmetros mensurados da farinha de penas	24
TABELA 4 – Parâmetros mensurados da farinha de vísceras.....	24
TABELA 5 – Parâmetros mensurados da farinha de carne	25
TABELA 6 – Análise exploratória dos dados de umidade do milho.....	63
TABELA 7 – Análise exploratória dos dados de Proteína Bruta do milho	68
TABELA 8 – Análise exploratória dos dados do extrato etéreo do milho	73
TABELA 9 – Análise exploratória dos dados da fibra bruta do milho	77
TABELA 10 – Análise exploratória dos dados da umidade do farelo de soja.....	81
TABELA 11 – Análise exploratória dos dados para proteína bruta do farelo de soja	85
TABELA 12 – Análise exploratória dos dados para proteína solúvel do farelo de soja	89
TABELA 13 – Análise exploratória dos dados para urease do farelo de soja.....	93
TABELA 14 – Análise exploratória dos dados de umidade da farinha de carne.....	97
TABELA 15 – Análise exploratória dos dados da proteína bruta da farinha de carne.....	101
TABELA 16 – Análise exploratória dos dados do extrato etéreo da farinha de carne.....	105
TABELA 17 – Análise exploratória dos dados do fósforo da farinha de carne	109
TABELA 18 – Análise exploratória dos dados da acidez da farinha de carne	113
TABELA 19 – Análise exploratória dos dados da umidade da farinha de penas.....	117
TABELA 20 – Análise exploratória dos dados de proteína bruta da farinha de penas	121
TABELA 21 – Análise exploratória dos dados de extrato etéreo da farinha de penas	125
TABELA 22 – Análise exploratória dos dados de acidez da farinha de penas	129
TABELA 23 – Análise exploratória dos dados da umidade da farinha de vísceras .	133

TABELA 24 – Análise exploratória dos dados da proteína bruta da farinha de vísceras	137
TABELA 25 – Análise exploratória dos dados do extrato etéreo da farinha de vísceras	141
TABELA 26 – Análise exploratória dos dados do fósforo da farinha de vísceras	145
TABELA 27 – Análise exploratória dos dados da acidez da farinha de vísceras.....	149

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Eficiência das cartas de controle das matérias-primas de uma fábrica de ração para frangos de corte em função de parâmetros de qualidade	153
QUADRO 2 – Análise da capacidade do processo das matérias-primas	155
QUADRO 3 – Valores de custos mínimos e intervalos ótimos de inspeção do controle de qualidade em função dos parâmetros k , ϕ , C_{pu} e C_{pl}	157

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Problema	03
1.2 Importância e justificativa	03
2 OBJETIVOS	05
2.1 Objetivo geral	05
2.2 Objetivos específicos.....	05
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	07
3.1 Gestão da qualidade na agroindústria.....	07
3.2 Controle de qualidade.....	09
3.3 Controle de qualidade em fábrica de ração para frango de corte.....	13
3.3.1 Controle de qualidade dos ingredientes da ração	17
3.3.2 Padronização de matérias-primas para alimentação animal	21
3.4 Controle estatístico de qualidade	26
3.4.1 Controle de qualidade por amostragem.....	28
3.4.2 Gráficos de controle.....	30
3.4.3 Gráficos de controle de variável para medidas individuais (gráficos X e AM) ..	33
3.4.4 Gráficos de controle da média móvel exponencialmente ponderada – EWMA	35
3.4.5 Gráfico de controle da soma cumulativa – CUSUM.....	37
3.4.5.1 Gráfico CUSUM Tabular ou Algorítmico	41
3.4.5.2 Gráfico CUSUM Máscara V	43
3.4.6 Capacidade do processo	46
3.4.6.1 Aspectos gerais	46
3.4.6.2 Índices de capacidade do processo.....	46
3.5 Custos do controle de qualidade	50
3.5.1 Estratégias de controle	51
3.5.1.1 Desvio nominal	51
3.5.1.2 Custo mínimo	52
3.5.2 Determinação do custo mínimo	53

4 METODOLOGIA.....	56
4.1 Tipo de pesquisa	56
4.2 Local	56
4.3 Matérias- primas selecionadas para serem monitoradas	56
4.3.1 Milho	57
4.3.2 Farelo de soja.....	57
4.3.3 Farinha de carne.....	57
4.3.4 Farinha de vísceras	58
4.3.5 Farinha de penas.....	58
4.4 Coleta de dados e tratamento estatístico	59
5 RESULTADOS E DISCUSÃO.....	62
5.1 Milho	62
5.1.1 Umidade	62
5.1.2 Proteína bruta.....	67
5.1.3 Extrato etéreo	72
5.1.4 Fibra bruta	77
5.2 Farelo de soja.....	81
5.2.1 Umidade	81
5.2.2 Proteína bruta.....	85
5.2.3 Proteína solúvel.....	89
5.2.4 Urease	92
5.3 Farinha de carne	97
5.3.1 Umidade	97
5.3.2 Proteína bruta.....	101
5.3.3 Extrato etéreo	105
5.3.4 Fósforo	109
5.3.5 Acidez.....	112
5.4 Farinha de penas.....	117
5.4.1 Umidade	117
5.4.2 Proteína bruta.....	120
5.4.3 Extrato etéreo	124

5.4.4 Acidez.....	128
5.5 Farinha de vísceras	133
5.5.1 Umidade	133
5.5.2 Proteína bruta.....	136
5.5.3 Extrato etéreo	140
5.5.4 Fósforo	144
5.5.5. Acidez.....	148
5.6 Resumo dos resultados obtidos dos gráficos de controle.....	152
5.7 Análise da capacidade do processo das matérias-primas.....	154
5.8 Análise dos custos mínimos e intervalo ótimo de inspeção do controle de qualidade	156
6 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES.....	158
REFERÊNCIAS.....	162