

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Utilização do CEP para Estudo do Processo de Fabricação  
de Rações Animais Peletizadas e Extrusadas**

*João Fernando Lopes Ocampos*

**TCC-EP-43-2011**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**Utilização do CEP para Estudo do Processo de Fabricação  
de Rações Animais Peletizadas e Extrusadas**

*João Fernando Lopes Ocampos*

**TCC-EP-43-2011**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof.<sup>(a)</sup>. Msc. Francielle Cristina Fenerich

**Maringá - Paraná  
2011**

## DEDICATÓRIA

A toda a minha família. Em especial, aos meus pais que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida. Estavam ali para brigar ou aconselhar. Acreditaram que um dia eu chegaria aqui.

## EPÍGRAFE

*Don't worry about a thing,  
'Cause every little thing  
Gonna be all right...*

*Bob Marley.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a DEUS. Sem Ele nada seria.

Aos meus pais, Gladiston e Santa, mais do que especiais, são Únicos. Agradeço a cada briga, a cada conselho nesses mais de vinte anos. Meus primeiros Mestres. Aqueles que me ensinaram a ver a vida, a viver a cada momento com alegria aprendendo até mesmo nas dificuldades. Ao meu Pai e a minha Mãe, Muito Obrigado!

A minha irmã Camila, que sempre esteve do meu lado, seja me aperreando ou com aquele amor fraternal. Minha irmãzinha, eu te agradeço a cada momento que passei junto de ti. A cada pirraça que fizemos juntos. Momentos que se foram. Momentos que ainda virão.

A uma pessoa chamada Elaine. Entrou na minha vida de maneira inusitada e hoje, só tenho a agradecer. Agradeço a ti minha namorada, por ser paciente, por me dar força nos momentos de dificuldades. Mesmo longe, era como se estivesse aqui do meu lado, compartilhando minhas alegrias e minhas dificuldades.

Aos meus amigos que sempre estavam ali para me ajudar. Aqueles que te fazem chorar de tanto rir. Aqueles que, quando tudo parece chato, se torna único. Obrigado a todos por me fazerem sorrir até mesmo nos momentos difíceis.

Agradeço a minha orientadora, Francielle, que se dedicou o quanto foi possível para que este trabalho fosse concluído. Agradeço a ela por me aconselhar e expor ideias que me ajudaram a realizar este estudo.

Agradeço a todos os professores durante estes cinco anos de curso. Pude aprender inúmeras coisas que diretamente ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho. A cada um, Obrigado!

A todos da empresa. Em especial ao pessoal do controle da qualidade: Toni, Ana, Marcel e a todos que ali passaram durante estes oito meses. Pessoas com que passo seis horas do meu dia rindo, conversando e aprendendo. Agradeço a Toni, inicialmente pela oportunidade de estágio, e depois, por proporcionar o desenvolvimento deste trabalho acreditando em meu

potencial.

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado numa empresa de ração animal na cidade de Maringá com o propósito de estudar características da qualidade das rações produzidas e propor melhorias e a adoção de cartas de controle. Primeiramente, estudou-se o processo produtivo da empresa avaliando pontos críticos da mesma. Depois foram elaborados os gráficos de Pareto para delimitar os estudos em algumas rações da empresa. Com essas rações foi feito o estudo das características de umidade, atividade de água e densidade dos produtos utilizando gráficos de controle. No final, foram plotados as cartas de controle para cada produto estudado e elaborado uma proposta de adoção de limites de controle encontrados. Os problemas encontrados foram discutidos e as possíveis causas foram evidenciadas, assim como, a elaboração de um plano de inspeção para controlar os pontos críticos de fabricação.

**Palavras-chave:** CEP, gráficos de controle, ração animal.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. <i>Objetivo geral</i> .....	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. HISTÓRIA DA QUALIDADE .....	4
2.2. PADRONIZAÇÃO.....	6
2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	7
2.3.1. <i>Brainstormig</i> .....	7
2.3.2. <i>Plano de Ação 5W2H</i> .....	8
2.3.3. <i>Folha de Verificação</i> .....	9
2.3.4. <i>Gráfico de Pareto</i> .....	11
2.3.5. <i>Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa</i> .....	12
2.3.6. <i>Gráfico de Controle</i> .....	14
2.4. QUALIDADE DA RAÇÃO .....	16
2.4.1. <i>Qualidade Nutricional/Fisiológica</i> .....	16
2.4.2. <i>Qualidade Sanitária</i> .....	16
2.4.3. <i>Identidade e qualidade de PET</i> .....	16
2.5. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE RAÇÃO.....	17
2.5.1. <i>Peletização</i> .....	18
2.5.2. <i>Extrusão</i> .....	19
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>22</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO DA EMPRESA.....	22
4.1.1. <i>Produto farelado, peletizado e triturado</i> .....	22
4.1.2. <i>Produto extrusado</i> .....	24
4.2. DELIMITAÇÃO DOS ESTUDOS E MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS .....	25
4.2.1. <i>Gráfico de Pareto para delimitação dos estudos</i> .....	25
4.2.2. <i>Método para identificar problemas na qualidade das rações: Gráficos de controle para medidas individuais</i> .....	30
4.3. ESTUDO DOS ASPECTOS DA QUALIDADE.....	31
4.3.1. <i>Aspectos da qualidade para Extrusados</i> .....	31
4.3.2. <i>Aspectos da qualidade para Insumos</i> .....	32
<b>5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
5.1. EXTRUSADOS.....	33
5.1.1. <i>Extrusado A</i> .....	33
5.1.2. <i>Extrusado B</i> .....	39
5.1.3. <i>Extrusado C</i> .....	43
5.1.4. <i>Extrusado D</i> .....	47
5.1.5. <i>Extrusado E</i> .....	51
5.1.6. <i>Extrusado F</i> .....	54
5.1.7. <i>Extrusado G</i> .....	58

5.2.	INSUMOS.....	61
5.2.1.	<i>Insumo A</i> .....	62
5.2.2.	<i>Insumo B</i> .....	64
5.2.3.	<i>Insumo C</i> .....	65
5.2.4.	<i>Insumos D</i> .....	67
5.2.5.	<i>Insumos E</i> .....	69
5.2.6.	<i>Insumos F</i> .....	71
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS GERAIS E PROPOSTAS DE MELHORIA .....</b>	<b>73</b>
6.1.	EXTRUSADOS.....	73
6.1.1.	<i>Umidade</i> .....	73
6.1.2.	<i>Atividade de Água</i> .....	77
6.1.3.	<i>Densidade</i> .....	77
6.2.	INSUMOS.....	81
6.3.	AVALIAÇÃO FINAL E PROPOSTAS DE MELHORIA.....	82
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>117</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. EXEMPLO DE PLANO DE AÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO 5W2H. FONTE: CICLO CAPD, 2011. ....	9
FIGURA 2. EXEMPLOS DE FOLHAS DE VERIFICAÇÃO. FONTE: BLOG GESTÃO EMPRESARIAL, 2011. ....	10
FIGURA 3. EXEMPLO DE GRÁFICO DE PARETO. FONTE: CAMPOS, 2004. ....	12
FIGURA 4. EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO. FONTE: WERKEMA, 1995. ....	13
FIGURA 5. EXEMPLO DE GRÁFICO DE CONTROLE. FONTE: WERKEMA, 1995. ....	15
FIGURA 6. FLUXOGRAMA DO PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE RAÇÃO FARELADA. ....	23
FIGURA 7. FLUXOGRAMA DO PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE RAÇÃO TRITURADA E PELETIZADA. ....	23
FIGURA 8. FLUXOGRAMA DO PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE RAÇÃO EXTRUSADA. ....	25
FIGURA 9. GRÁFICO DE PARETO CONSTRUÍDO A PARTIR DA PORCENTAGEM DE FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS EXTRUSADOS NO PERÍODO DA COLETA DE DADOS. ....	27
FIGURA 10. GRÁFICO DE PARETO CONSTRUÍDO A PARTIR DA PORCENTAGEM DE FABRICAÇÃO DOS PRODUTOS FARELADOS, TRITURADOS E PELETIZADOS NO PERÍODO DA COLETA DE DADOS. ....	29
FIGURA 11. GRÁFICO 1 PARA A AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO A. ....	35
FIGURA 12. GRÁFICO FINAL PARA A AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO A. ....	35
FIGURA 13. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS DE UMIDADE NO EXTRUSADO A. ....	36
FIGURA 14. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO A. ....	37
FIGURA 15. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO A. ....	37
FIGURA 16. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO A. ....	38
FIGURA 17. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO A. ....	38
FIGURA 18. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO B. ....	40
FIGURA 19. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO B. ....	40
FIGURA 20. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO B. ....	41
FIGURA 21. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO B. ....	41
FIGURA 22. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO B. ....	42
FIGURA 23. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO B. ....	43
FIGURA 24. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO C. ....	44
FIGURA 25. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO C. ....	44
FIGURA 26. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO C. ....	45
FIGURA 27. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO C. ....	45
FIGURA 28. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO C. ....	46
FIGURA 29. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO C. ....	47
FIGURA 30. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO D. ....	48
FIGURA 31. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO D. ....	49
FIGURA 32. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO D. ....	49
FIGURA 33. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO D. ....	50
FIGURA 34. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO D. ....	50
FIGURA 35. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO D. ....	51
FIGURA 36. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO E. ....	52
FIGURA 37. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO E. ....	52
FIGURA 38. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO E. ....	53
FIGURA 39. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO E. ....	53
FIGURA 40. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO E. ....	54
FIGURA 41. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO E. ....	54
FIGURA 42. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO F. ....	55
FIGURA 43. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO F. ....	56
FIGURA 44. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO F. ....	56
FIGURA 45. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO F. ....	57
FIGURA 46. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO F. ....	57
FIGURA 47. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO F. ....	58
FIGURA 48. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO EXTRUSADO G. ....	59
FIGURA 49. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO EXTRUSADO G. ....	59
FIGURA 50. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO G. ....	60
FIGURA 51. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À ATIVIDADE DE ÁGUA NO EXTRUSADO G. ....	60
FIGURA 52. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DA DENSIDADE NO EXTRUSADO G. ....	61

FIGURA 53. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À DENSIDADE NO EXTRUSADO G. ....	61
FIGURA 54. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO A.....	62
FIGURA 55. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO A. ....	63
FIGURA 56. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO B.....	64
FIGURA 57. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO B.....	65
FIGURA 58. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO C.....	66
FIGURA 59. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO C.....	67
FIGURA 60. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO D.....	68
FIGURA 61. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO D. ....	69
FIGURA 62. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO E. ....	70
FIGURA 63. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO E.....	71
FIGURA 64. GRÁFICO PARA AMPLITUDE MÓVEL DE UMIDADE NO INSUMO F. ....	72
FIGURA 65. GRÁFICO PARA MEDIDAS INDIVIDUAIS RELACIONADAS À UMIDADE NO INSUMO F.....	72
FIGURA 66. DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA FALHA DE SECAGEM NOS PRODUTOS.....	76
FIGURA 67. DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO PARA O ALTO VALOR PARA A DENSIDADE DOS PRODUTOS. ....	80

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. QUADRO PARA ELABORAÇÃO DE FOLHAS DE VERIFICAÇÃO .....	11
TABELA 2. VANTAGENS DE DESVANTAGENS DO PROCESSO DE EXTRUSÃO DE ALIMENTOS.....	20
TABELA 3. TABELA DE EXPRESSÕES UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DOS GRÁFICOS DE CONTROLE. ....	30
TABELA 4. LIMITES DE ESPECIFICAÇÕES PARA UMIDADE, ATIVIDADE DE ÁGUA E DENSIDADE DOS PRODUTOS EXTRUSADOS DA EMPRESA DESTINADO A PEIXES. ....	31
TABELA 5. LIMITES DE ESPECIFICAÇÕES PARA UMIDADE, ATIVIDADE DE ÁGUA E DENSIDADE DOS PRODUTOS EXTRUSADOS DA EMPRESA DESTINADO A PET. ....	31
TABELA 6. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA A.....	33
TABELA 7. TABELA DE AMPLITUDE MÓVEL PARA A RAÇÃO EXTRUSADA A.....	34
TABELA 8. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA B.....	39
TABELA 9. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA C.....	43
TABELA 10. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA D.....	47
TABELA 11. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA E.....	51
TABELA 12. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA F.....	55
TABELA 13. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA A RAÇÃO EXTRUSADA G.....	58
TABELA 14. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO A.....	62
TABELA 15. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO B.....	64
TABELA 16. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO C.....	66
TABELA 17. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO D.....	68
TABELA 18. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO E.....	69
TABELA 19. RESULTADOS DA COLETA DE DADOS PARA O INSUMO F.....	71
TABELA 20. LIMITES DE CONTROLE PARA A UMIDADE DOS PRODUTOS EXTRUSADOS.....	73
TABELA 21. VALORES DOS LIMITES DE CONTROLE PARA PORCENTAGEM DE UMIDADE DAS RAÇÕES EXTRUSADAS.....	74
TABELA 22. LIMITES DE CONTROLE PARA A ATIVIDADE DE ÁGUA DOS PRODUTOS EXTRUSADOS.....	77
TABELA 23. VALORES DOS LIMITES DE CONTROLE PARA A ATIVIDADE DE ÁGUA DAS RAÇÕES EXTRUSADAS.....	77
TABELA 24. LIMITES DE CONTROLE PARA A DENSIDADE DOS PRODUTOS EXTRUSADOS.....	78
TABELA 25. VALORES DOS LIMITES DE CONTROLE PARA DENSIDADE DAS RAÇÕES EXTRUSADAS.....	78
TABELA 26. VALORES DOS LIMITES DE CONTROLE PARA A PORCENTAGEM DE UMIDADE DOS INSUMOS.....	81
TABELA 27. VALORES DOS LIMITES DE CONTROLE PARA UMIDADE DOS INSUMOS.....	82
TABELA 28. LIMITES DE CONTROLE PROPOSTOS PARA AS RAÇÕES DA EMPRESA.....	82
TABELA 29. PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE INSUMOS E EXTRUSADOS.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Amplitude Móvel
AW	Activity of Water (Atividade de água)
CEP	Controle Estatístico de processos
D	Densidade
LIC	Limite Inferior de Controle
LM	Linha Média
LSC	Limite Superior de Controle
NI	Não Identificado
UM	Umidade

## 1. INTRODUÇÃO

O ser humano busca qualidade em tudo o que esta a sua volta, desde ao ouvir uma simples música a escolher a casa dos seus sonhos. Não seria diferente ao comprar um produto ou adquirir certo serviço. No mercado competitivo dos dias de hoje, a qualidade passou de um item diferencial para essencial na vida de qualquer empresa que visa atender as exigências de seus clientes através de diversas ferramentas que possam controlar e assegurar essa qualidade tão exigida (GIOVANONI, 2005).

Nas fábricas de ração animal este panorama não é diferente. A qualidade do produto ofertado é tão importante que ela é evidente em todas as partes, desde a chegada da matéria-prima até o seu consumo final. Por ser um produto alimentício que pode afetar a saúde de animais, as rações necessitam de um controle de qualidade rígido, mas que assegure uma produção rápida como mínimo de tempo desperdiçado. Elas devem ser produzidas contendo aspectos físicos e nutrientes necessários (energia e proteína) para atender os processos fisiológicos e o desempenho do animal, uma vez que a quantidade de alimento ingerida tem importância fundamental (AMARAL, 2002, p. 22).

Nota-se que a fabricação de uma ração animal exige da empresa cuidados extremos em todas as etapas do ciclo do produto, pois qualquer falha pode trazer inúmeros prejuízos. Um aspecto relevante ocorre durante o processo de fabricação da ração, onde os ingredientes são misturados conforme uma fórmula específica dando o aspecto, cheiro e gosto ao produto final. Um erro nesta etapa resulta, na maioria das vezes, em um produto fora dos padrões de qualidade. Isto gera reprocesso de todo o produto incoerente ocasionando perda de tempo, hora trabalhada e investimento.

O dicionário defini padronização como “realização em série seguindo o mesmo padrão” (SILVEIRA BUENO, 1996, p. 476). Assim, nota-se que o ato de padronizar é estabelecer uma determinada sequência de ações para a fabricação de um produto ou na prestação de um serviço, igualando todos a um padrão considerado ideal. Esta ferramenta está presente em nossas vidas em várias atividades rotineiras, como por exemplo, cozinhar. Ao preparar um bolo seguimos uma receita com todo o procedimento descrito contento tempo de preparo e quantidade de ingredientes necessários para certa porção. Seguindo este raciocínio, os

procedimentos existentes para a produção de ração exige o mesmo tipo de detalhamento, seria como se fosse uma “receita de ração animal”.

Um método utilizado pelas empresas para o controle e melhoria da produção é o CEP. Ele é composto por um conjunto de ferramentas que ajudam a diminuir a variabilidade do processo e conseqüentemente a padronizar atividades visando garantir que a organização alcance os resultados esperados. No caso de fábricas de ração animal o CEP ajuda a controlar e garantir a qualidade do processo de fabricação oferecendo a seus clientes um produto satisfatório.

Hoje em dia, é indiscutível a importância deste procedimento em fábricas de todos os ramos evitando uma séria de problemas, como o desperdício de matéria-prima e de tempo. É uma forma de auxiliar as instituições na busca pelo controle da qualidade total de seus serviços e processos durante a produção. Apesar dos prós deste método, em muitas empresas não há essa dedicação total dos integrantes, fazendo com que ele não passe apenas do papel.

O presente trabalho será realizado na cidade de Maringá em uma indústria do ramo alimentício, produtora de diversos tipos de rações para cães, gatos, aves, equinos, e peixes. Será utilizado o CEP a fim de evidenciar problemas na qualidade do produto ofertado e propor, a partir dos dados obtidos, padrões de qualidade para a ração e eventuais procedimentos para melhorar o processo de fabricação.

### **Justificativa**

Existe a necessidade de um estudo e padronização de certos aspectos da qualidade do produto e a adoção de procedimentos que possam controlar e manter esta qualidade. O processo atual apresenta etapas com controles ineficientes, como por exemplo, a sequência ou o tempo de mistura, que podem ajudar a produzir um produto fora do padrão de consumo. Estes produtos, na maioria, serão reprocessados trazendo prejuízos tanto para a fábrica como para os clientes devido a eventuais atrasos na entrega. O CEP evidenciaria esses problemas expondo a falta de controle em alguns aspectos da qualidade. A partir desses dados, será possível padronizar determinados elementos da qualidade da ração e estabelecer procedimentos que ajudarão no controle e manutenção da qualidade do produto final.

## **1.1. Definição e delimitação do problema**

Devido à empresa produzir um número elevado de rações, será escolhido um grupo de rações do tipo extrusado e outro do tipo insumos para efetuar o devido estudo envolvendo o CEP. Cada ração de mesmo grupo segue um processo de produção semelhante. O grupo das rações extrusadas é composto por rações para cães, gatos, cavalos e peixes enquanto nos insumos estão contidas as rações fareladas, trituradas e peletizadas para aves, porcos e equinos. A diferença entre os grupos de rações encontra-se no processo de fabricação, onde no primeiro é feita a extrusão dos ingredientes e no segundo não.

Os produtos finais que se encontram fora do padrão são, em determinados casos, estocados e identificados como NI que poderão ser utilizados na fabricação de outra ração. Todavia, isto acarreta na perda de espaço dentro da fábrica, uma vez que o local destinado para estocagem é pequena. Assim, é gerado um acúmulo de NI prejudicando na movimentação de funcionários e pallets, além de prejudicar a estocagem de produtos acabados e matérias-primas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Realizar um estudo para demonstrar problemas na qualidade da ração e propor a padronização em certos aspectos desta qualidade e métodos que possam controlá-la e mantê-la utilizando o CEP. Assim, a empresa garantiria um processo de maior qualidade e reduziria os gargalos durante o processo proporcionando um produto final com o mínimo de defeitos.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evidenciar falhas na qualidade das rações e buscar soluções como um engenheiro de produção para resolvê-las;
- Aprender a utilizar o CEP no meio industrial vivenciando sua aplicação;
- Demonstrar as vantagens do uso do CEP e da padronização na qualidade do produto final;
- Propor a extensão deste projeto para as demais rações.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. História da Qualidade

O termo qualidade, do latim *qualitas*, tem seu primeiro registro histórico na obra ‘Estudo das Formas Geométricas’ do famoso filósofo Aristóteles. Deste então, diversos autores buscam uma definição exata para este conceito (MOREJÓN, 2005).

Antes da revolução industrial, a qualidade estava embutida no meio artesanal. O responsável pela fabricação e manutenção da qualidade do produto era inteiramente do artesão. Eventualmente, seus produtos eram “inspecionados”, por um mestre do ofício, que em geral era a pessoa mais experiente na produção daquele produto. Desta maneira, a qualidade era gerenciada por uma única pessoa em todos os seus aspectos (LINS, 2000).

No século XIX, após a revolução industrial na Inglaterra, a produção de bens passou por uma mudança drástica. Produtos que antes eram fabricados individualmente e em pequena escala passaram a ser produzidos em massa. Em geral, cada componente passou a ser confeccionado separadamente em elevados números, sendo feita posteriormente a montagem do produto. Apesar deste novo modelo de produção trazer benefícios, houve uma preocupação em manter a qualidade do produto. Como manter a qualidade de produtos que são produzidos em larga escala? (GARVIN, 1992).

A resposta surgiu no início do século XX com Frederick Taylor, o qual atribui como uma tarefa específica de um dos encarregados de fábrica a inspeção dos produtos. Ela era feita de maneira formal que consistia em separar produtos bons dos ruins. Nota-se que a inspeção passa a ser vista como uma tarefa separada da produção, no qual o encarregado avalia a conformidade padrão esperada do produto. Este modelo perdurou durante anos sendo assim conhecido como a primeira era da qualidade: a Era da Inspeção (MOREJÓN, 2005).

Entretanto, com o período de guerras e o aumento da produção de armas com baixo custo e poucas falhas, a inspeção passou a ser um modelo antiquado. O aperfeiçoamento deste modelo era evidente uma vez que ele não garantia a identificação de todos os produtos defeituosos; havia um aumento no número de inspetores; e a inexistência de um controle de

prevenção ou ação corretiva durante o processo de produção (ALVES, 1995). Este modelo passou a ser falho sendo substituído aos poucos por um controle de qualidade estatístico.

Walber Shewhart desenvolveu nos anos 20 conceitos básicos para a qualidade moderna e os apresentou em *Economic of Quality of Manufactured Products*. Para Shewhart um operário era capaz de responsabilizar por todo o controle da produção através do controle estatístico de processos e do ciclo de melhoria contínua (LINS, 2000).

Segundo Silva (2006) este controle se dividia em controle de processo e amostragem. O primeiro visava reconhecer a variabilidade dos processos por meio da probabilidade e estatística, enquanto o segundo era determinar através de um gráfico os limites de máximo e mínimo criando, assim, uma zona de aceitação e rejeição de lotes produzidos.

Para Ishikawa (1993), o controle de qualidade estatístico disseminou seus métodos, como gráficos de controle e inspeções por amostragem, por todo o Japão nos anos 50. Entretanto, isto evidenciou certos problemas ensinando-nos que:

- Métodos estatísticos são eficientes, uma vez usados de maneira correta e simples;
- A padronização é importante, todavia, ela deve sair da teoria;
- O controle da qualidade nada adianta ficando restrito a engenheiros e operários de fábrica. Ela deve atingir a todos os membros da empresa, como administradores e diretores.

Assim, na transição da década de 50 para a de 60, a qualidade passa por um processo de mudança tornando-se uma ferramenta para o gerenciamento. Isto se deve pelo novo conceito divulgado na época: a Garantia da Qualidade (ALVES, 1995). Para Ishikawa (1993), “garantia da qualidade significa garantir a qualidade de um produto para que o consumidor possa comprá-lo com confiança e usá-lo por um longo período de tempo com satisfação e confiança.” Nota-se que há uma expansão do conceito de controle da qualidade, sendo que esta passa desempenhar a função de analisar, pesquisar e prevenir a ocorrência de defeitos (PALADINI, 2004, p. 103).

“Um programa de controle de qualidade enfatiza o processo de fabricação, o envolvimento estende-se às linhas de montagem, aos subcontratantes e às divisões de compras, engenharia de produção e marketing.” A participação precisa atingir toda a empresa. Isto significa que

precisam participar todos os envolvidos no planejamento, no projeto e na pesquisa de novos produtos; os que fazem parte da divisão fabricação e os que integram as divisões de contabilidade, pessoal e relações trabalhistas, sem exceção (ISHIKAWA, 1993, p. 21).

Desta maneira, se forma o pensamento que nos leva ao conceito de Controle da Qualidade Total, do inglês *Total Quality Control (TQC)*, no qual não fica restrito apenas ao sistema produtivo em si, mas em tudo o que lhe dá suporte e garantias para manter tal qualidade (planejamento, manutenção, controle, prevenção, garantia, etc).

As ideias entorno do TQC levaram ao início de uma nova filosofia. Não bastava apenas analisar o produto ou o serviço prestado e submeter isso a um departamento, havia a necessidade de criar-se um sistema de qualidade, o qual fosse responsabilidade de toda a organização, assim, nasceu a filosofia da gestão da qualidade total (*Total Quality Management - TQM*). Para Paladini (2004) “a Gestão da Qualidade envolve toda a organização e desenvolve-se ao longo do tempo, de forma contínua e progressiva.” Nota-se que não é um esforço esporádico e sim uma luta incessante pela busca da qualidade total sendo implantada no “espírito” das empresas.

## **2.2. Padronização**

O homem há muito tempo convive com a padronização em seu meio. No momento em que uma pessoa descobriu uma maneira eficaz de executar determinada atividade e outras passaram a adotá-la, iniciou-se a padronização (AZEREDO, 2000). Para Campos (1992) a “padronização é a atividade sistemática de estabelecer e utilizar padrões”. Assim, deve-se buscar através de métodos o estabelecimento de um padrão e garantir que este padrão seja executado, ou seja, deve-se criar um sistema de padronização.

Este sistema cria, utiliza e controla padrões. Dessa maneira, este sistema irá controlar todo o processo de gerenciamento do padrão desde o seu começo até a sua saída (LUCENA; ARAÚJO; SOUTO, 2006). Segundo Goese, Bragato e Pereira (1999) nas empresas, esta abordagem é uma forma eficaz de organização e gerenciamento de atividades. Entretanto, é necessário identificar os processos, desenvolver métodos para a mensuração e diagnosticção da atual situação e prever acontecimentos futuros – erros, eventualidades ou defeitos.

Para Campos (1992) existem dois tipos de padronização, o primeiro chamado de Padrões de Sistema e o segundo de Padrões Técnico. Já para Meegen (2002, apud SILVA et al, 2004, p.

7) não há uma classificação e sim uma sugestão para acréscimo de níveis de organização hierárquica citadas abaixo:

1. Padrão de Sistema: padrão de primeiro nível ou nível estratégico, no qual estabeleci “o que fazer”.
2. Padrões de Processo: padrão de segundo nível ou nível tático, no qual ocorre o detalhamento das etapas estabelecidas anteriormente e os pontos de inspeção.
3. Padrões Operacionais: padrão de terceiro nível ou nível operacional. Nesta etapa é executada toda a operação de padronização.
4. Padrões de quarto nível: são padrões auxiliares que apoiam e descrevem sinalização, especificações, etc.

Entre os muitos benefícios da padronização pode-se destacar a previsibilidade, o domínio tecnológico, a facilidade de novos treinamentos e a diminuição do reprocesso (SILVA et al, 2004).

### **2.3. Ferramentas da qualidade**

O CEP é composto por ferramentas que auxiliam a identificar e controlar a variabilidade do processo as quais foram denominadas de ferramentas da qualidade.

#### **2.3.1. Brainstormig**

O *brainstorming* é uma ferramenta associada à criatividade sendo utilizada na fase de planejamento. É uma técnica que envolve ideias em grupo, ou seja, como seu próprio nome diz uma “tempestade de ideias”. O *brainstorming* assegura uma melhor qualidade nas decisões e um maior comprometimento do grupo com o problema. (SEBRAE, 2005).

Conforme o manual de ferramentas da qualidade (SEBRAE, 2005) existe dois tipos de *Brainstorming*:

- Estruturado: todas as pessoas do grupo devem expor suas ideias conforme uma ordem estabelecida. Isso faz com que todos participem até mesmo aquelas pessoas mais tímidas.

- Não-estruturado: as pessoas participam de maneira aleatória lançando ideias assim que elas surgem na mente.

Independente do tipo utilizado, uma sessão de *brainstorming* segue as seguintes etapas:

1. Construir a equipe
2. Definir foco
3. Geração de ideias
4. Revisão da lista
5. Análise e seleção
6. Ordenação das ideias.

### **2.3.2. Plano de Ação 5W2H**

O plano de ação é utilizado para desenvolver as ações a serem tomadas conforme a análise do problema. Em geral, é representado por um quadro chamado 5W2H. Esta ferramenta é, basicamente, um *check list* das atividades que serão implementadas, ou seja, será um mapeamento de todo o processo sendo baseada nos seguintes passos (SEBRAE, 2005):

- WHAT (O que): qual a ação a ser desenvolvida (etapas)?
- WHEN (Quando): quando essa ação será executada (tempo)?
- WHY (Por que): por que foi estabelecida essa ação (justificativa)?
- WHERE (Onde): qual será a abrangência da ação (local)?
- WHO (Quem): quem será o responsável pela implementação (responsabilidade)?
- HOW (como): como a ação será implantada (método)?
- HOW MUCH (quanto): quanto será o gasto (custo)?

P								D
P 1 - PLANO DE AÇÃO PROPOSTA / PROJETO / ESTRATÉGIA:				META OBJETIVO: META PRAZO: META VALOR:				INDICA- DOR
	MEDIDA ou AÇÕES (O Quê)	Quando	Onde	Quem	Razão, Por que, Por Quem	Como (Procedimento)	Quanto (R\$)	Posição /_/_/_
1								⊕
2								⊕
3								⊕
4								⊕
5								⊕
6								⊕
7								⊕
8								⊕
9								⊕

EM ANDAMENTO → REALIZADO ↑ A SER FEITO ↓

Figura 1. Exemplo de Plano de Ação utilizando o método 5W2H. Fonte: Ciclo CAPD, 2011.

Utilizando o quadro da Figura 1 é possível visualizar e controlar a solução adequada de um problema. Assim, é possível uma empresa possuir uma visão do futuro de longo alcance (MEIRELES, 2001).

### 2.3.3. Folha de Verificação

Para Werkema (1995, p. 59) “uma folha de verificação é um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados”.

Dessa maneira, uma folha de verificação é uma ferramenta que auxilia na identificação e observação de um problema, pois facilita e organiza a coleta de dados. Existem diversos tipos de folha de verificação, assim, para Werkema cada tipo de folha de verificação é utilizado em determinada fase.



Tabela 1. Quadro para elaboração de folhas de verificação

<b>QUADRO. RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA A ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FOLHAS DE VERIFICAÇÃO</b>	
<b>1.</b>	<b>Defina o objetivo da coleta.</b>
<b>2.</b>	<b>Determine o tipo de folha de verificação a ser utilizado.</b>
<b>3.</b>	<b>Estabeleça um título apropriado.</b>
<b>4.</b>	<b>Inclua campos para o registro dos nomes e códigos dos departamentos envolvidos.</b>
<b>5.</b>	<b>Inclua campos para o registro dos nomes e códigos dos produtos considerados.</b>
<b>6.</b>	<b>Inclua campos para a identificação da(s) pessoa(s) responsável(eis) pelo preenchimento da folha de verificação (quem).</b>
<b>7.</b>	<b>Inclua campos para o registro da origem dos dados (turno, data de coleta, instrumento de medida, número total de produtos avaliados, entre outros).</b>
<b>8.</b>	<b>Apresente na própria folha de verificação instruções simplificadas para o seu preenchimento.</b>
<b>9.</b>	<b>Conscientize todas as pessoas envolvidas no processo de obtenção dos dados, do objetivo e da importância da coleta de dados (porque).</b>
<b>10.</b>	<b>Informe a todas as pessoas envolvidas no processo de obtenção dos dados exatamente em o que, onde, quando e como será medido.</b>
<b>11.</b>	<b>Instrua todas as pessoas envolvidas na coleta de dados sobre a forma de preenchimento da folha de verificação.</b>
<b>12.</b>	<b>Certifique-se de que todos os fatores de estratificação de interesse (máquinas, operadores, turnos, matérias-primas, entre outros) tenham sido incluídos na folha de verificação.</b>
<b>13.</b>	<b>Execute um pré-teste antes de passar a usar a folha de verificação, com o objetivo de identificar possíveis falhas na elaboração da folha.</b>

Fonte: Werkema, 1995.

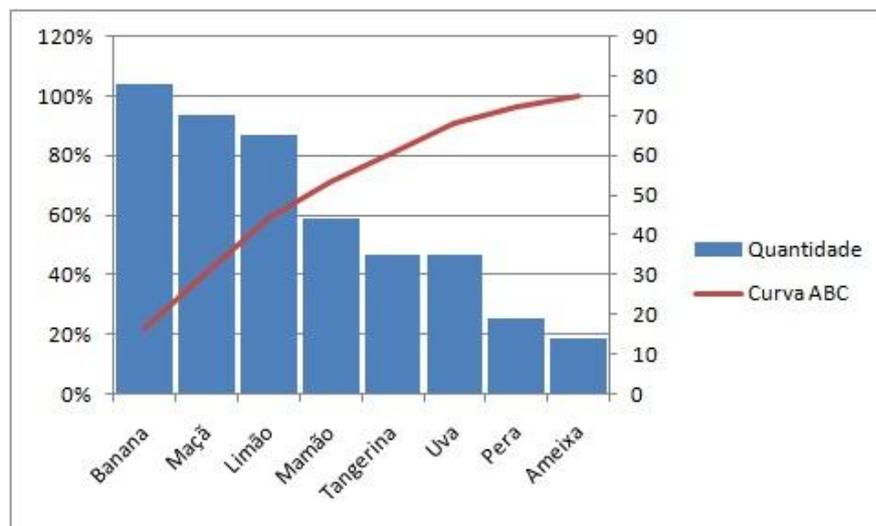
#### **2.3.4. Gráfico de Pareto**

Para Paulo Miguel (2001), o gráfico de Pareto como sendo um organizador de dados por ordem de importância que defini as prioridades para a resolução do problema. Segundo Werkema (1995, p. 71) “o gráfico de Pareto dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos”.

Miguel explica que o gráfico é composto por colunas, na qual os dados ficam dispostos por percentual e distribuídos no eixo da abcissa na ordem decrescente podendo ser utilizado com

uma curva acumulativa. Ainda segundo Miguel, após a confecção da curva é possível dividir o gráfico em regiões diferentes de modo que:

- Região A: caracterizado pelos problemas críticos ou as questões prioritárias. Representam aproximadamente 20%.
- Região B: caracterizado pelos problemas ou questões viáveis representando cerca de 50% do todo.
- Região C: determinam a maior parte dos problemas ou questões a resolver, entretanto de gravidade baixa.



**Figura 3. Exemplo de Gráfico de Pareto. Fonte: Campos, 2004.**

Para Meireles (2001, p. 95), “o diagrama de Pareto hoje, é utilizado na estratificação de dados, isto é: na divisão dos dados em diferentes ‘estratos’(camadas), ou em duas ou mais subpopulações de forma a obter uma gama maior de informações. O diagrama de Pareto, aplicado para estratificação, responde a questão: *O que é mais relevante?*”.

Portanto, o gráfico de Pareto dispõe as informações de modo que seja possível visualizar os problemas principais problemas que aflige uma empresa (WERKEMA, 1995).

### **2.3.5. Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa**

Como o próprio nome diz o diagrama de causa e efeito foi desenvolvido pela primeira vez pelo engenheiro Kaoru Ishikawa. É uma ferramenta utilizada pra demonstrar a relação existente entre as causas que afetam determinado problema mostrando como elas estão intercaladas.

(WERKEMA 1995). Para a construção correta do diagrama de causas e efeito, Cristina Werkema cita oito pontos importantes que são:

1. A construção do diagrama deve envolver um grupo de pessoas. Para o levantamento das causas é aconselhável utilizar a técnica de *brainstorming*;
2. Devem-se definir com clareza e de maneira direta os efeitos do processo;
3. Para cada problema deve ser construído um diagrama de causa e efeito;
4. Em geral, as causas primárias de um diagrama de causa e efeito são constituídas de equipamentos, pessoas, insumos, métodos, medidas e condições ambientais;
5. Em cada identificação de uma causa deve-se responder a seguinte pergunta: “Que tipo de variabilidade nas causas poderia afetar a característica da qualidade de interesse ou resultar no problema considerado”;
6. A importância das causas deve ser baseada em dados;
7. Escolha causas e efeitos mensuráveis;
8. O diagrama de causa e efeito apenas relaciona as causas de um efeito, ou seja, não existe nele a causa fundamental.



Figura 4. Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito. Fonte: Werkema, 1995.

O diagrama de causa e efeito é uma importante ferramenta do CEP e deve ser usada constantemente para organizar as possíveis causas de um problema. Entretanto, ele não encontra a causa fundamental, sendo esta descoberta a partir da análise dos dados (WERKEMA, 1995).

### **2.3.6. Gráfico de Controle**

Quando se fabrica qualquer produto ou presta algum serviço é inevitável que eles apresentem variabilidade. Estas variações são resultados de diferenças entre máquinas, mudanças nas condições ambientais, variações entre lotes de matérias-primas, diferenças de fornecedores, entre outros fatores. Apesar de existir um grande esforço para controlar esta variabilidade, ela sempre irá existir. Assim, é importante que haja um controle dessa variabilidade para que sejam fabricados produtos de ótima qualidade (WERKEMA, 1995).

Segundo Werkema (1995, p. 182), “Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo”. Verificar a estabilidade de um processo evita que haja um processo instável capaz de gerar produtos defeituosos, perda de produção, baixa qualidade, ou seja, resultar na perda da confiança do cliente.

Para Werkema existem dois tipos de causas para a variação: causas comuns ou aleatórias e as causas especiais ou assinaláveis. O primeiro são aquelas variações provocadas por uma variabilidade natural do processo presentes em todos os processos. Quando apenas a variabilidade natural está presente, a variação do processo se mantém em uma faixa estável chamada de faixa característica do processo. Assim, dizemos que o processo está sob controle estatístico, ou seja, apresentam um comportamento estável e previsível. O segundo tipo de variação são aquelas que surgem esporadicamente. Quando isso ocorre dizemos que o processo está fora do controle estatístico e neste caso devemos localizar os pontos de variação e eliminá-los, além de tomar medidas para que não retornem a aparecer. Um gráfico de controle é composto por uma linha média (LM), um par de limites de controle (LIC e LSC) e valores da característica da qualidade. A Figura 5 é um exemplo de gráfico de controle.

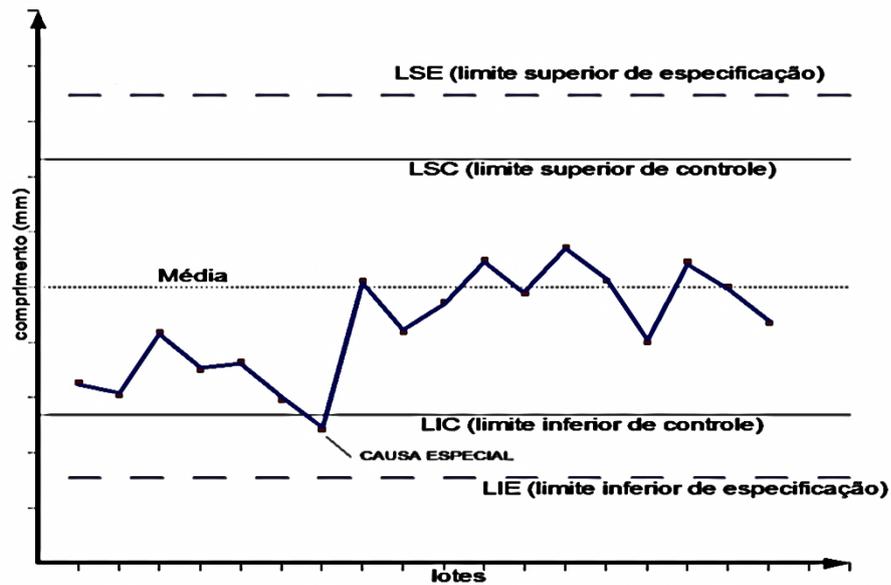


Figura 5. Exemplo de Gráfico de Controle. Fonte: Werkema, 1995.

Para avaliar se um gráfico está ou não sob controle estatístico, Werkema (1995) estabelece alguns critérios para avaliar causas especiais. São eles:

- Pontos fora do limite de controle: quando ocorre a existência de um ou mais pontos fora dos limites de controle estabelecidos. Isto pode resultar de erros de registros, utilização de instrumento descalibrado, ação incorreta realizada por um operador ou defeitos em equipamentos;
- Periodicidade: ocorre quando há no gráfico de controle uma curva com tendência para cima e para baixo em intervalos com amplitudes similares. Isto pode ser provocado por mudanças sistemáticas no ambiente, cansaço do operador, rotatividade de colaboradores, variação na voltagem ou alterações sazonais da matéria-prima;
- Sequência: é a ocorrência de vários pontos consecutivos em apenas um dos lados da linha média. A sequência pode ser de:
  - Sete pontos ou mais;
  - Pelos menos 10 de 11 pontos consecutivos de um mesmo lado;
  - Pelo menos 12 de 14 pontos consecutivos de um mesmo lado;
  - Pelo menos 16 de 20 pontos consecutivos de um mesmo lado.

Uma sequência pode indicar mudanças no processo, como adoção de novos operadores, métodos ou matéria-prima.

- Tendência: consiste em um movimento contínuo de pontos em uma direção, podendo ser ascendente ou descendente. A existência disto pode ser resultado de desgastes ou deterioração gradual de equipamentos ou peças, fatores humanos ou fatores ambientais;

## **2.4. Qualidade da Ração**

Segundo Lara (2010), existe dois tipos de qualidade para rações, são elas: a nutricional/fisiológica e sanitária.

### **2.4.1. Qualidade Nutricional/Fisiológica**

A qualidade nutricional/fisiológica da ração trata-se do nível de conformidade da ração com os níveis nutricionais nas diversas fases da vida de um animal. Esses níveis são alcançados com a correta seleção e pesagem de ingredientes para o produto final e uma boa homogeneização da mistura. Outros aspectos ligados a essa qualidade, são aqueles relacionados com a granulometria e densidade da ração (LARA, 2010).

### **2.4.2. Qualidade Sanitária.**

A qualidade sanitária está ligada à ausência de materiais tóxicos ou componentes indesejados na ração que podem prejudicar a saúde do animal. A ração deve estar isenta de microrganismos, sendo este aspecto controlado em partes pela umidade e atividade de água da ração (LARA, 2010).

### **2.4.3. Identidade e qualidade de PET**

O guia de identidade e qualidade para PET (2007) recomenda valores máximos para o conteúdo de umidade, matéria bruta, matéria mineral e cálcio e, com valores mínimos, para os níveis de proteína bruta, extrato etéreo e fósforo. Assim, os fabricantes podem indicar valores superiores ao mínimo ou inferiores ao máximo, desde que estejam de acordo com os ensaios de conformidade de determinado alimento. De acordo com o guia de identidade e qualidade para PET segue abaixo as principais características de composição e de qualidade para cada tipo de espécie:

- Cães em crescimento:
  - Umidade máxima de 12,0%;
  - Proteína bruta mínimo de 22,0%;
  - Extrato etéreo mínimo de 7,0%;
- Cães adultos:
  - Umidade máxima de 12,0%;
  - Proteína bruta mínima de 16,0%;
  - Extrato etéreo mínimo de 4,5%;
- Gatos em crescimento:
  - Umidade máxima de 12,0%;
  - Proteína bruta mínima de 28,0%;
  - Extrato etéreo mínimo de 8,0%;
- Gatos adultos:
  - Umidade máxima de 12,0%;
  - Proteína bruta mínima de 24,0%;
  - Extrato etéreo mínimo de 8,0%;

## **2.5. Processo de fabricação de ração**

Lara (2010), defini que uma das primeiras etapas para o planejamento do ciclo produtivo de rações é a escolha do tipo de moagem a ser utilizada. Segundo ele existem dois tipos de moagem: a pré-moagem, onde cada ingrediente é moído individualmente e depois são misturados, e a pós-moagem, na qual todos os ingredientes são moídos durante a linha de produção da ração.

O processo de moagem reduz o tamanho das partículas para os padrões adequados de consumo dos animais. Para cada animal existe um tamanho adequado para a ingestão, sendo assim, a moagem sendo ajustada conforme o destino da ração (LARA, 2010).

Ainda segundo Lara (2010), a próxima etapa no processo produtivo é a mistura dos ingredientes. A mistura é normalmente posicionada depois da balança no sistema de pré-moagem e depois do moinho no sistema de pós-moagem. A mistura é importante para a homogeneização da ração final balanceando os nutrientes, evitando assim, a concentração dos mesmos em partes da mistura. Para terminar o processo de fabricação de ração, ela pode passar ainda por duas etapas: peletização ou extrusão.

### **2.5.1. Peletização**

Para Claudio Bellaver e Kátia Nones (2000), a peletização “pode ser definida como uma aglomeração de partículas moídas de um ingrediente ou de misturas de ingredientes, por meio de processos mecânicos, em combinação com umidade, pressão e calor”. Para eles a peletização é usada, pois:

- Facilita o manuseio;
- Elimina finos, pó e aumenta a palatabilidade da ração;
- Diminui separação dos ingredientes e seleção dos animais;
- Reduz o espaço de estocagem;
- Melhora o valor nutricional de certos alimentos;

Bellaver e Nones comentam que para ocorrer a peletização, ingredientes como grãos e amido devem sofrer gelatinização através de altas temperaturas e umidade. Para isso é necessário manter uma alta temperatura durante o processo controlando os níveis de umidade. Outra etapa que deve possuir atenção é no momento do resfriamento dos pellets. O pellet entra no resfriador quente e úmido o que favorece o desenvolvimento de micro-organismos, assim, o resfriamento deve ser adequado para evitar a proliferação desses organismos.

De acordo com Gardecki (1998, apud BELLAYER; NONES, 2000), o processo de gelatinização dos grãos e do amido é essencial para a adesão dos ingredientes na formação de

um pellet durável. Se a umidade for muito elevada pode haver a patinação dos rolos e o entupimento da peletizadora. Caso houver pouco vapor de água, os pellets rompem-se facilmente durante o manuseio e a armazenagem dos produtos.

Segundo Bellaver e Nones (2000), os fatores que afetam a peletização são:

- Características dos ingredientes;
- Tamanho da partícula moída;
- Máquina peletizadora;
- Desgastes dos componentes.

### **2.5.2. Extrusão**

Segundo o Grupo VB, a extrusão é um processo térmico, que combina calor, pressão e umidade modificando profundamente as matérias-primas, dando a elas uma nova estrutura e características funcionais e nutricionais. Uma característica de produtos extrusados é a expansão do produto ocasionada pela alta pressão e temperatura existente. Da mesma maneira que a peletização os grãos e os amidos sofrem o processo de gelatinização.

Segundo o Grupo VB, durante a extrusão são considerados diversos fatores sendo eles:

- Temperatura;
- Pressão;
- Diâmetro do orifício de saída;
- Velocidade de rotação;
- Diâmetro da matriz.

A temperatura de extrusão combinada com a umidade inicial da matéria-prima influenciam o valor nutricional do extrusado. A extrusão provoca a reorganização das estruturas existentes na matéria-prima alterando as características fisiológicas e nutricionais do produto final.

Ainda segundo o Grupo VB existem vantagens e desvantagens para utilizar o processo de extrusão que podem ser visualizadas na Tabela 2.

**Tabela 2. Vantagens de desvantagens do processo de extrusão de alimentos.**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Versatilidade	Perdas de nutrientes
Alta produtividade	Escurecimento
Baixo custo	Destruição de enzimas
Variabilidade no formato de produtos	Produção de aromas desagradáveis
Alta qualidade dos produtos	
Baixo consumo de energia	
Não gere resíduos	

### 3. METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho foi estudar alguns aspectos da qualidade das rações na empresa citada e propor um modelo de padronização destes aspectos e ferramentas para controlá-los e monitorá-los. Desta maneira, este trabalho foi um estudo de caso quantitativo e qualitativo e foi embasado na literatura pesquisada utilizando das diversas ferramentas da qualidade existentes para o entendimento do problema assim como para a sua solução.

Por meio de gráficos e tabelas buscou-se o histórico de problemas da empresa. A escolha das rações que foram observadas foi feita com auxílio do Diagrama de Pareto evidenciando aquelas com maiores saídas para o mercado consumidor. Foi descrito o processo atual de fabricação das principais rações e posteriormente um estudo e análise da qualidade das mesmas através de cartas de controle. As etapas adotadas foram descritas e documentadas com seus respectivos mecanismo de correções para eventuais erros. Todas as fases foram realizadas com auxílio do CEP e para total compreensão as etapas consistem em:

1. Caracterização e descrição do processo atual
2. Estudo do processo de fabricação evidenciando eventuais problemas: com gráficos de controle;
3. Caracterização do problema;
4. Ferramentas da qualidade diagrama de Pareto, 5w1h, diagrama de Ishikawa, cartas de controle;
5. Análise do problema;
6. Estudo e análise de melhores práticas;
7. Proposta de padronização.
8. Proposta de métodos para controlar e monitorar os aspectos da qualidade.

## **4. ESTUDO DE CASO**

### **4.1. Características da produção da Empresa**

A empresa esta no mercado de alimentação animal há mais de 30 anos. O seu processo industrial contempla a geração de quatro tipos distintos de ração. Sob a forma de farelo, peletizada, triturada e extrusada. Ocorre também a produção de sais minerais enriquecidos com vitaminas e aminoácidos. Para cada grupo de ração existe um processo de produção diferenciado sendo descrito a seguir baseado em estudos na empresa e no trabalho de Marco Antonio Mayer Lara (2010).

#### **4.1.1. Produto farelado, peletizado e triturado**

Para a fabricação desses produtos os ingredientes que vão compor a formulação da ração são moídos, pesados e misturados.

Se peletizado, a mistura preparada é enviada aos tanques que abastecem as prensas. Começa, então, a operação de peletização. Um alimentador de rosca, com velocidade controlada, transporta a ração para o condicionador da prensa. O condicionador consiste de um misturador horizontal que tem na sua parte inferior bico para a injeção de vapor. O objetivo do condicionamento antes da peletização é obter uma mistura homogênea, uniformemente umedecida e pré-aquecida. O nível de umidade é controlado pela quantidade de injeção de vapor.

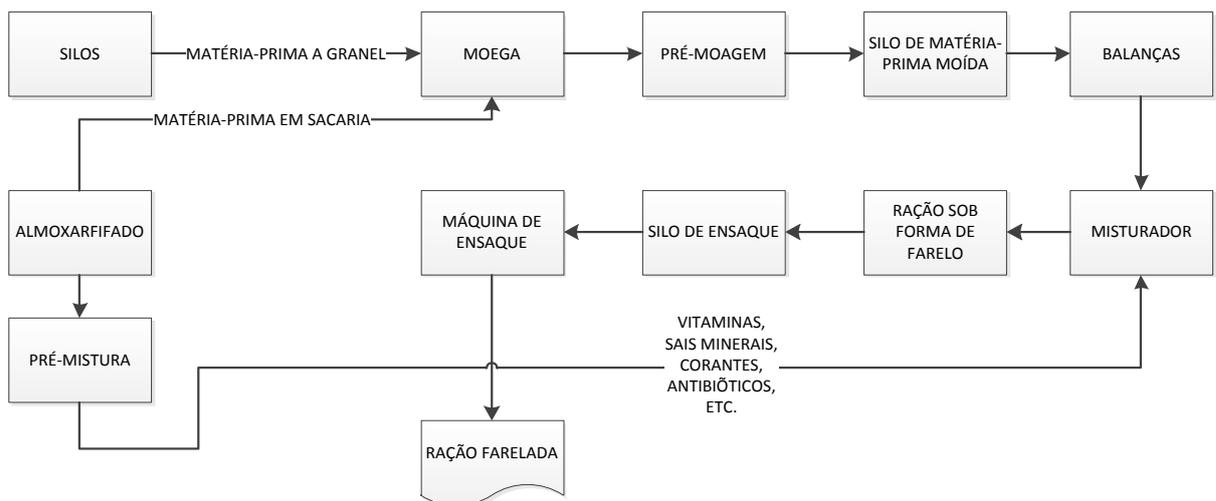
A injeção de vapor no condicionador aumenta a umidade da mistura. Um condicionamento adequado gera um cozimento e reduz o desgaste da matriz da peletizadora e diminui a energia consumida por tonelada de produto.

A mistura umedecida é dirigida para os rolos e matriz. Os rolos comprimem o produto forçando a sua passagem através dos orifícios da matriz. Duas facas, com ajuste variável, cortam os pellets que saem da matriz, dando a eles o tamanho adequado para cada produto.

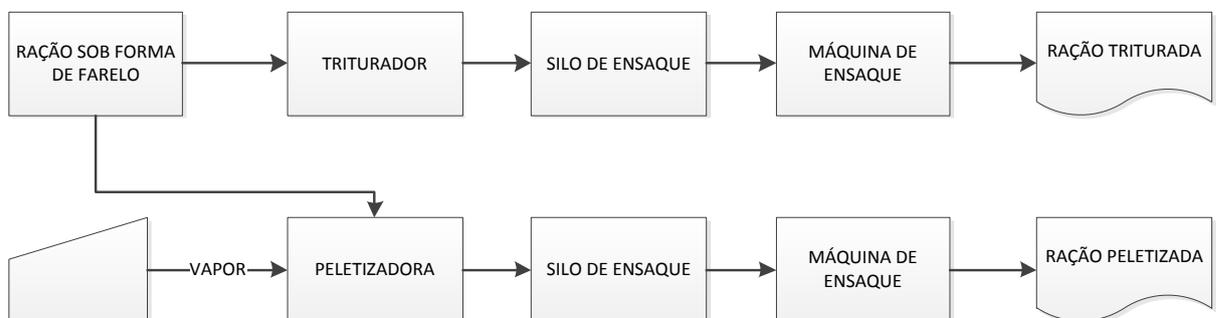
Os pellets já formados caem, por gravidade, na coluna resfriadora onde é reduzida a umidade e a temperatura. Isto é obtido através de uma corrente de ar originada pelo ventilador. Os

finos (poeira dos pellets) são arrastados pelo ar e separados deste por um ciclone, retornando à prensa para serem reaproveitados.

No caso de produtos triturados, os pellets são triturados ao passar entre dois rolos desintegradores ajustados de acordo com o padrão de qualidade. Os pellets ou triturados prontos são transportados por uma esteira e caem num elevador de canecas que alimenta uma peneira vibratória. Esta peneira tem como finalidade separar os finos e o material estranho ao produto. Os finos retornam à prensa e o produto final vai para a válvula distribuidora, que foi anteriormente posicionada de modo a dirigir o produto ao tanque de ensaque escolhido. O produto é embalado em sacaria e coletado uma pequena amostra para análise dos padrões de qualidade. Nos fluxogramas das Figuras 6 e 7 é possível visualizar o processo de fabricação das rações fareladas, trituradas e peletizadas.



**Figura 6. Fluxograma do processo para obtenção de ração farelada**



**Figura 7. Fluxograma do processo para obtenção de ração triturada e peletizada.**

#### 4.1.2. Produto extrusado

O processo tem início no descarregamento das matérias-primas aptas, as quais são descarregadas em uma moega de onde são destinadas a um moinho, para uniformização da granulometria. Do moinho, são armazenadas em silos próprios para cada matéria-prima.

Através de um sistema automático de pesagem, as matérias-primas são selecionadas e pesadas, segundo formulação específica obtida através de um software de gerenciamento de formulas, e liberadas para um misturador. A mistura é então, homogeneizada durante um período de tempo pré-estabelecido. A mistura obtida é submetida a uma segunda moagem.

A função de remoagem é obter um produto uniforme com partículas de tamanho bastante reduzido. Isto melhora a eficiência do tratamento térmico que o produto sofrerá a seguir. A mistura farelada é colocada em tanques que irão abastecer o tanque alimentador do sistema de extrusão. O tanque alimentador possui na sua parte inferior um agitador que mantém a mistura em fluxo contínuo, facilitando a alimentação do sistema. Um transportador de rosca leva a mistura até o condicionador e controla a capacidade de produção do extrusor através de um motor de velocidade variável. O condicionador consiste de um misturador horizontal que tem na sua parte superior bicos para a injeção do vapor com o objetivo de obter uma mistura homogênea, umedecida e pré-aquecida. Após o condicionamento, a mistura cai dentro do cilindro extrusador.

O extrusador consiste de um eixo estriado que permite a montagem de roscas em uma determinada sequência, de acordo com o produto a ser confeccionado. Durante o processo de extrusão, a geometria, dimensões e configuração da rosca extrusora, as dimensões do cilindro extrusador, o tipo e desenho da matriz são responsáveis pela plastificação e fusão do material que está sendo extrusado. A matriz é posicionada na saída do extrusor. Este dispositivo de restrição de fluxo é importantíssimo para desenvolver a pressão no interior do cilindro extrusor e é responsável pela densidade, textura, aparência e forma final do produto. Encaixado na haste matriz encontra-se um sistema que por meio de um variador de velocidade controla o comprimento do produto. Após a extrusão, o produto é transportado para o processo de secagem. O objetivo da secagem é reduzir a umidade do produto a níveis adequados para sua conservação e consumo. O produto seco é então, peneirado, recebe adição de gordura, vitaminas e aromas, é embalado e armazenado.

O produto acabado fica estocado no armazém da empresa e alguns destes produtos ficam aguardando análise laboratorial para ser liberado ao mercado consumidor. São analisados aspectos físicos como cor, tamanho, densidade e demais características organolépticas, aspectos químicos como a umidade, proteína bruta, gordura, cinzas, fibra bruta, cálcio e fósforo. Na Figura 8 é possível visualizar o processo de fabricação de rações extrusadas.

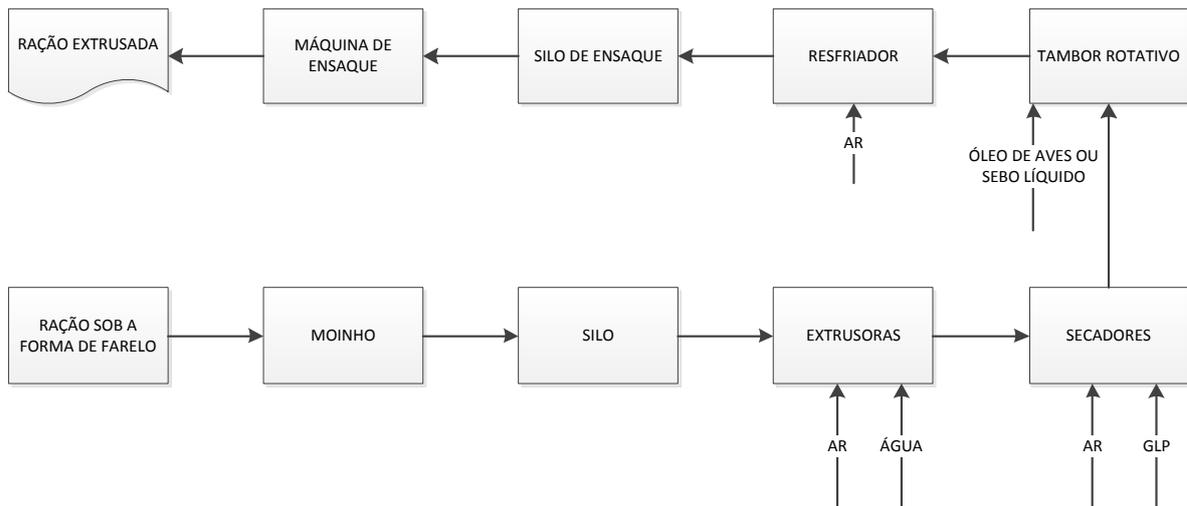


Figura 8. Fluxograma do processo para obtenção de ração extrusada

## 4.2. Delimitação dos estudos e método para identificação de problemas

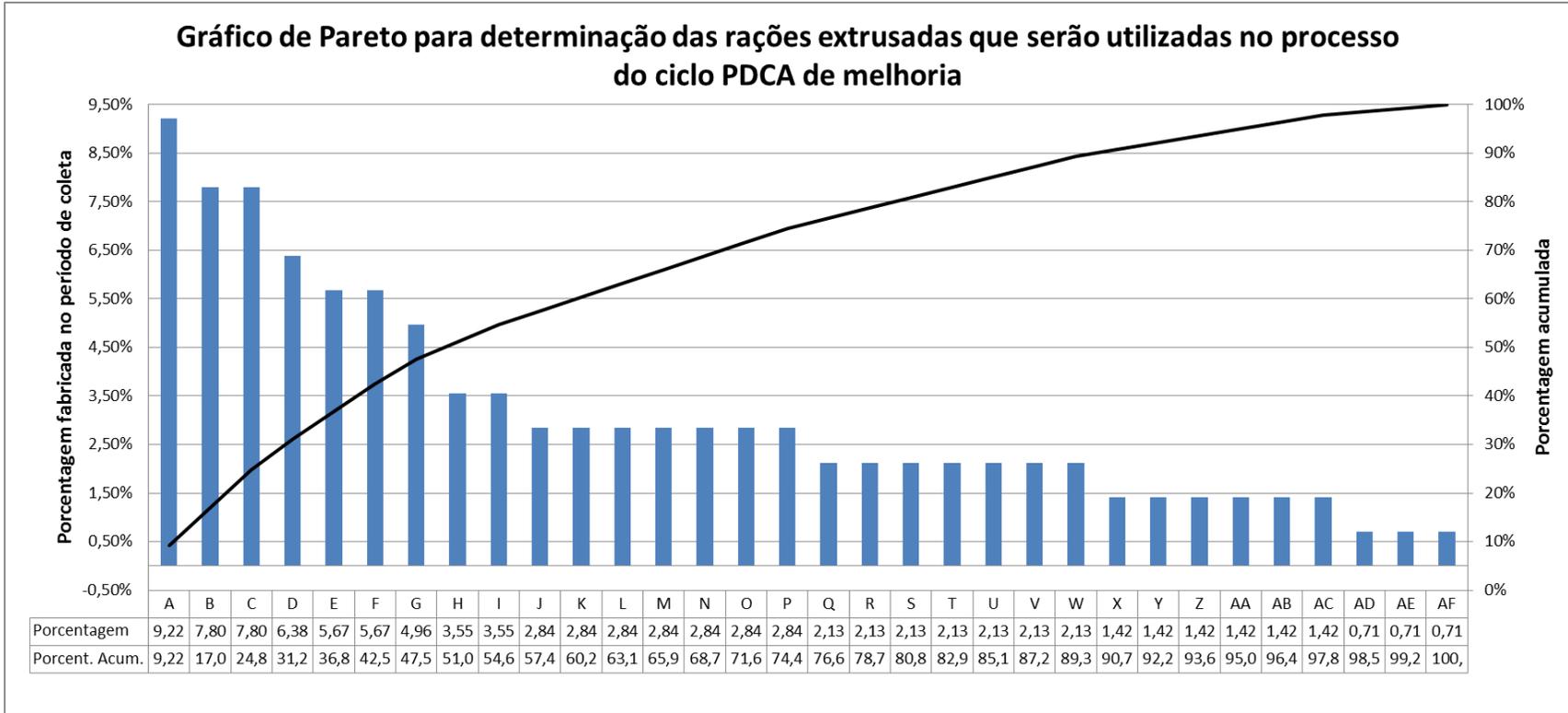
### 4.2.1. Gráfico de Pareto para delimitação dos estudos

Para realizar os estudos sobre a qualidade das rações produzidas na empresa houve a necessidade de selecionar um número específico de produtos, uma vez que a empresa possui uma quantidade elevada de produtos finais e um estudo envolvendo todos seria inviável no tempo previsto.

Inicialmente foi feita a divisão dos produtos em dois grandes grupos. O primeiro composto por rações que passam pelo processo de extrusão ficando conhecido como extrusados. O segundo sendo constituído de rações fareladas, trituradas ou peletizadas chamadas de insumos. Para cada um desses grupos, foi construído um gráfico de Pareto em relação à quantidade de lotes que são fabricadas em um intervalo de tempo.

Entretanto, para realizar a coleta de informações foi necessário criar um banco de dados, no qual foi registradas todas as amostras de produtos acabados que ficam para retenção na empresa. Essas amostras são utilizadas para análise laboratorial em caso de reclamações de

clientes. A partir delas foram coletados valores para umidade, atividade de água e densidade dos produtos. Com ajuda deste banco de dados, foi obtida a quantidade de lotes fabricados de cada ração em um intervalo de tempo a fim de construir os gráficos de Pareto. Para as rações extrusadas este período foi de 75 dias compreendendo os meses de maio a julho e demonstrou o resultado apresentado na Figura 9.



**Figura 9.** Gráfico de Pareto construído a partir da porcentagem de fabricação dos produtos extrusados no período da coleta de dados.

A Figura 13 demonstra um número elevado de rações classificadas como classe A, assim, sendo inviável um estudo envolvendo todas essas rações. Todavia, a porcentagem acumulada dos produtos de A a G correspondem 47,5% do total sendo uma porcentagem expressiva para apenas sete produtos. Outro fator relevante é o fato dessas rações possuírem um giro maior dentro das empresas, favorecendo assim, a coleta de informações para este trabalho. Desta forma, para o estudo envolvendo as rações extrusadas será utilizado os dados relativos a essas sete rações.

Para os insumos o intervalo de coleta foi de 60 dias compreendendo os meses de maio a julho e o resultado é apresentado na Figura 10.

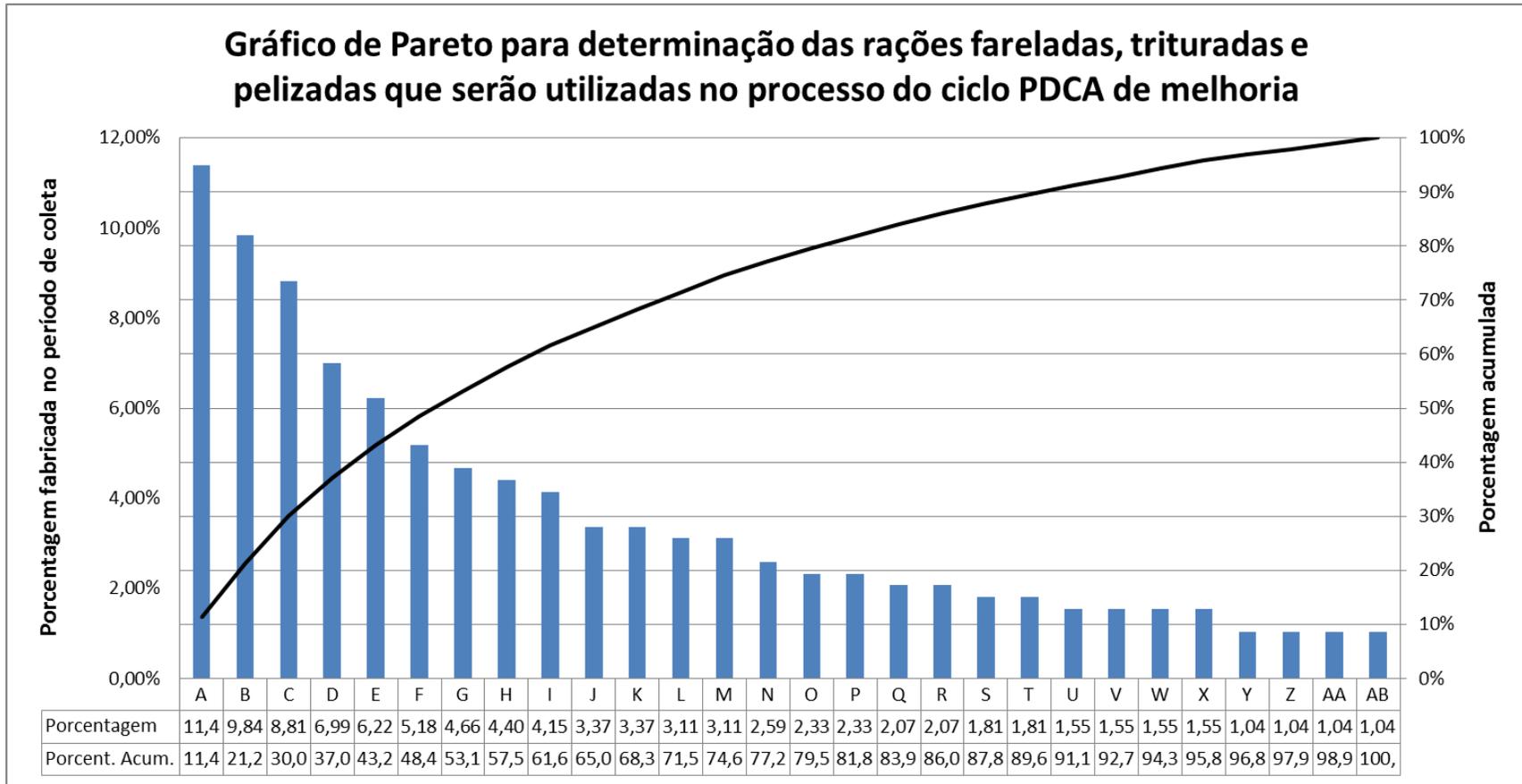


Figura 10. Gráfico de Pareto construído a partir da porcentagem de fabricação dos produtos farelados, triturados e pelizados no período da coleta de dados.

Da mesma maneira que as rações extrusadas, observa-se que a quantidade de produtos na classe A do gráfico de Pareto é elevada. Entretanto, os produtos de A a F representam 48,4% da produção de insumos da empresa e com uma média de produção de quatro vezes na semana. Desta maneira, o estudo envolvendo os insumos será realizado com base nesses seis produtos.

#### 4.2.2. Método para identificar problemas na qualidade das rações: Gráficos de controle para medidas individuais.

Existem vários tipos de gráficos de controle, porém todos com a mesma finalidade. Como o tamanho das amostras coletadas é igual a 1 e o período de tempo entre as amostragens é longo foi utilizado, neste estudo de caso, gráficos de controle para medidas individuais. Para a construção do gráfico utiliza-se a amplitude móvel expressa pela fórmula abaixo,

$$AM_i = |x_i - x_{i-1}|$$

A Tabela 3 apresenta as expressões para o cálculo dos limites de controle dos gráficos para medidas individuais (X) e para o de amplitude móvel (AM).

**Tabela 3. Tabela de expressões utilizadas na construção dos gráficos de controle.**

Gráfico X	Gráfico AM
(1) $LSC = \bar{x} + 3\overline{AM}/d_2$	(4) $LSC = D_4\overline{AM}$
(2) $LM = \bar{x}$	(5) $LM = \overline{AM}$
(3) $LIC = \bar{x} - 3\overline{AM}/d_2$	(6) $LIC = D_3\overline{AM}$

Na Tabela 3  $\bar{x}$  e  $\overline{AM}$  são, respectivamente, a média dos valores para x e para a amplitude móvel. O valor para  $d_2$ ,  $D_3$  e  $D_4$  devem ser obtidos da tabela do Anexo B para  $n = 2$ , já que o gráfico é baseado em uma amplitude móvel de  $n = 2$  observações.

### 4.3. Estudo dos aspectos da qualidade

#### 4.3.1. Aspectos da qualidade para Extrusados

As rações extrusadas apresentam uma particularidade na sua fabricação relacionada com o processo de extrusão. Elas são elevadas a temperaturas altas e no final do processo resfriadas até a temperatura ambiente. Com isso, para os quesitos da qualidade, é imprescindível um controle adequado de umidade e de atividade de água do produto. Outro aspecto relevante para todos os produtos extrusados é a sua densidade. As rações extrusadas são destinadas a vários animais em destaque para cães, gatos e peixes. Desta maneira, a empresa estabelece valores de especificação para essas variáveis, a fim de manter a qualidade de seu produto final.

**Tabela 4. Limites de especificações para umidade, atividade de água e densidade dos produtos extrusados da empresa destinado a Peixes.**

<b>Variável</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>
<b>Umidade aceitável</b>	-	9,5%
<b>Umidade Ideal</b>	6,0%	8,0%
<b>Atividade de água</b>	-	0,650
<b>Densidade</b>	320 g/l	420 g/l

**Tabela 5. Limites de especificações para umidade, atividade de água e densidade dos produtos extrusados da empresa destinado a PET.**

<b>Variável</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>
<b>Umidade aceitável</b>	-	9,0%
<b>Umidade Ideal</b>	6,0%	8,0%
<b>Atividade de água</b>	-	0,650
<b>Densidade</b>	320 g/l	420 g/l

A fim de encontrar problemas relacionados com a umidade, atividade de água e densidade das rações foi construída cartas de controle para o grupo de produtos extrusados selecionado no item 4.2.1. Os valores para esses aspectos da qualidade foram obtidos com auxílio do banco de dado construído.

#### **4.3.2. Aspectos da qualidade para Insumos**

Os insumos selecionados na curva ABC do gráfico de Pareto apresentam uma particularidade: são peletizados ou misturas de pellets com outros ingredientes. O controle de qualidade nos insumos fabricados pela empresa é menor do que comparado às rações extrusadas, isto é evidente, uma vez que não há nesse tipo de ração um inspetor da qualidade próprio para o setor. Outro aspecto relevante são as poucas análises feitas dentro da fábrica para garantir sua qualidade. Em todos os insumos é realizada a medição da umidade apenas no produto final que é destinado a retenção e, em um grupo selecionado, é realizado a análise de proteína. A empresa, para garantir a qualidade do produto, estipula uma umidade máxima para insumos no valor de 12%. A fim de evidenciar falhas no processo foi realizada uma coleta de dados no período de 20 de maio a 14 de julho e construído gráficos de controle a fim de avaliar a variação da porcentagem de umidade no produto final.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1. Extrusados

Os estudos relacionados com as rações extrusadas obtiveram os resultados apresentados nos itens a seguir.

#### 5.1.1. Extrusado A

O produto extrusado A é destinado a peixes em fase de crescimento. A coleta de dados aconteceu no período de 02 de março a 19 de julho e obteve os resultados da Tabela 6. Através desses resultados foram analisados os três aspectos da qualidade visualizados na tabela.

Tabela 6. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada A

Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
02/03/11	244.808	7,6	0,463	416	09/04/11	248.667	7,6	0,574	420
02/03/11	244.808	8,8	0,597	440	05/05/11	251.313	7,2	0,514	420
04/03/11	245.058	5,9	0,326	415	18/05/11	252.525	5,7	0,340	420
11/03/11	245.566	8,8	0,577	432	24/05/11	252.875	6,7	0,429	420
12/03/11	245.574	6,8	0,478	427	01/06/11	253.827	7,8	0,482	400
14/03/11	245.722	8,4	0,565	408	03/06/11	254.157	6,4	0,324	389
14/03/11	245.722	6,7	0,480	416	03/06/11	254.157	8,2	0,483	419
21/03/11	246.627	8,4	0,591	400	04/06/11	254.346	6,6	0,390	398
21/03/11	246.605	7,6	0,484	400	09/06/11	254.856	7,5	0,450	424
22/03/11	246.695	8,3	0,531	420	15/06/11	255.392	6,6	0,437	385
23/03/11	246.857	7,0	0,450	400	15/06/11	255.392	6,2	0,389	408
23/03/11	246.875	7,0	0,428	385	07/07/11	257.261	7,1	0,425	399
24/03/11	246.872	9,1	0,635	422	08/07/11	257.261	6,2	0,485	395
28/03/11	247.304	6,0	0,360	410	15/07/11	257.837	6,9	0,464	417
01/04/11	247.842	6,9	0,463	400	15/07/11	257.837	6,3	0,434	416
04/04/11	248.025	6,5	0,502	380	19/07/11	258.145	8,5	0,607	378
04/04/11	247.976	6,4	0,474	400					

Para obter os gráficos de controle é necessário seguir uma metodologia específica, na qual será utilizada a amplitude móvel das amostras. Esta metodologia é exemplificada a seguir e foi utilizada para a construção de todas as cartas de controle deste trabalho.

▪ **Umidade**

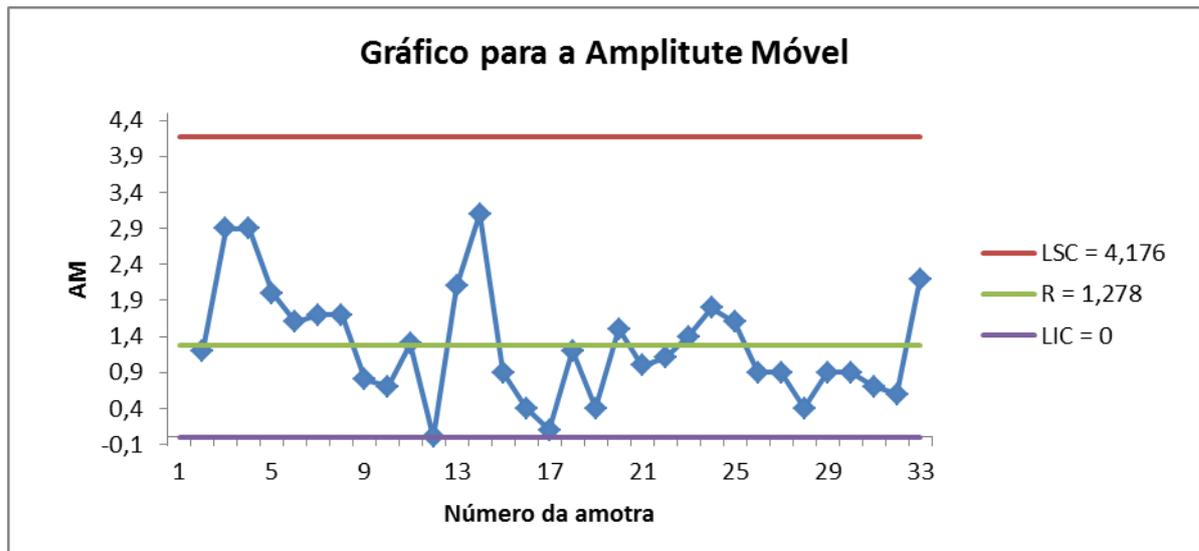
Com os dados relativos à umidade do produto obtidos pela Tabela 6 foi construída a tabela para a amplitude móvel a partir da seguinte fórmula:

$$AM = |x_i - x_{i-1}|$$

Com os dados de amplitude móvel obtidos na Tabela 7 é calculada a média das amplitudes móveis ( $\overline{AM}$ ) cujo valor é 1,3, sendo este valor a linha média do gráfico. Utilizando as expressões de número 4 e 6 da Tabela 3 obtém-se, respectivamente, o valor de 4.18 para o limite superior de controle (LSC) e o valor zero para o limite inferior de controle (LIC). Com esses dados foi possível plotar o gráfico da Figura 11.

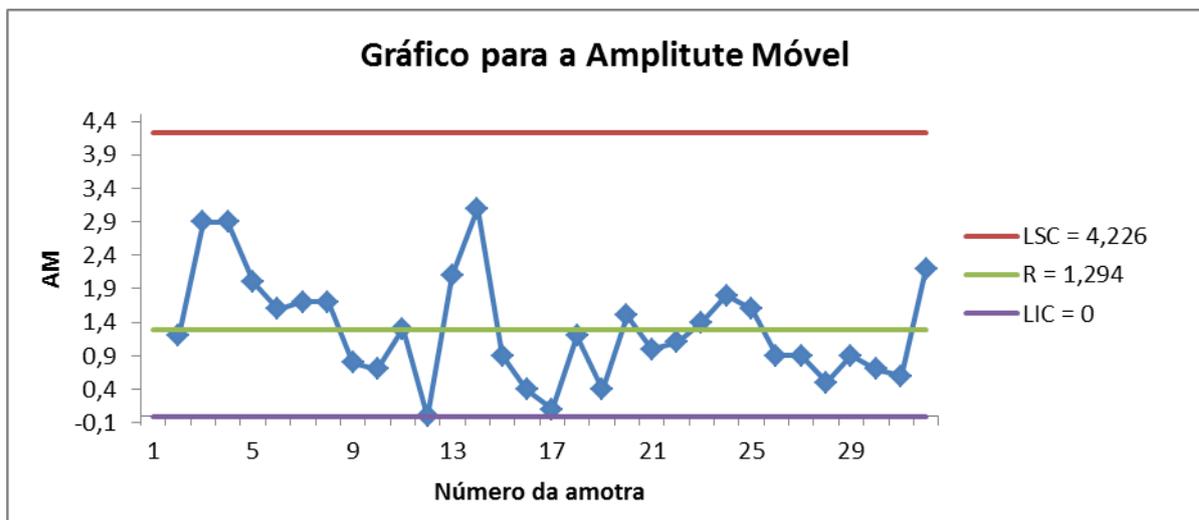
**Tabela 7. Tabela de Amplitude Móvel para a ração extrusada A**

<b>Data de Fabricação</b>	<b>Lote</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>AM</b>	<b>Data de Fabricação</b>	<b>Lote</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>AM</b>
02/03/11	244.808	7,6		09/04/11	248.667	7,6	1,2
02/03/11	244.808	8,8	1,2	05/05/11	251.313	7,2	0,4
04/03/11	245.058	5,9	2,9	18/05/11	252.525	5,7	1,5
11/03/11	245.566	8,8	2,9	24/05/11	252.875	6,7	1,0
12/03/11	245.574	6,8	2,0	01/06/11	253.827	7,8	1,1
14/03/11	245.722	8,4	1,6	03/06/11	254.157	6,4	1,4
14/03/11	245.722	6,7	1,7	03/06/11	254.157	8,2	1,8
21/03/11	246.627	8,4	1,7	04/06/11	254.346	6,6	1,6
21/03/11	246.605	7,6	0,8	09/06/11	254.856	7,5	0,9
22/03/11	246.695	8,3	0,7	15/06/11	255.392	6,6	0,9
23/03/11	246.857	7,0	1,3	15/06/11	255.392	6,2	0,4
23/03/11	246.875	7,0	0,0	07/07/11	257.261	7,1	0,9
24/03/11	246.872	9,1	2,1	08/07/11	257.261	6,2	0,9
28/03/11	247.304	6,0	3,1	15/07/11	257.837	6,9	0,7
01/04/11	247.842	6,9	0,9	15/07/11	257.837	6,3	0,6
04/04/11	248.025	6,5	0,4	19/07/11	258.145	8,5	2,2
04/04/11	247.976	6,4	0,1				



**Figura 11. Gráfico 1 para a amplitude móvel de umidade no Extrusado A**

Observe que no ponto 26 ao ponto 32 existe uma sequência de sete pontos abaixo da linha média. Como o produto é extrusado e sofre o processo de secagem é possível que neste intervalo tenha existido uma falta de atenção dos operadores para o tempo de secagem do produto acarretando nesta sequência de pontos. A fim de obter um gráfico para controle estatístico foi retirado o ponto 28 das amostras e refazendo as etapas anteriores foi construído um novo gráfico para a amplitude móvel deste produto.



**Figura 12. Gráfico final para a amplitude móvel de umidade no Extrusado A**

A Figura 12 apresenta o novo gráfico de controle para o extrusado A. Nela nota-se a existência de um ponto no limite inferior de controle (valor zero). Como pode existir uma umidade de mesmo valor em lotes consecutivos de um produto, este ponto não foi descartado. Assim, os limites do gráfico da Figura 12 foram estabelecidos como os limites de controle.

Após a conclusão do gráfico para amplitude móvel para a variável umidade foi obtida a média das umidades com auxílio da Tabela 6 cujo valor é de 7.2, sendo este número a linha média do gráfico de medidas individuais. Utilizando as expressões 1 e 3 da Tabela 3, e os valores já calculados anteriormente, obtém-se, respectivamente, o limite superior de controle de 10.68 e o limite inferior de controle de 3.79. Com esses dados é possível plotar o gráfico para medidas individuais mostrado na Figura 13. Este gráfico apresenta uma carta de controle para a umidade da ração extrusada A. Note que são estabelecidos como LSC e LIC os valores de 10.68 e 3.79, respectivamente.

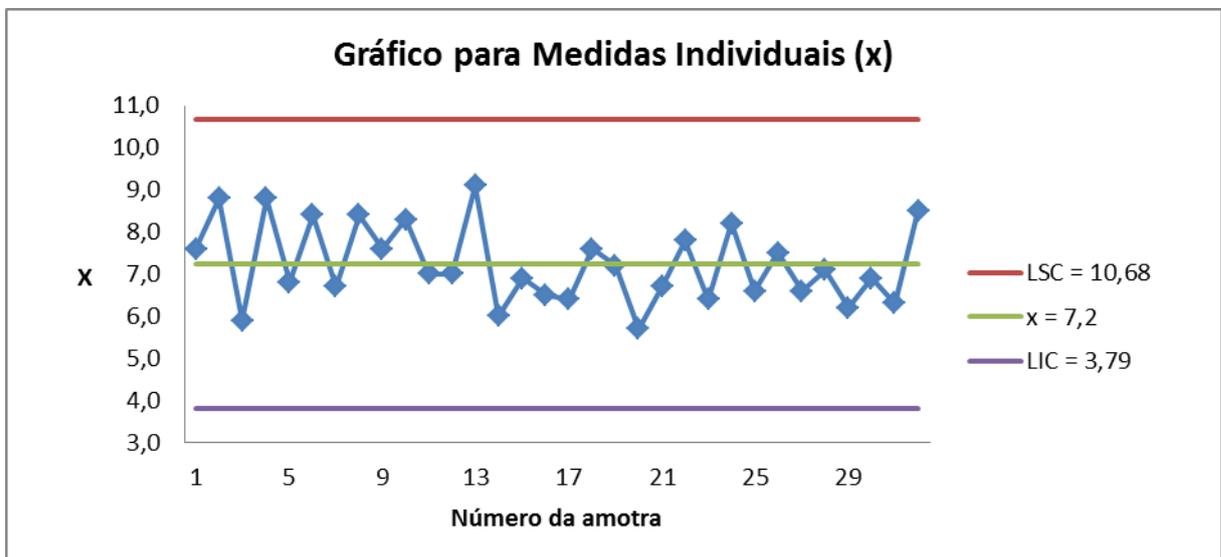


Figura 13. Gráfico para medidas individuais de umidade no Extrusado A

- **Atividade de água**

Os gráficos de controle para esta característica foram plotados e estão demonstrados nas Figuras 14 e 15. Os gráficos iniciais estão contidos no Apêndice C deste trabalho.

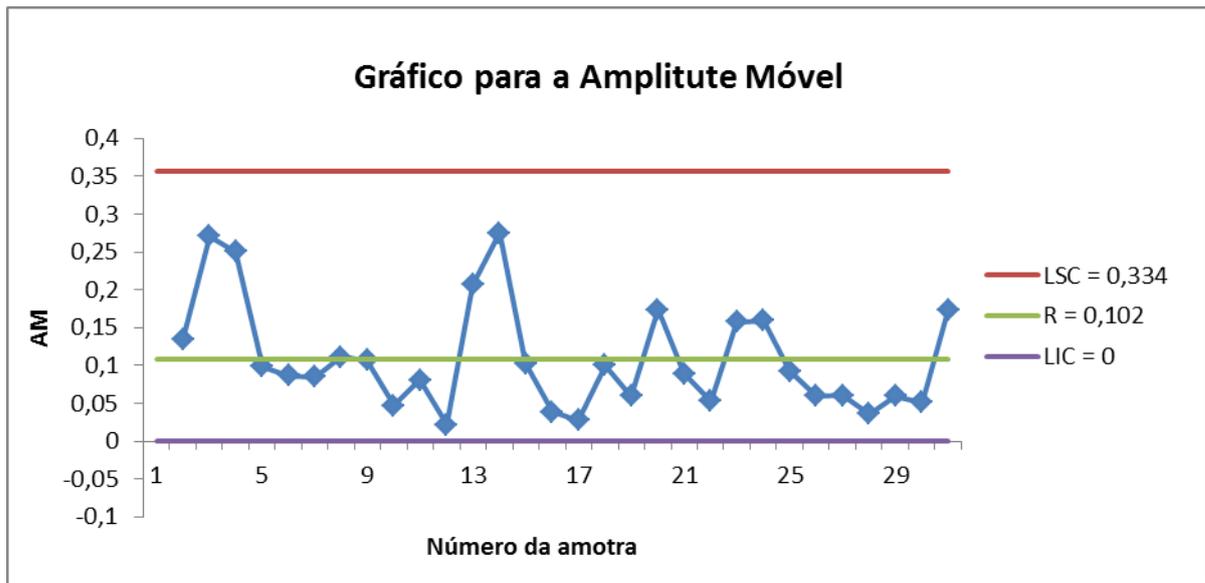


Figura 14. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado A.

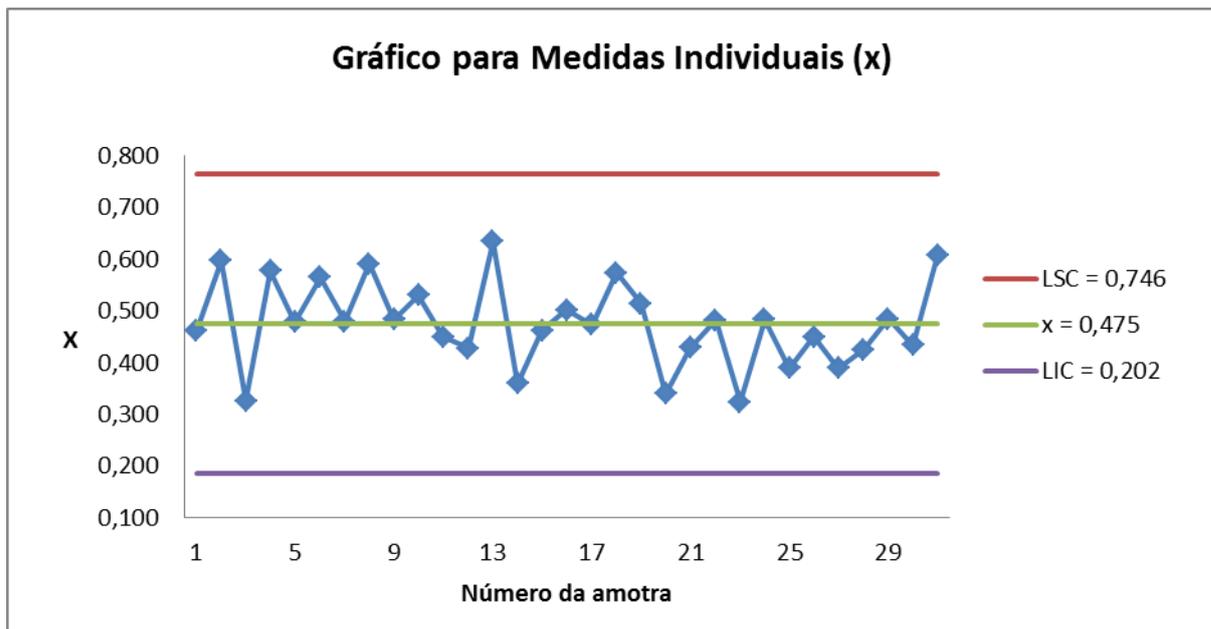


Figura 15. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado A.

Para obter os gráficos de controle para amplitude móvel e medidas individuais houve a necessidade de retirar os pontos 27 e 30. Foi observado que estes pontos faziam parte de uma sequência de oito pontos abaixo da linha média no gráfico de amplitude móvel. Esta causa especial pode ser resultado da falta de atenção dos operadores na secagem do produto ou pela alteração da matéria-prima durante o processo. Com a exclusão destes pontos foi possível estabelecer os limites de controles visualizados nas Figuras 14 e 15.

### ▪ Densidade

Utilizando o mesmo método demonstrado neste item na característica umidade foram construídas as cartas de controle para amplitude móvel e para medidas individuais relativos à densidade do produto podendo ser visualizadas nas Figuras 16 e 17.

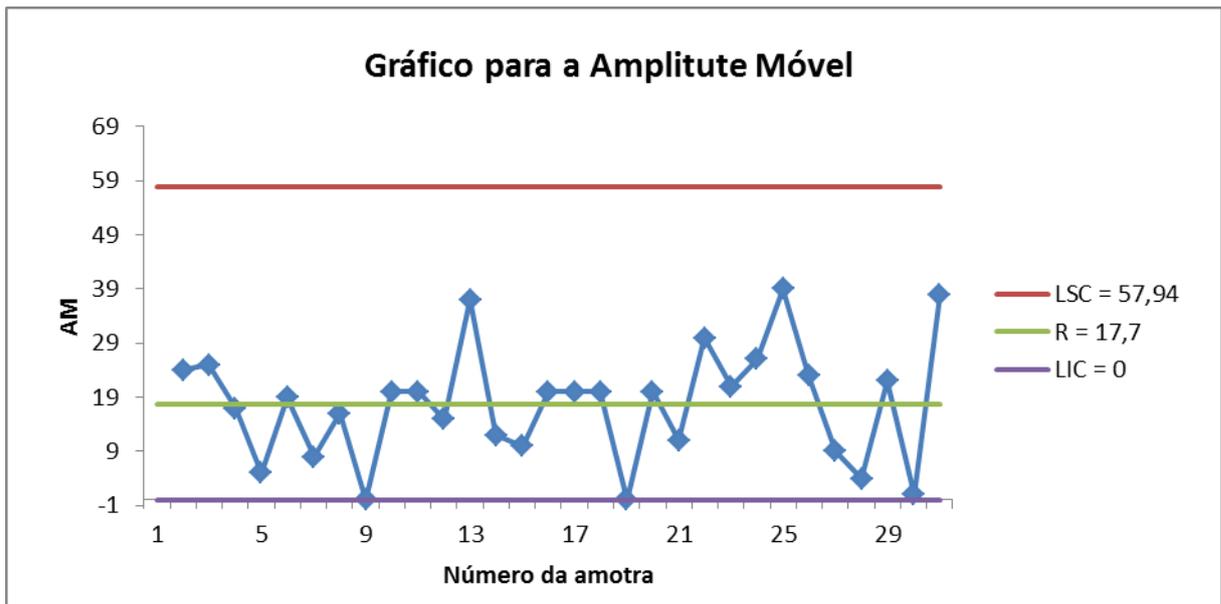


Figura 16. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado A.

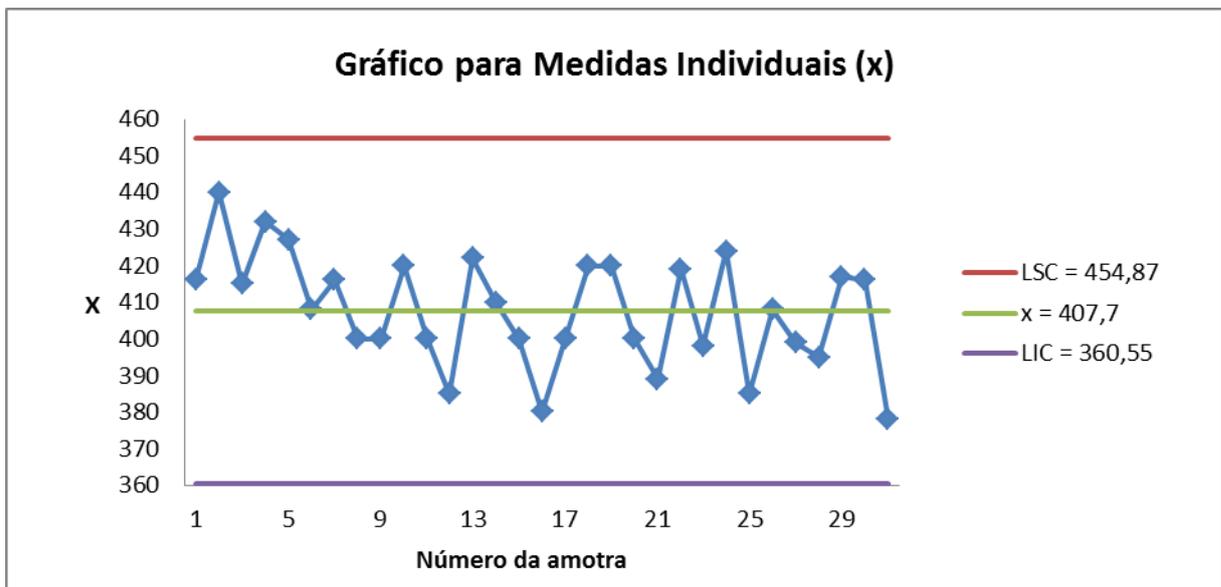


Figura 17. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado A.

O gráfico inicial para a amplitude móvel apresentou uma sequência três pontos que não apresentaram variação na sua amplitude, ou seja, possuíam um valor igual à zero. Como se trata de amplitude móvel, três pontos no gráfico implicam que existem quatro amostras com o

mesmo valor de densidade. Isto é facilmente visualizado no gráfico inicial que está contido no Apêndice C deste trabalho. Esta sequência de medição de mesmo valor é incomum podendo ter ocorrido devido a um descuido do operador durante a medição ou por uma falha no aparelho ou, até mesmo, no procedimento para estabelecer a densidade. Assim, foram retirados os pontos 20 e 21 e construído o gráfico de controle da Figura 16 com os seus limites de controle. Posteriormente, seguindo a metodologia, foi estabelecido o gráfico visto na Figura 17 com LSC de 454.87 e LIC de 360.55.

### 5.1.2. Extrusado **B**

O produto B é destinado a peixes em fase de crescimento. A coleta de dados aconteceu no período de 04 de março a 19 de julho e obteve os resultados da Tabela 8.

**Tabela 8. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada B**

Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
04/03/11	245.094	8,3	0,621	432	16/05/11	252.126	8,9	0,579	380
05/03/11	245.095	7,0	0,437	420	17/05/11	252.347	6,7	0,472	420
16/03/11	245.947	6,4	0,415	432	19/05/11	252.567	4,9	0,419	420
17/03/11	246.116	6,7	0,387	408	26/05/11	253.422	7,4	0,410	420
22/03/11	246.690	7,9	0,558	401	10/06/11	254.696	6,9	0,593	384
23/03/11	246.858	9,0	0,587	410	15/06/11	255.273	6,6	0,572	380
29/03/11	247.422	6,1	0,389	385	25/06/11	256.184	6,3	0,379	440
30/03/11	244.570	6,0	0,396	400	05/07/11	256.975	8,4	0,540	385
30/03/11	247.422	6,1	0,437	360	08/07/11	257.361	7,5	0,491	400
01/04/11	247.875	6,6	0,444	380	08/07/11	257.361	8,3	0,607	410
08/04/11	248.608	6,0	0,386	400	11/07/11	257.525	7,4	0,627	420
08/04/11	248.448	5,9	0,424	400	11/07/11	257.525	8,1	0,595	442
07/05/11	251.453	7,3	0,579	400	19/07/11	258.194	9,5	0,626	370
14/05/11	251.909	6,3	0,475	400					

#### ▪ Umidade

Com os dados da Tabela 8 e a metodologia para obtenção de gráficos de controle foram construídos os gráficos para amplitude móvel e medidas individuais em relação à porcentagem de umidade visualizados nas Figuras 18 e 19. Durante a elaboração desses gráficos não foi constatado nenhuma causa especial ficando estabelecidos como limites para o gráfico de medidas individuais os valores: 10.01 para LSC e 4.25 para LIC.

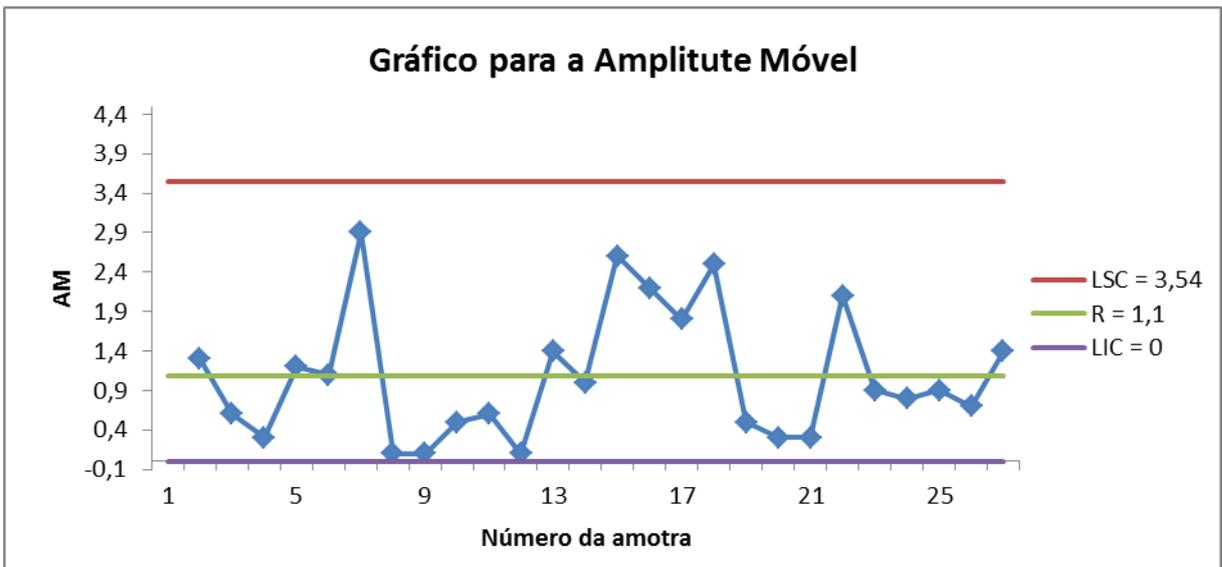


Figura 18. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado B.

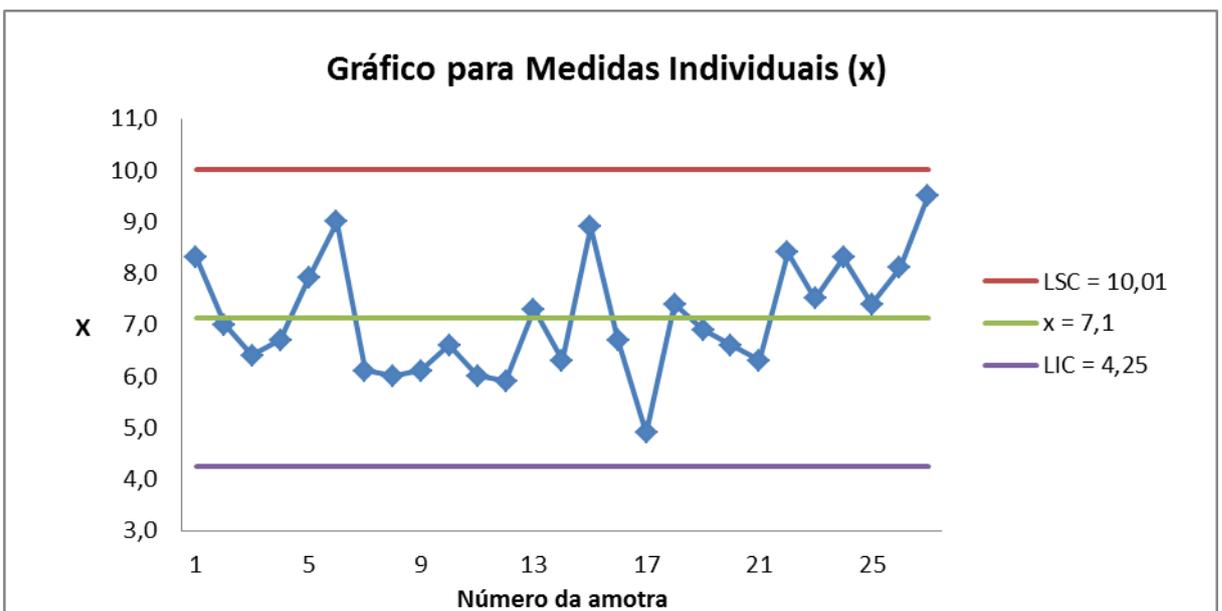


Figura 19. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado B.

- **Atividade de água**

As cartas de controle para atividade de água estão plotadas nas Figuras 20 e 21. Não foi constatada nenhuma causa especial para este aspecto de qualidade ficando estabelecido um LSC de 0.710 e um LIC de 0.280.

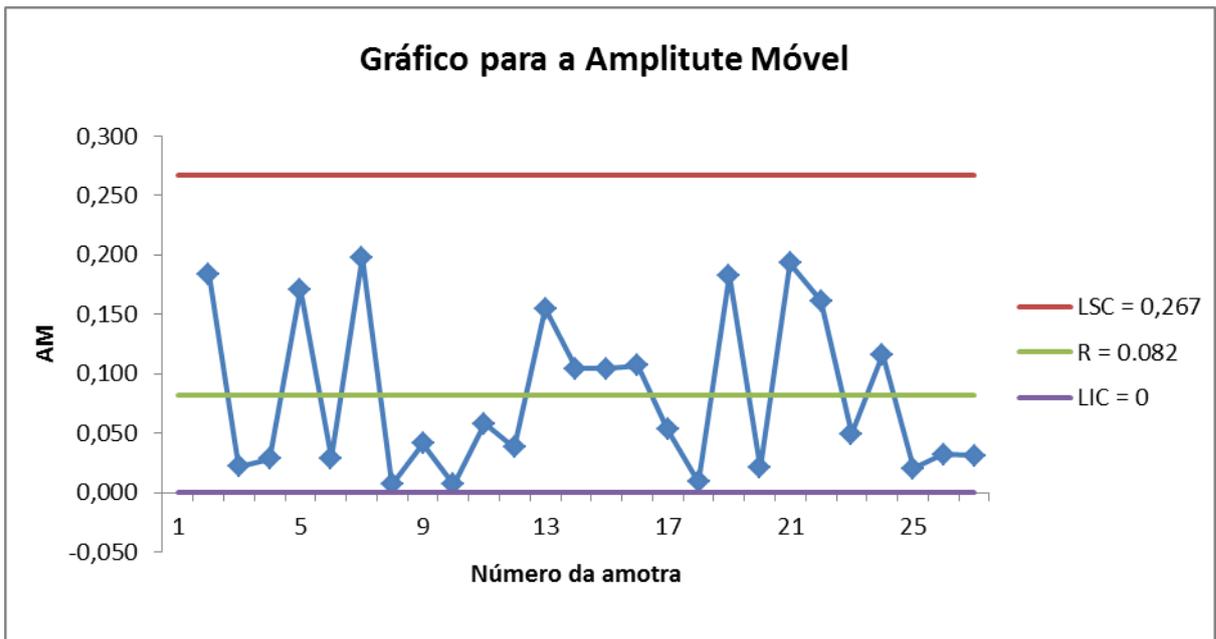


Figura 20. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado B.

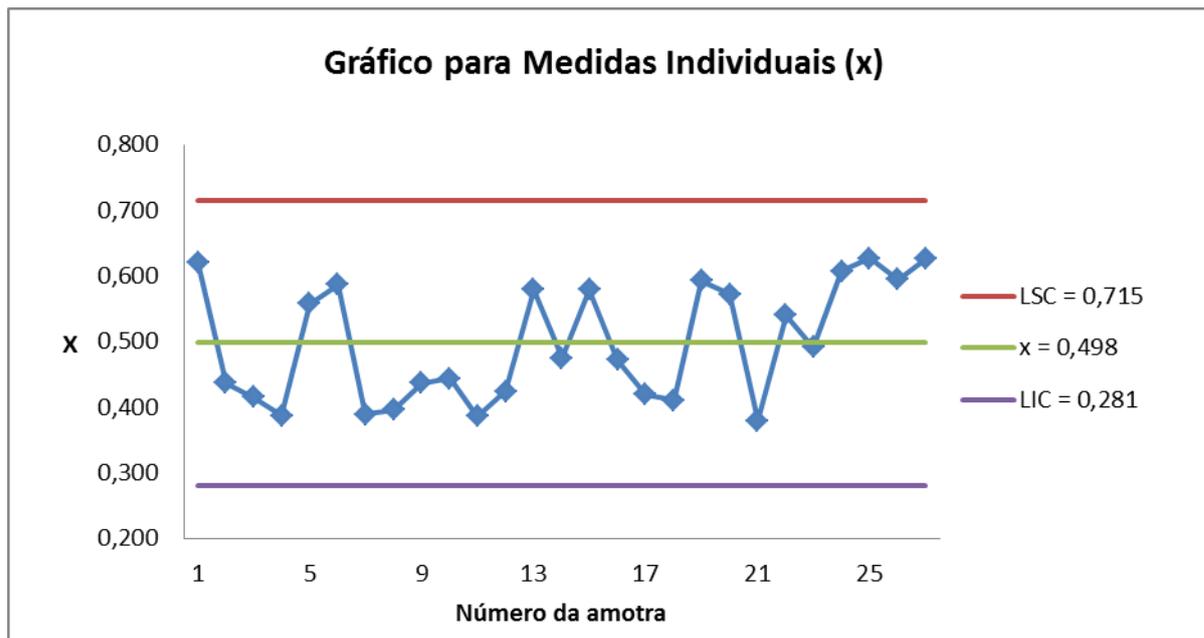


Figura 21. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado B.

#### ▪ Densidade

Para obter o gráfico da Figura 22 houve a necessidade de retirar quatro pontos, sendo eles:

- Ponto 27: estava situado numa região acima do LSC sendo um evento esporádico, como por exemplo, um defeito no equipamento;

- Pontos 13 e 14 estavam em sequência de três pontos onde a variação da amplitude era zero. Assim, existiam quatro amostras em sequência de fabricação com o mesmo valor de densidade. Desta maneira, é possível ter ocorrido um descuido por parte do operador ou falhas no processo de medição de densidade;
- Ponto 18 estava em sequência de dois pontos onde a variação da amplitude é zero. Como no caso anterior, pode ter havido equívocos por parte do operador ou erros no procedimento.

Realizado esta etapa, foram obtidos os gráficos da Figura 22 e posteriormente o gráfico da Figura 23, cujos limites são de 459.86 para LSC e de 349.61 para o LIC.

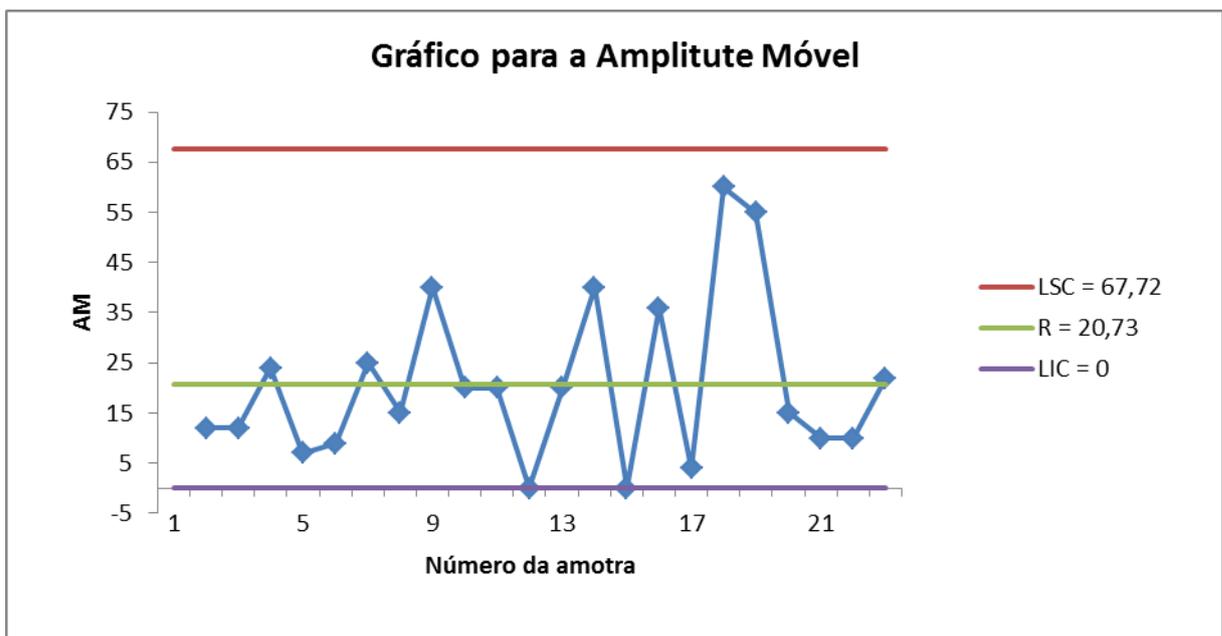


Figura 22. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado B.

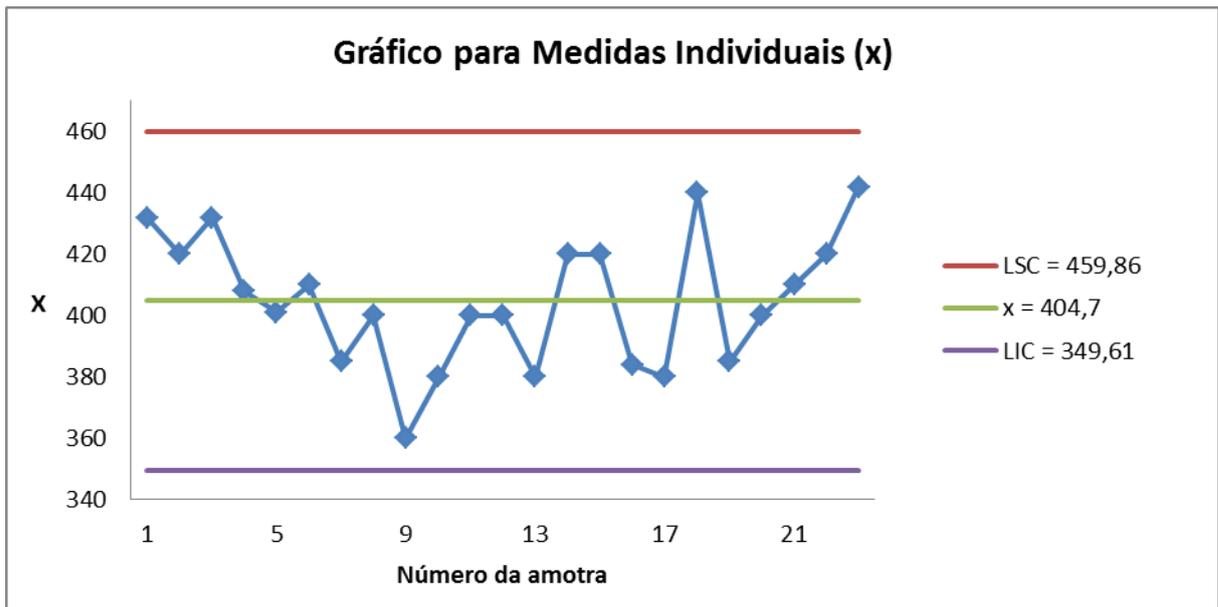


Figura 23. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado B.

### 5.1.3. Extrusado C

O extrusado C é um produto destinado à alimentação de cães adultos. Os dados foram coletados com auxílio do histórico de análises no período de 19 de janeiro a 18 de julho resultando nos seguintes resultados da Tabela 9.

Tabela 9. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada C.

Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
19/01/11	240.726	7,1	0,557	440	05/04/11	248.022	6,9	0,557	440
25/01/11	241.124	8,1	0,613	420	12/05/11	251.754	6,6	0,518	400
31/01/11	241.590	7,0	0,471	420	18/05/11	252.364	6,8	0,471	400
09/02/11	242.588	6,8	0,512	420	23/05/11	253.018	7,1	0,491	420
17/02/11	243.369	8,3	0,619	432	30/05/11	253.668	8,0	0,585	480
28/02/11	244.331	7,8	0,604	450	06/06/11	254.376	8,5	0,639	410
09/03/11	245.276	7,9	0,581	437	13/06/11	255.215	5,3	0,341	440
15/03/11	245.930	7,2	0,511	444	16/06/11	255.499	6,8	0,498	400
17/03/11	246.104	7,0	0,457	425	22/06/11	255.993	8,9	0,563	455
24/03/11	246.987	8,2	0,639	423	29/06/11	255.473	5,6	0,418	405
30/03/11	247.543	7,2	0,533	420	05/07/11	257.038	6,4	0,434	408
01/04/11	247.873	8,2	0,548	480	14/07/11	257.834	5,9	0,374	452
05/04/11	248.145	6,7	0,445	420	18/07/11	258.053	7,5	0,541	430

- **Umidade**

A partir da Tabela 9 e da metodologia demonstrada foi construído os gráficos das Figuras 24 e 25. Nota-se que o ponto 23 está acima do LSC assim, não houve a necessidade de retirar nenhum ponto, pois, não foram constatadas causas especiais. Logo, para medidas individuais obteve-se um LSC de 9.93 e um LIC de 4.52.

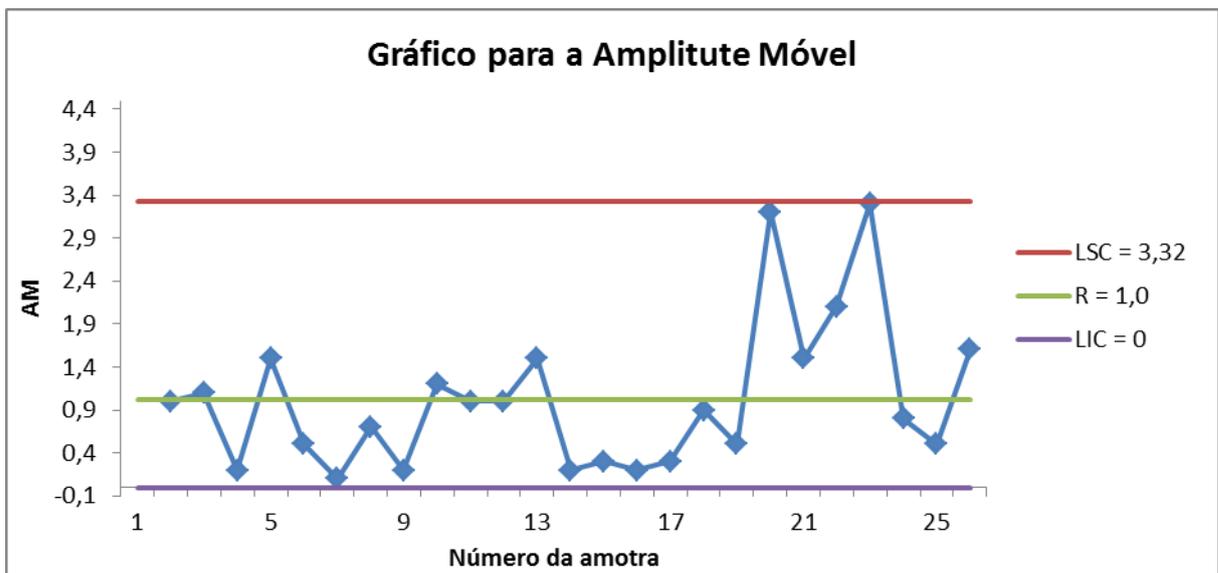


Figura 24. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado C.

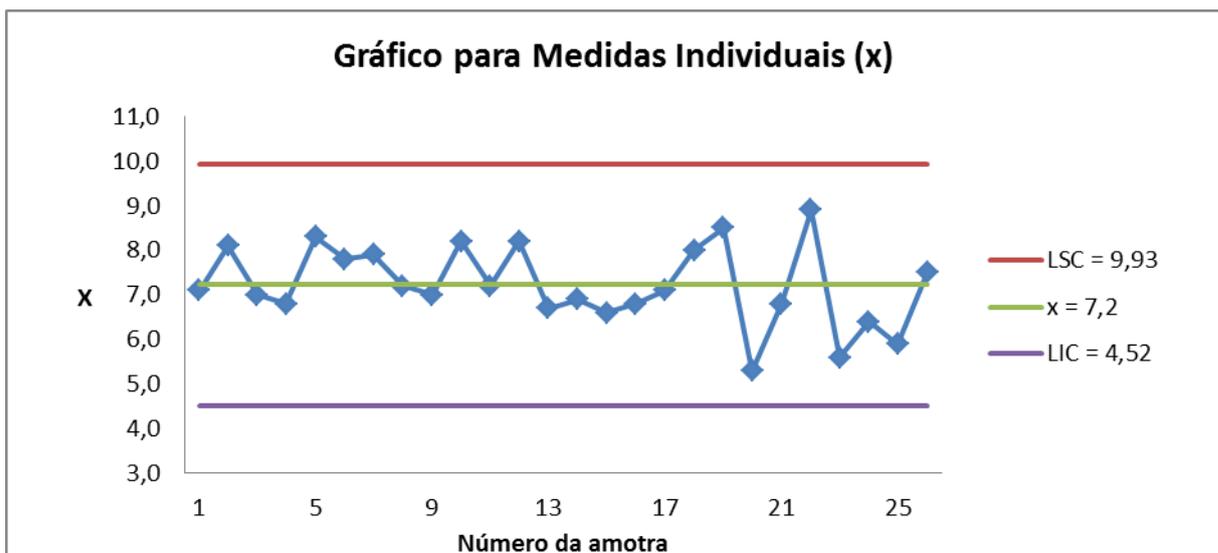


Figura 25. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado C.

- **Atividade de água**

Os gráficos demonstrados nas Figuras 26 e 27 são cartas de controle para a atividade de água desta ração. Para a construção do gráfico de amplitude móvel houve a necessidade de retirar o ponto 20, uma vez que este ponto ultrapassou o LSC. Esta causa especial aconteceu devido a causas esporádicas, como no caso, uma forte chuva no dia de coleta da amostra. Após a sua exclusão foi obtido o gráfico da Figura 26 e posteriormente o gráfico da Figura 27. A partir deste ultimo gráfico é possível observar os limites de controle para as medidas individuais da ração.

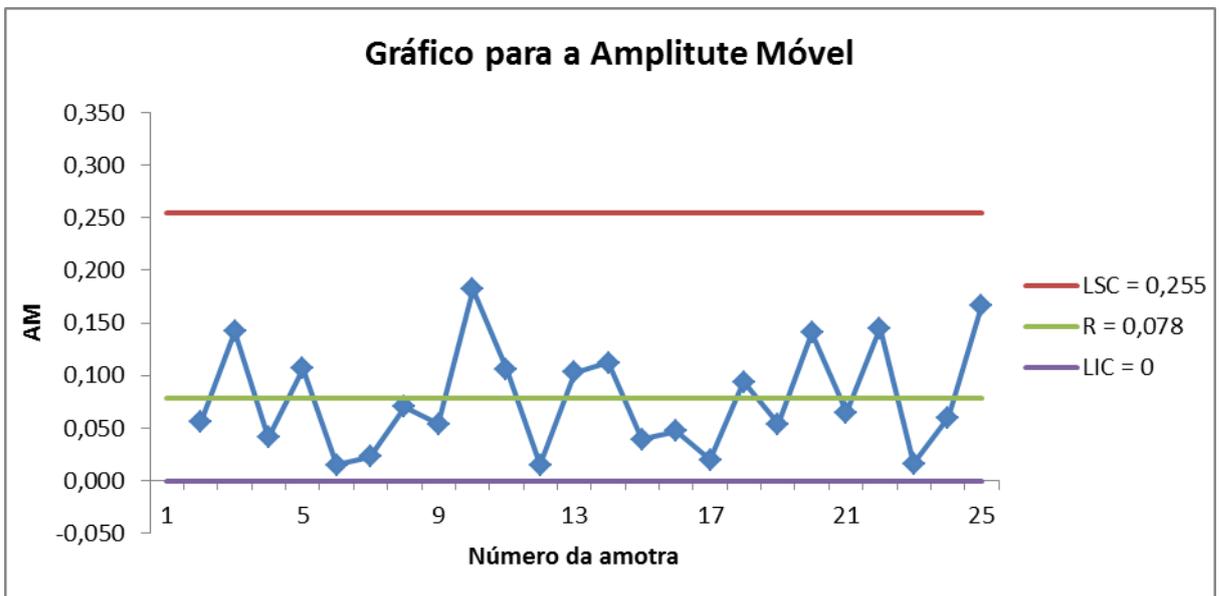


Figura 26. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado C.

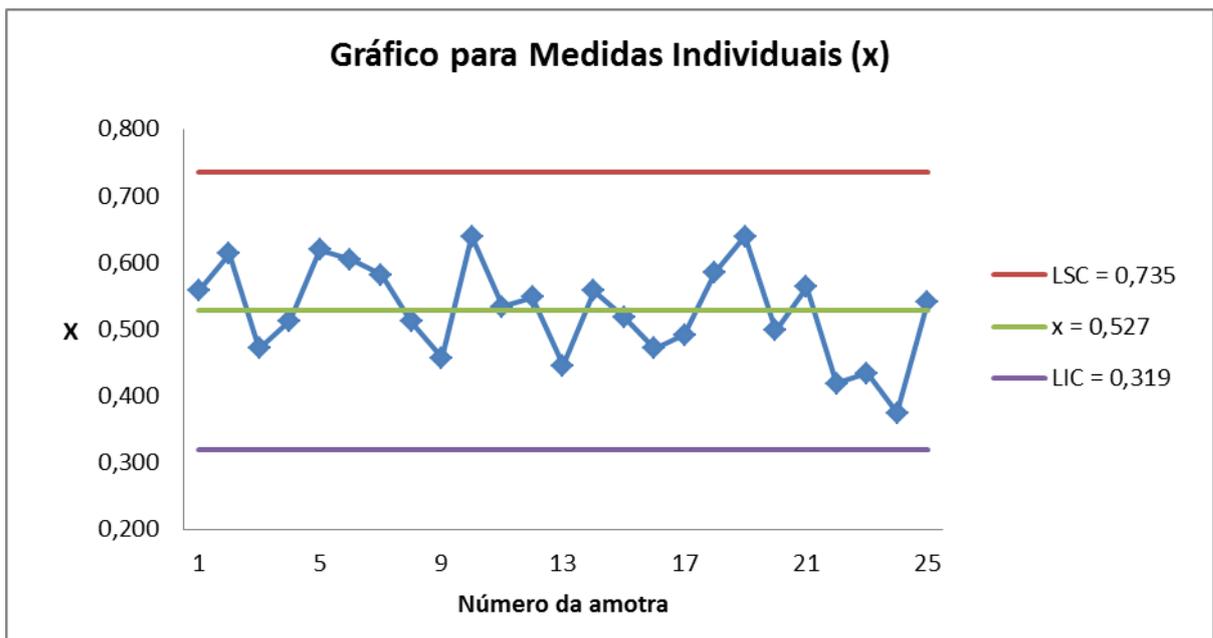


Figura 27. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado C.

### ▪ Densidade

Para obter as cartas de controle para a densidade do produto foi necessário à exclusão dos pontos 2, 3, 9 e 10. A retirada desses pontos ocorreu pelo fato deles estarem em uma sequência de 10 amostras abaixo da linha média. Essa sequência de pontos ocorreu nas primeiras amostras coletadas indicando que poderia estar havendo uma alteração na média do processo. Pode-se supor que:

- Houve a introdução de novos operadores;
- Erro nos procedimentos para obtenção da densidade;
- Alteração da matéria-prima;
- Alteração no tempo de extrusão.

Retirados os pontos foi plotado o gráfico da Figura 28 e logo o gráfico da Figura 29 que não apresentou causas especiais. Nas figuras é possível visualizar os limites de controle para produto.

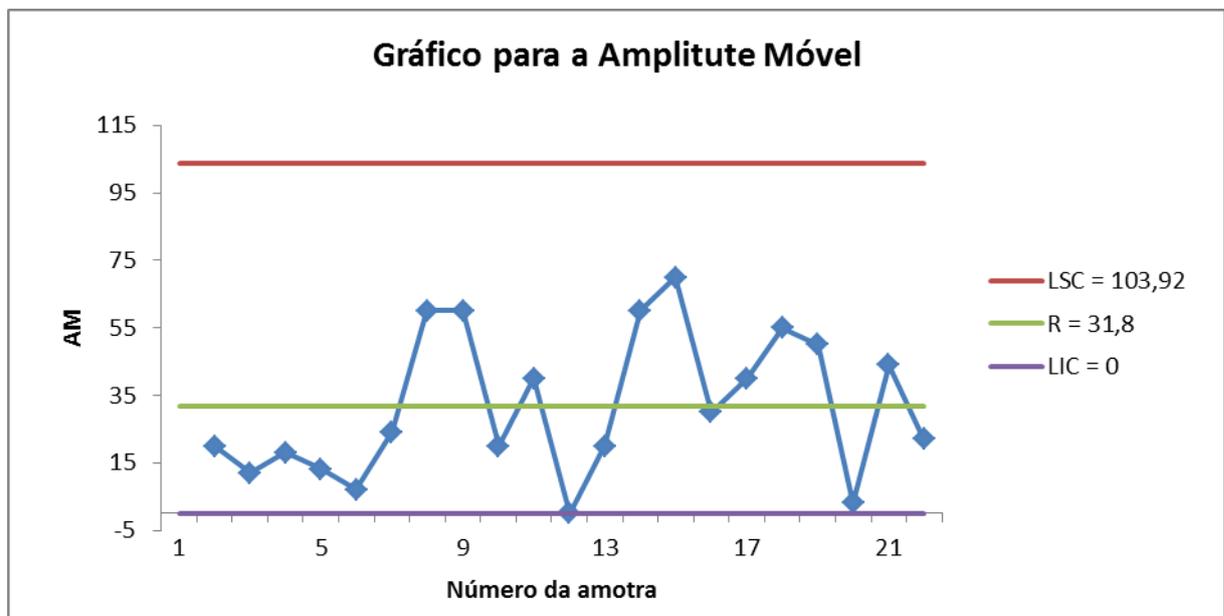


Figura 28. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado C.

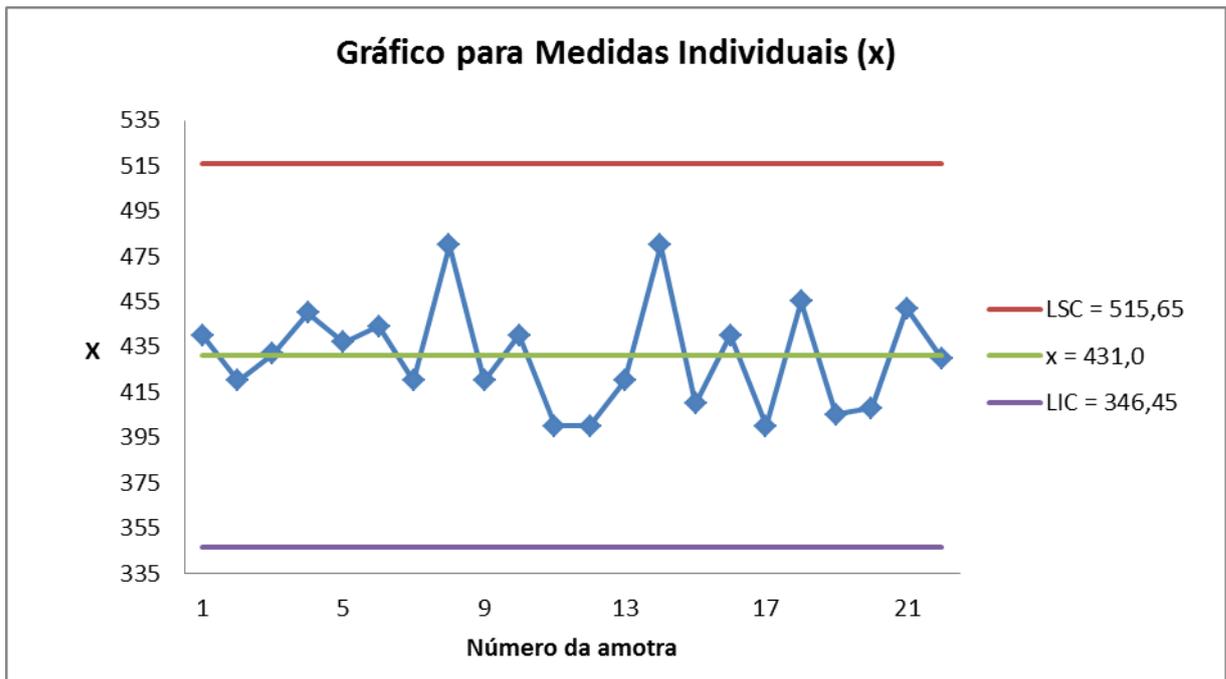


Figura 29. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado C.

#### 5.1.4. Extrusado D

O produto D é destinado à manutenção de cães adultos de porte-médio, grande e gigante a partir de 18 meses. A coleta de dados foi realizada com auxílio do histórico de análises no período de 4 de janeiro a 19 de julho e obteve os resultados da Tabela 10.

Tabela 10. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada D.

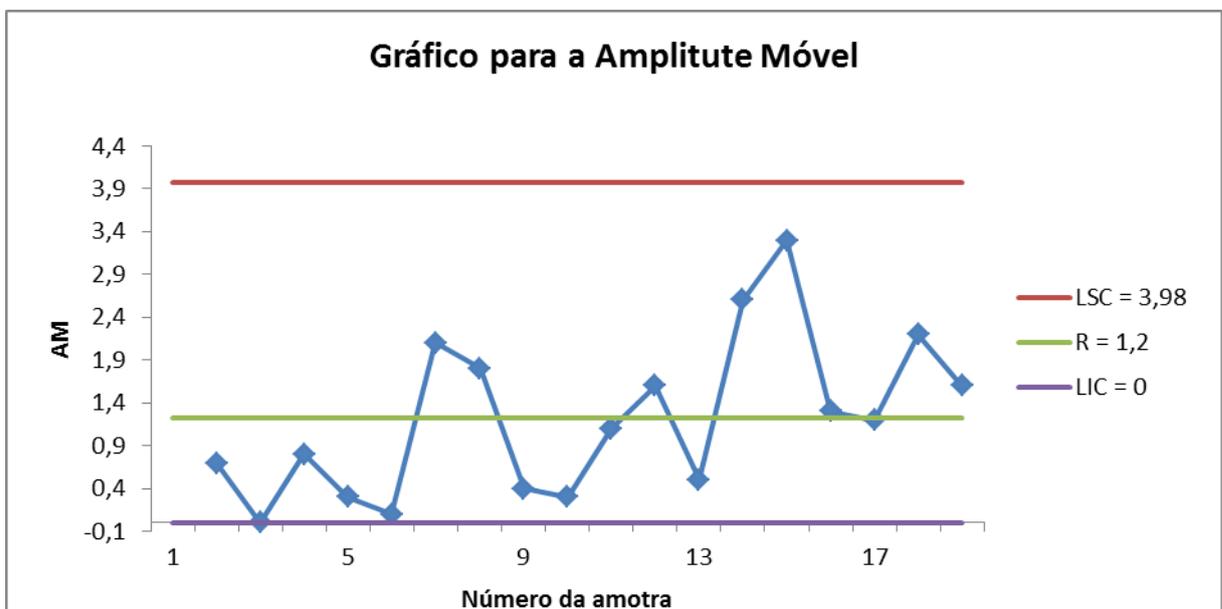
Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
04/01/11	239.531	7,9	0,558	400	08/04/11	248.584	6,7	0,428	380
14/01/11	240.368	8,6	0,580	400	19/05/11	252.684	8,3	0,595	400
20/01/11	240.818	8,6	0,600	400	30/05/11	253.691	7,8	0,542	400
21/01/11	241.216	7,8	0,490	380	30/05/11	253.691	7,8	0,542	400
02/02/11	241.844	8,1	0,591	360	06/06/11	254.275	5,2	0,391	400
16/02/11	243.249	8,2	0,532	390	17/06/11	255.637	8,5	0,599	408
22/02/11	243.853	6,1	0,515	412	27/06/11	256.244	7,2	0,470	395
03/03/11	244.796	7,9	0,558	390	06/07/11	257.149	6,0	0,407	415
17/03/11	246.244	7,5	0,484	400	11/07/11	257.537	8,2	0,600	409
30/03/11	247.555	7,8	0,578	380	19/07/11	258.242	6,6	0,526	425

#### ▪ Umidade

Para construir as cartas de controle para a porcentagem de umidade do produto houve a retirada do ponto 14. Segue as etapas para a construção dos gráficos:

- Foi plotado o gráfico de amplitude móvel e verificou-se que não havia causas especiais;
- Plotou-se o gráfico de medidas individuais e foi constatada uma sequência de 14 pontos onde 12 estavam acima da linha média.
- Foi retirado o ponto 14 e verificou-se que a sequência pode ser resultado da desatenção dos operadores durante o período de secagem do produto ou pela dificuldade de diminuir a porcentagem de umidade devido à alteração da matéria-prima;
- Plotou-se novamente o gráfico para amplitude móvel e verificou que não havia causas especiais;
- Por fim, foi construído o gráfico para medidas individuais e estabelecidos os limites de controle para a ração D.

As Figuras 30 e 31 mostram as cartas de controle para a umidade do produto D note que o LSC é 10.76 e o LIC é 4.29.



**Figura 30. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado D.**

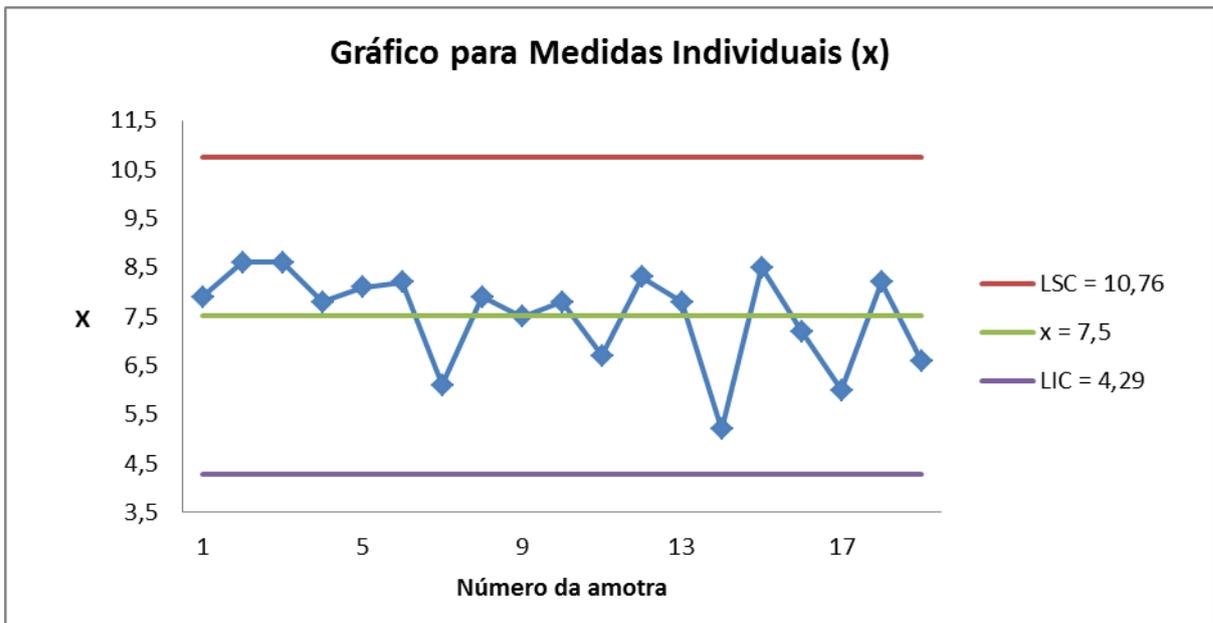


Figura 31. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado D.

▪ **Atividade de água**

Na construção dos gráficos de controle mostrados nas Figuras 32 e 33 não foi constatado nenhuma causa especial. Assim, foi estabelecido para LSC um valor de 0,770 e para LIC um valor de 0,290.

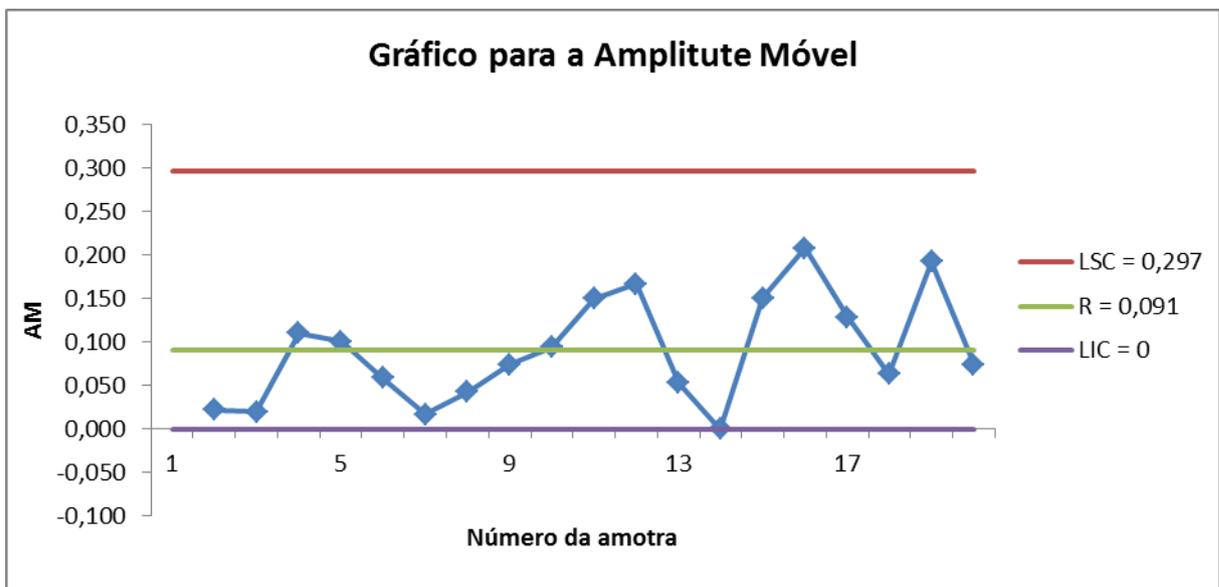


Figura 32. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado D.

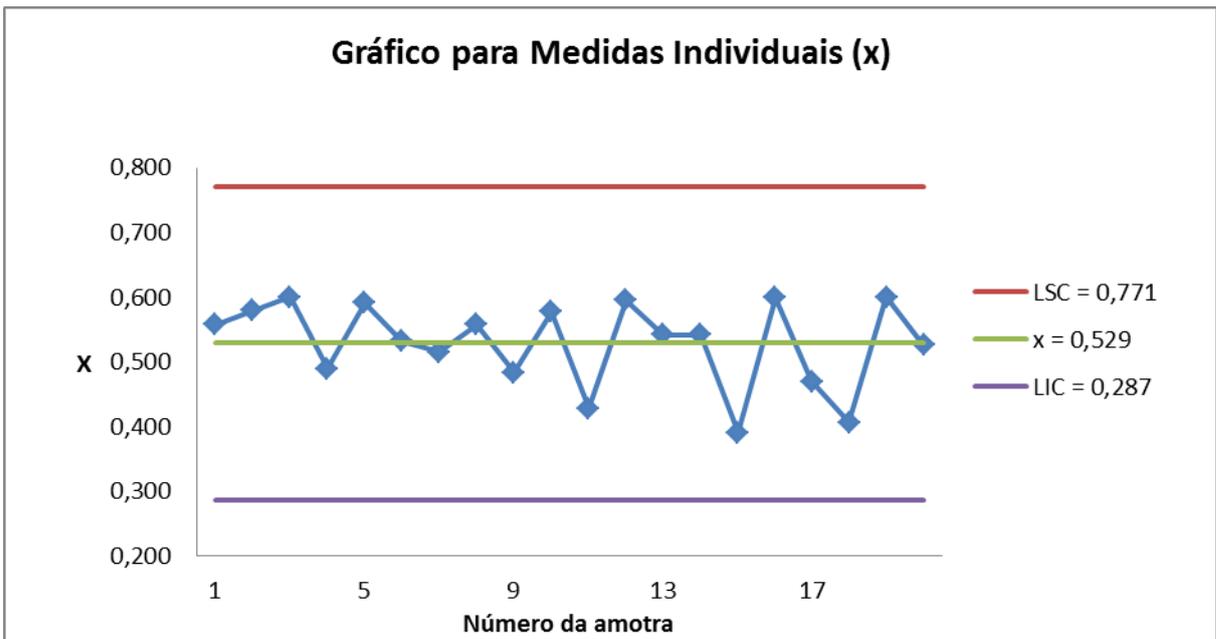


Figura 33. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado D.

#### ▪ Densidade

As Figuras 34 e 35 mostram os gráficos de controle para a densidade do produto. Para obter esses gráficos houve a necessidade de retirar os pontos 3, 14 e 15 do gráfico inicial de amplitude móvel, pois estavam em uma sequência onde não há variação na amplitude entre as amostras. Isto pode ter ocorrido devido à falha na medição da densidade ou por problemas no procedimento adotado. Após a exclusão desses pontos foi estabelecido os gráficos e os limites de controle visualizado nas Figuras 34 e 35.

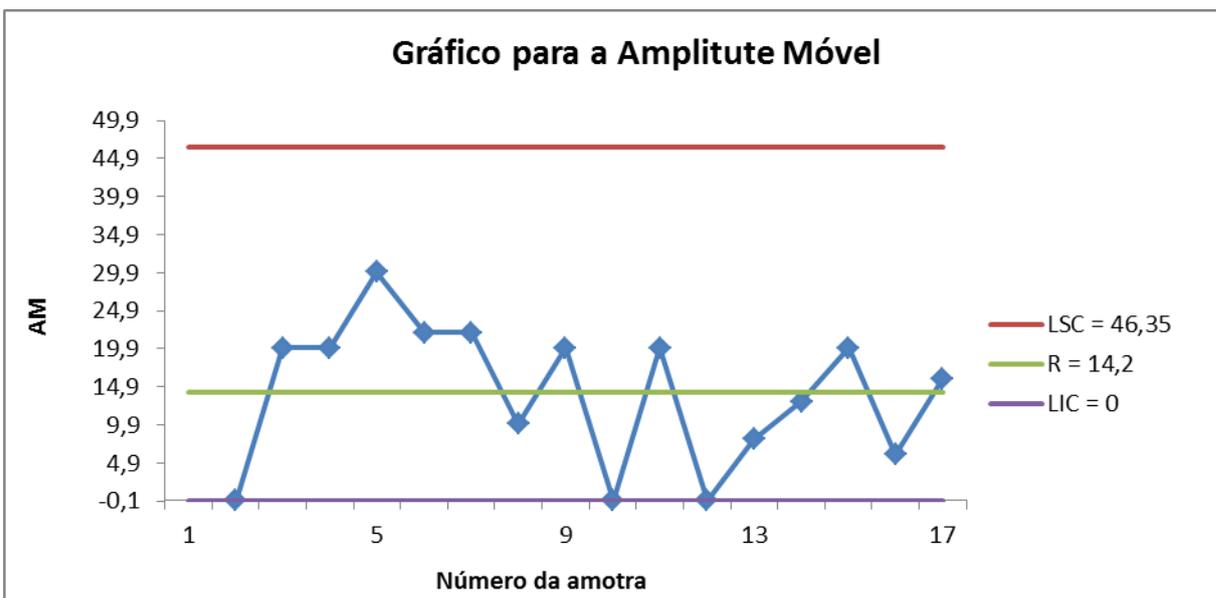


Figura 34. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado D.

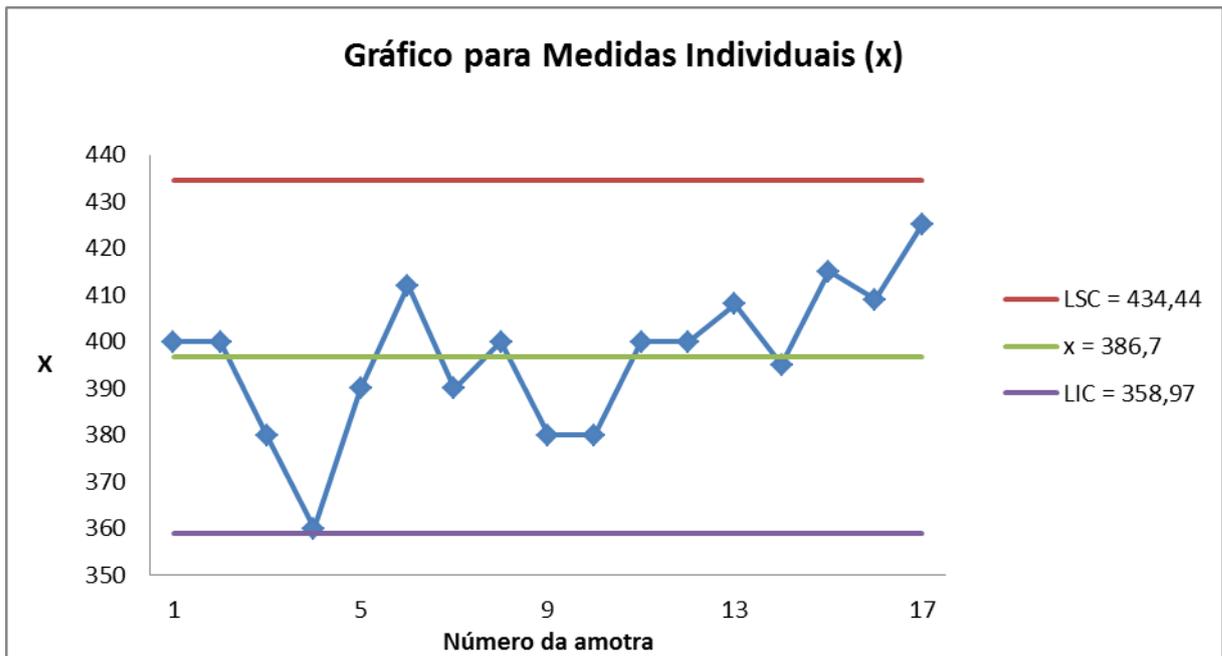


Figura 35. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado D.

### 5.1.5. Extrusado E

O produto extrusado E é destinado gatos de todos os tipos. A coleta de dados foi realizada com o auxílio do histórico de análises no período de 26 de janeiro a 14 de julho e apresentou os resultados da Tabela 11.

Tabela 11. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada E.

Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
26/01/11	241.125	8,1	0,526	440	27/05/11	253.558	8,4	0,528	440
03/02/11	242.015	9,0	0,649	450	02/06/11	254.136	6,7	0,422	440
14/02/11	242.954	5,9	0,420	380	15/06/11	255.387	6,7	0,587	477
23/02/11	243.970	7,7	0,560	419	21/06/11	255.880	5,6	0,449	450
09/03/11	245.277	7,3	0,508	440	04/07/11	256.920	6,2	0,468	498
18/03/11	246.493	8,3	0,551	400	04/07/11	256.920	6,3	0,462	495
10/05/11	251.613	6,4	0,603	420	14/07/11	257.833	6,7	0,494	455
20/05/11	252.833	6,3	0,450	440					

#### ▪ Umidade

Foram construídos os gráficos de controle para a variável umidade utilizando a Tabela 11 como fonte de informações. Os gráficos resultantes estão apresentados nas Figuras 36 e 37 e não apresentaram causas especiais, uma vez que o ponto 11 encontra-se no limite inferior. Note que o LSC para medidas individuais é 9.93 e LIC no valor de 4.15.

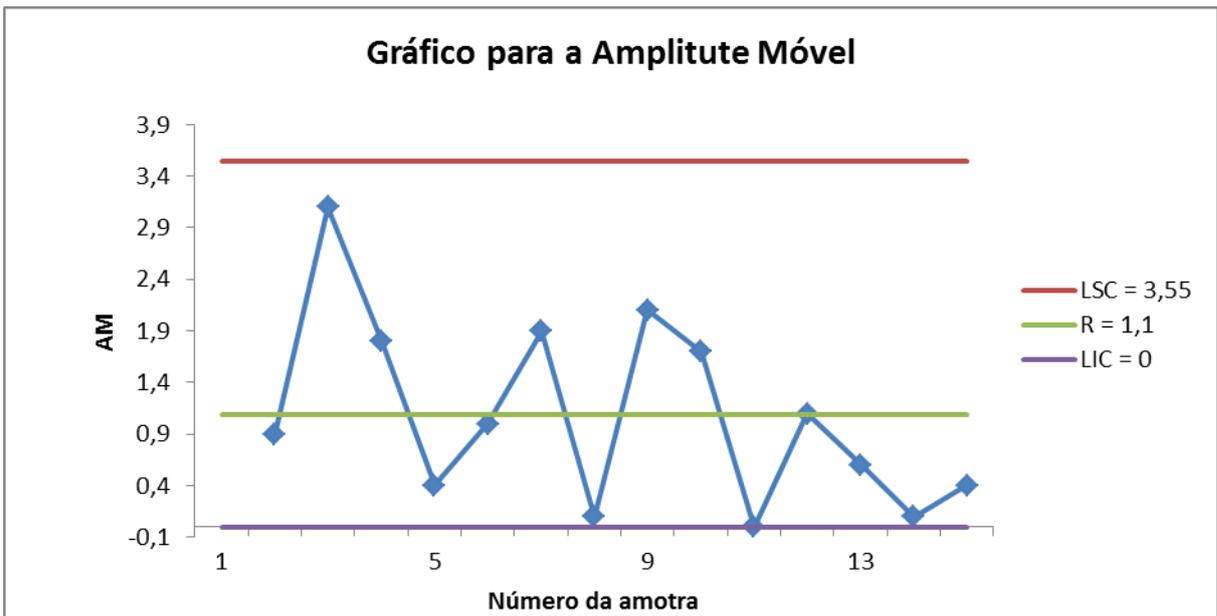


Figura 36. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado E.

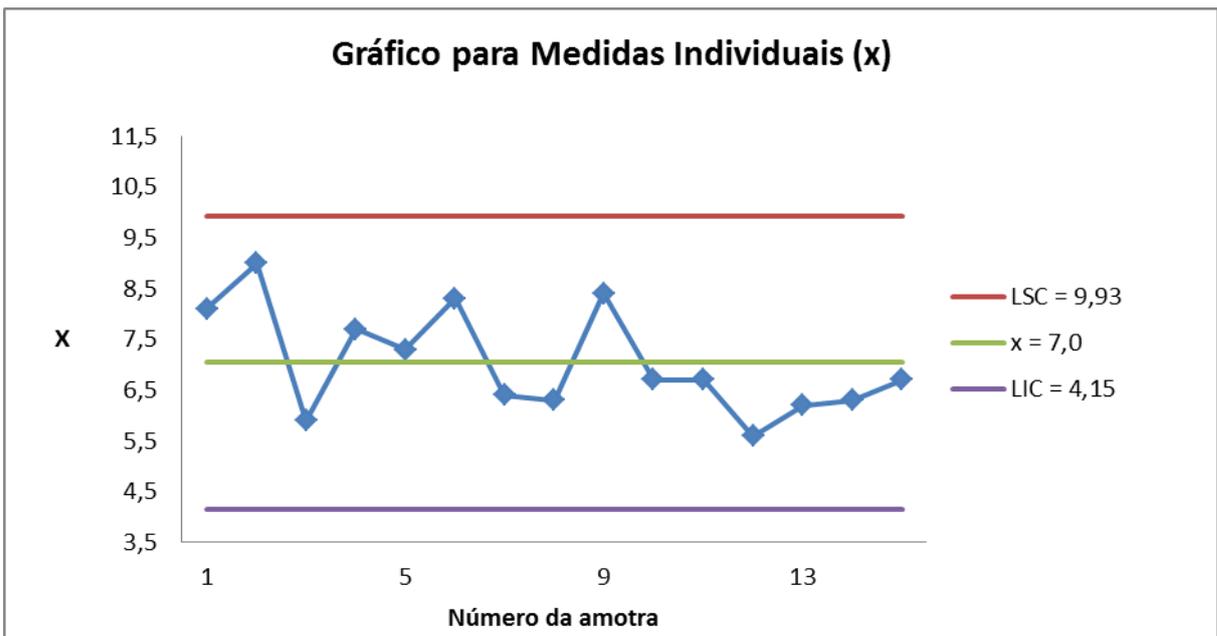


Figura 37. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado E.

- **Atividade de água**

Da mesma maneira que os gráficos da variável umidade, as Figuras 38 e 39 mostram as cartas de controle de amplitude móvel e de medidas individuais para a atividade de água. Nelas não foram encontradas causas especiais sendo os limites de LSC e LIC para as medidas individuais iguais a 0,770 e 0,260, respectivamente.

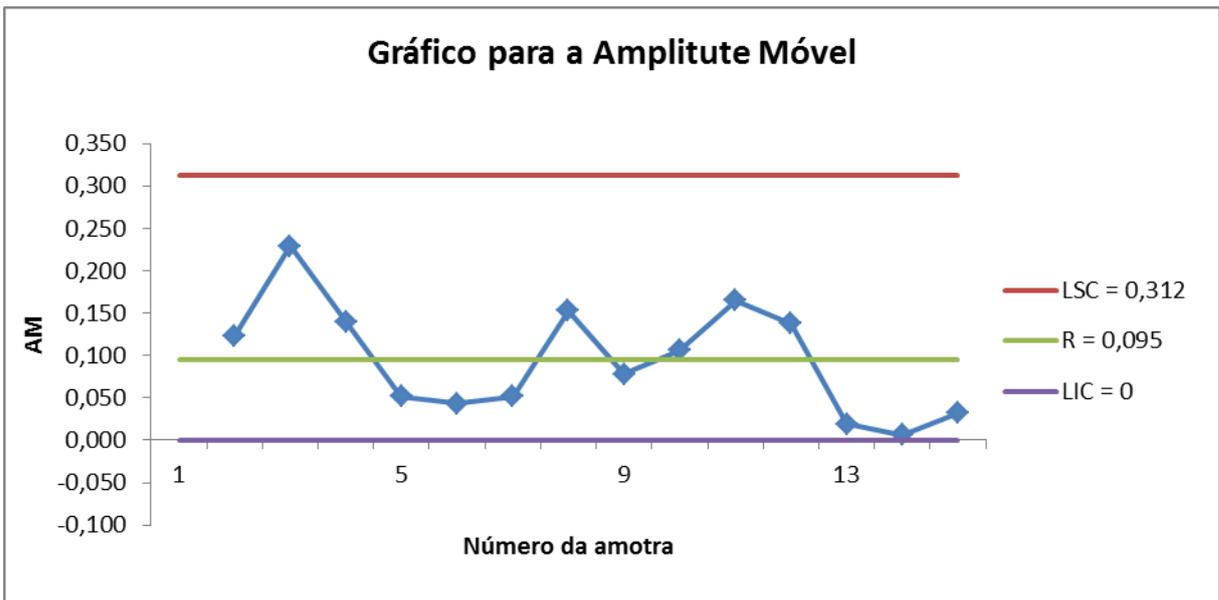


Figura 38. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado E.

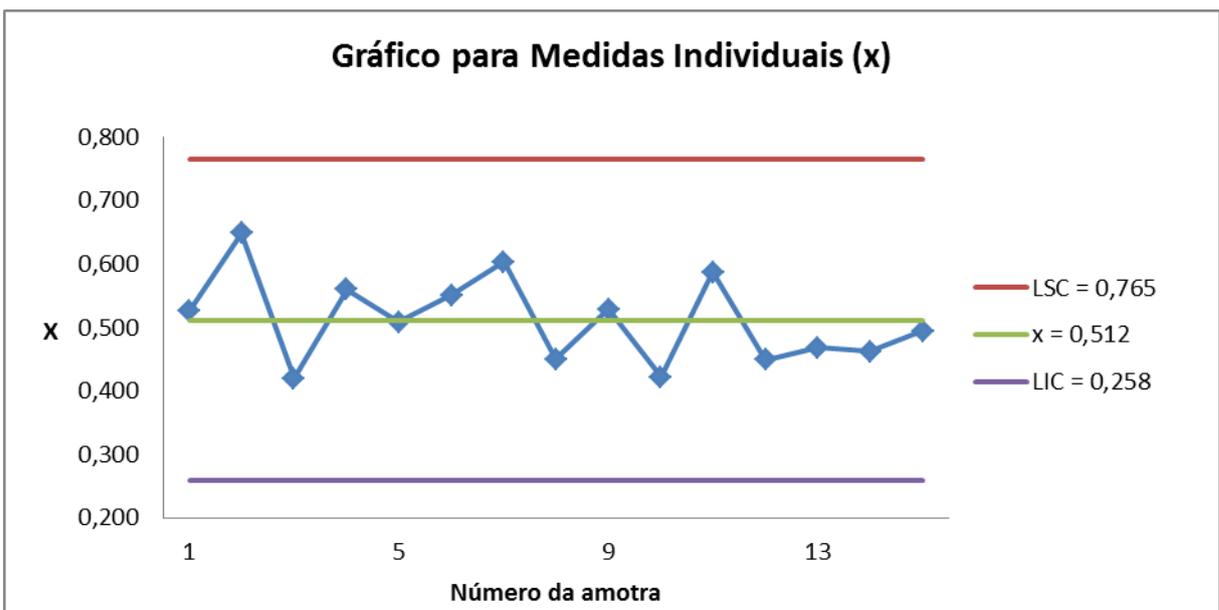


Figura 39. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado E.

#### ▪ Densidade

Conforme os dados da Tabela 11 foi plotado os gráficos demonstrados nas Figuras 40 e 41. No gráfico de medidas individuais é possível verificar a uma sequência de três pontos em que não há variação no valor da densidade (pontos 8, 9 e 10). Todavia, como existem apenas 15 amostras para este produto esta sequência foi desconsiderada. Todavia, isto evidencia a necessidade de maior controle na densidade do produto. Considerando estes gráficos como cartas de controle para a densidade do produto estabelece um LSC de 514.17 e um LIC de 371.70.

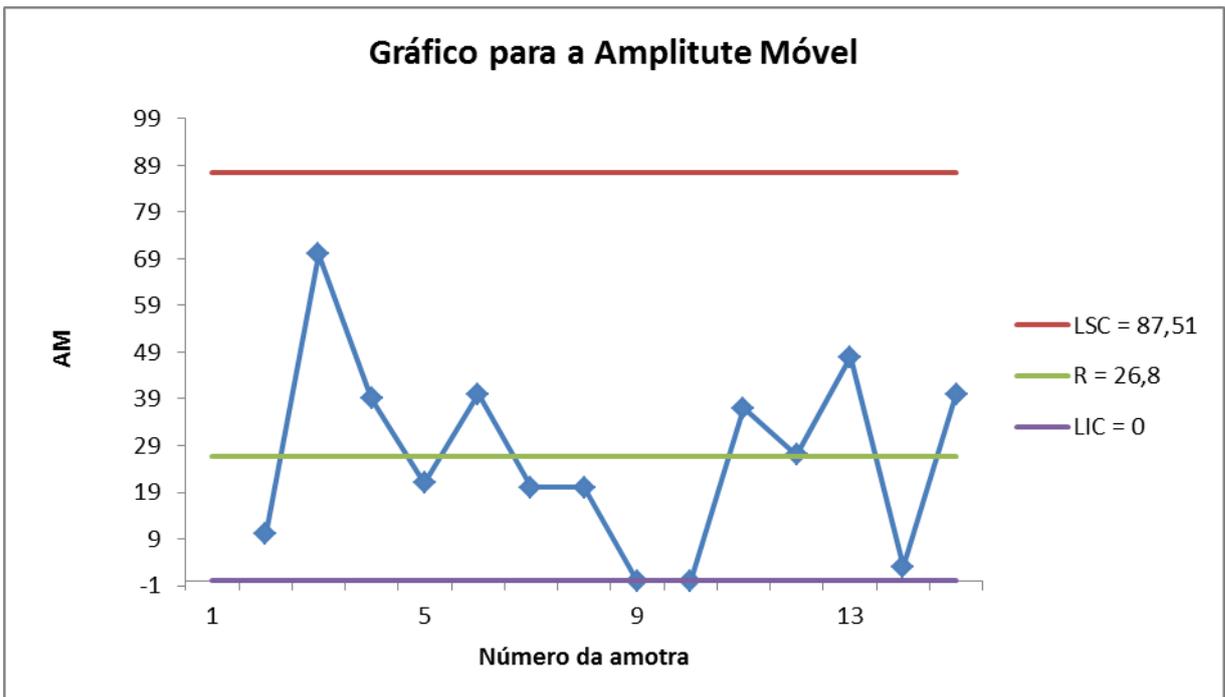


Figura 40. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado E.

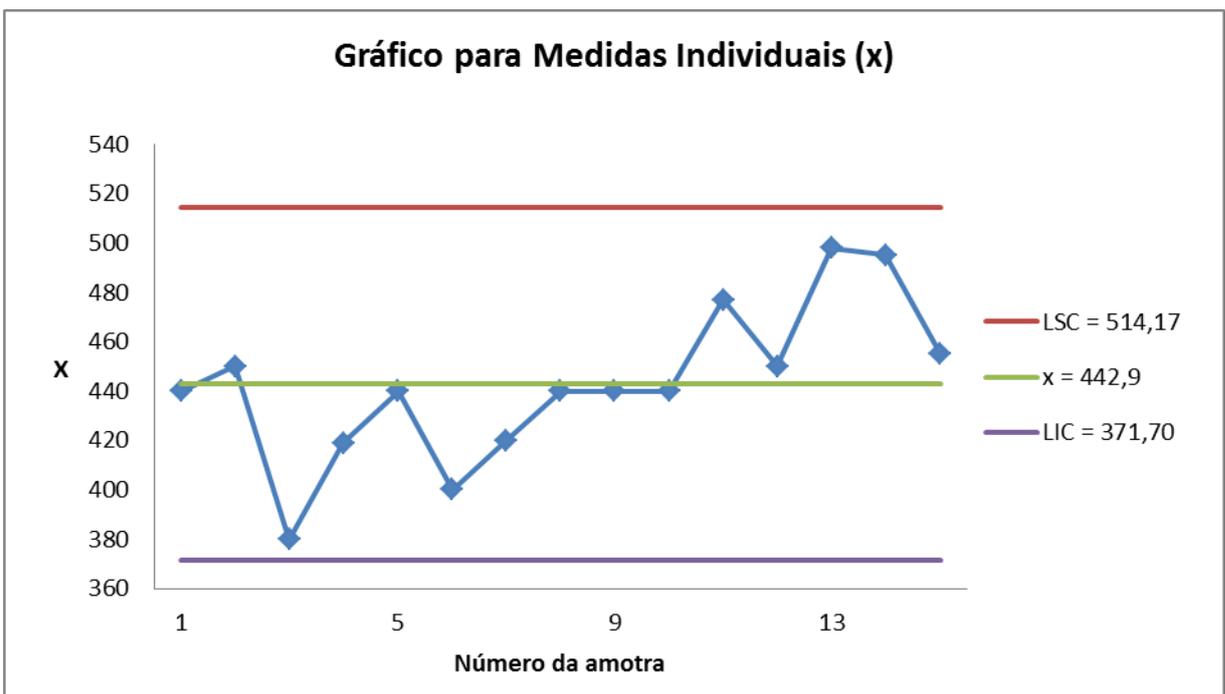


Figura 41. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado E.

### 5.1.6. Extrusado F

O produto extrusado F é destinado a filhotes de cães. A coleta de dados foi feita com auxílio do histórico de análises no período de 21 de janeiro a 15 de julho e resultou nos dados apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada F.

Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
21/01/11	240.912	8,1	0,581	420	29/03/11	247.419	6,8	0,512	407
29/01/11	241.472	8,4	0,644	400	04/04/11	248.025	7,4	0,522	440
03/02/11	241.958	7,7	0,517	440	23/05/11	253.005	6,3	0,527	440
10/02/11	242.674	7,1	0,520	500	26/05/11	253.424	6,7	0,533	430
22/02/11	243.844	8,1	0,582	422	31/05/11	253.809	7,7	0,558	400
24/02/11	244.113	7,8	0,547	422	07/06/11	254.565	7,2	0,542	440
28/02/11	244.482	8,8	0,621	428	14/06/11	255.225	5,8	0,525	385
04/03/11	244.943	8,2	0,541	481	17/06/11	255.634	7,2	0,605	387
16/03/11	246.122	6,5	0,451	450	28/06/11	256.341	8,7	0,626	413
25/03/11	247.116	6,6	0,418	410	15/07/11	257.962	7,4	0,590	415

#### ▪ Umidade

Com os dados da Tabela 12 e com a utilização da metodologia apresentada neste trabalho foram plotados os gráficos de controle para a amplitude móvel e para as medidas individuais da umidade. Durante a construção não houve causas especiais sendo estabelecidos os limites de controle visualizados nos gráficos das Figuras 42 e 43.

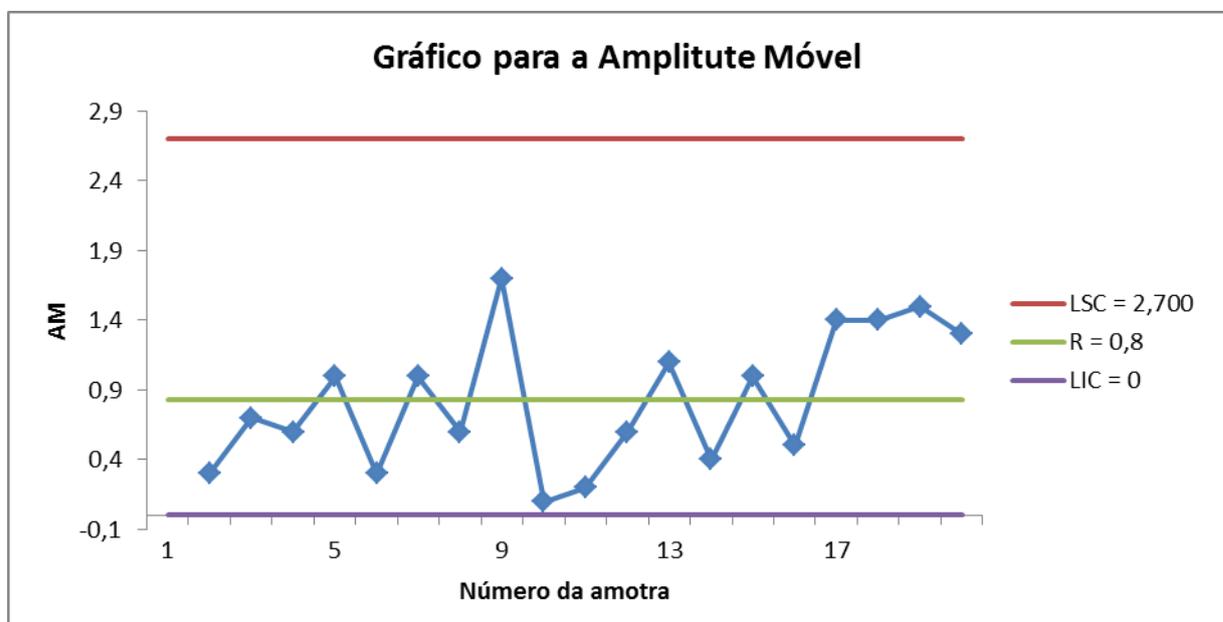


Figura 42. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado F.

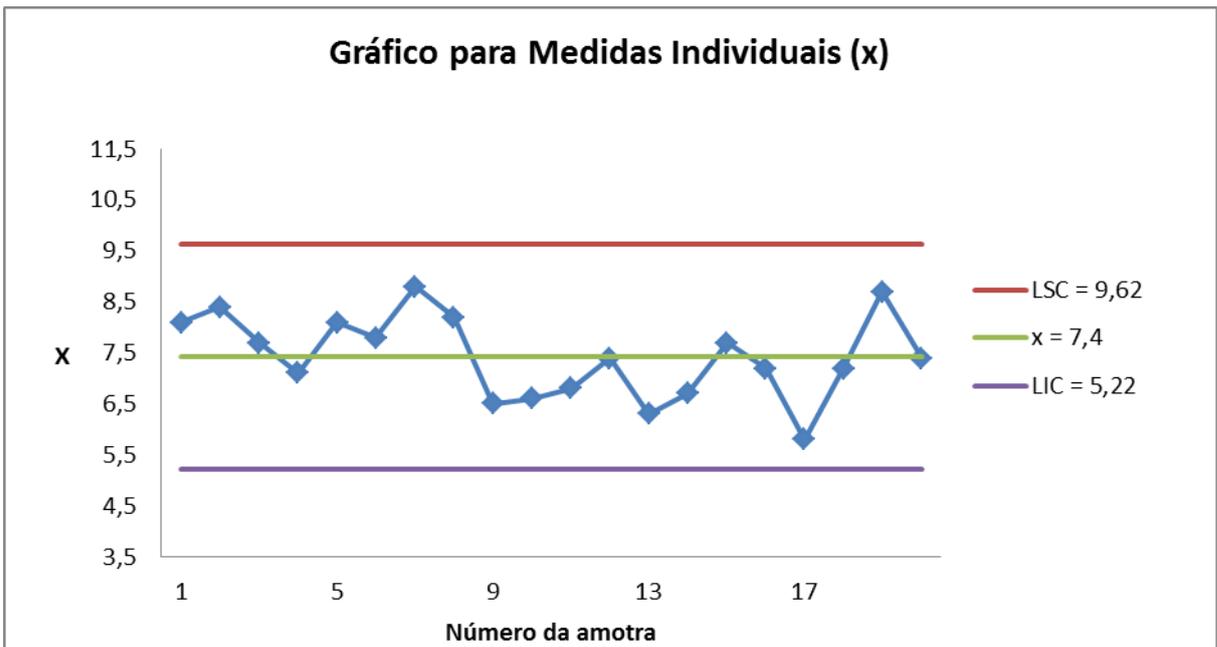


Figura 43. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado F.

▪ **Atividade de água**

Para a obtenção dos gráficos de controle para a atividade de água houve a necessidade de retirar um ponto. Após a construção do gráfico inicial de amplitude móvel foi plotado o gráfico inicial para medidas individuais na qual foi constatado um ponto abaixo do LIC. Esta causa especial pode ocorrer por falhas do aparelho de medição ou por erros do operador. Realizada a exclusão deste ponto foram construídos os gráficos das Figuras 44 e 45 com os seus respectivos limites de controle.

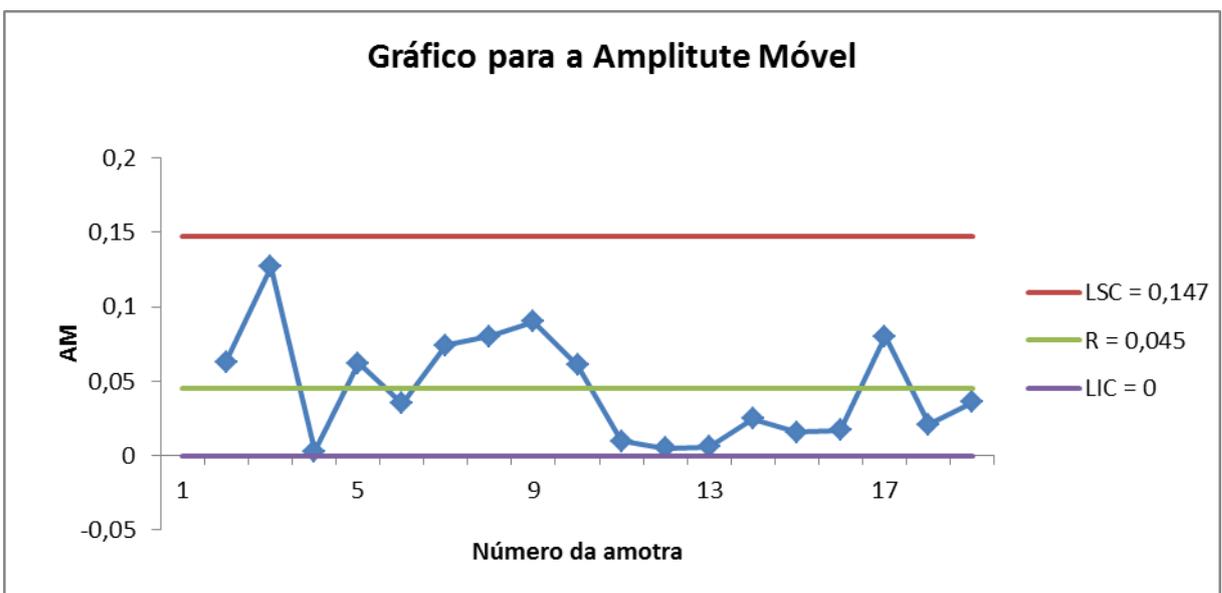


Figura 44. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado F.

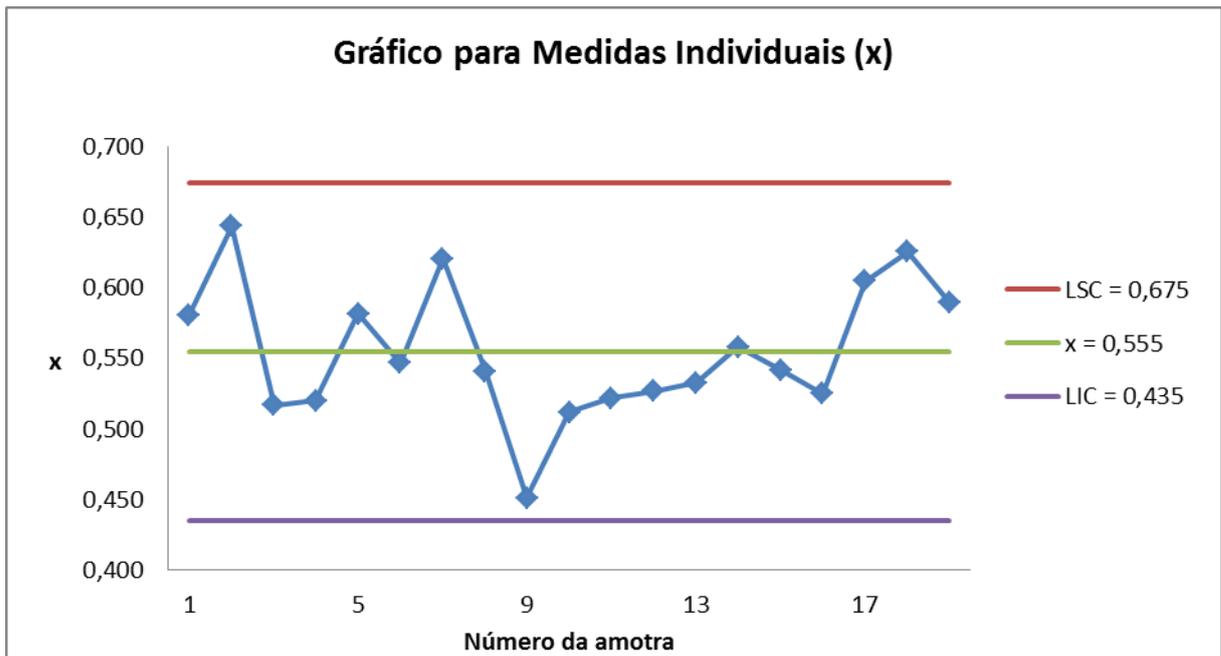


Figura 45. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado F.

#### ▪ Densidade

Com os dados da Tabela 12 foram plotados os gráficos para a densidade mostrada nas Figuras 46 e 47. Nelas não ocorrem causas especiais, entretanto, deve-se ressaltar que o ponto 4 está bem próximo do limite superior. As Figuras 46 e 47 mostram, também, os limites de controle para a variável densidade.

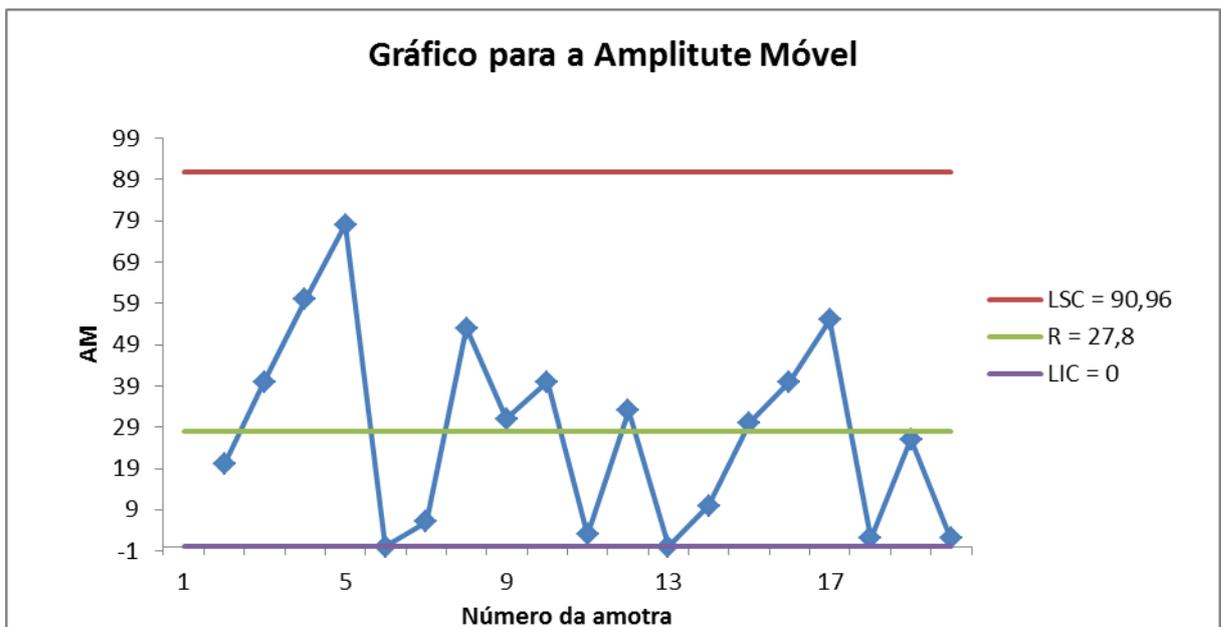


Figura 46. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado F.

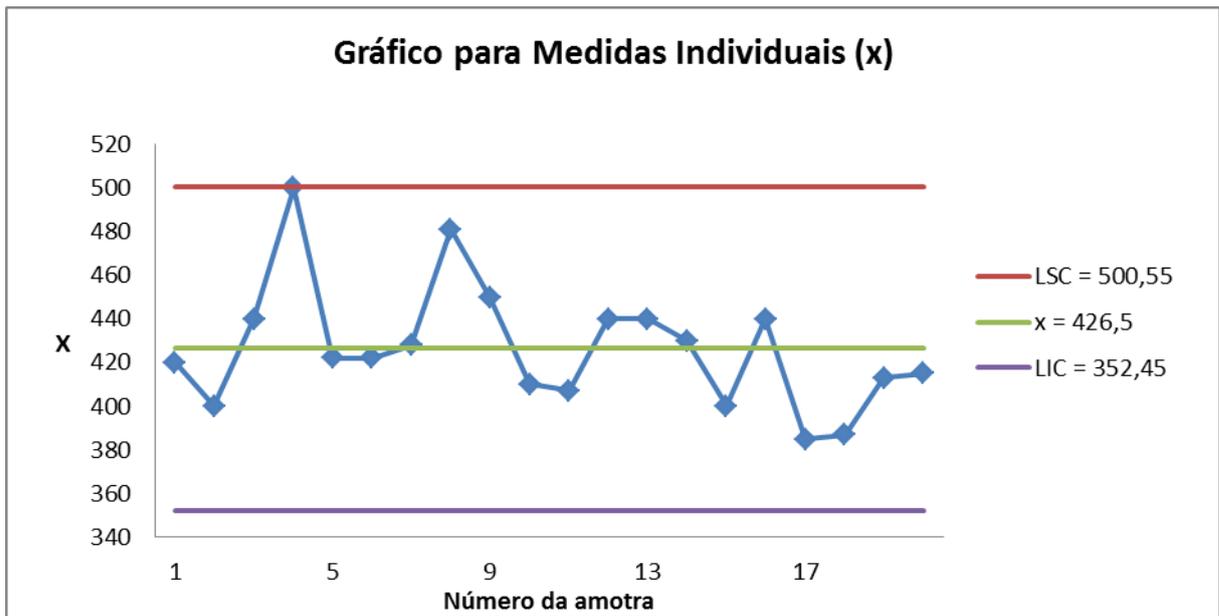


Figura 47. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado F.

### 5.1.7. Extrusado G

O produto extrusado G é destinado à alimentação de cães adultos em manutenção. Os dados foram coletados com auxílio do histórico de análises no período de 27 de janeiro a 12 de julho. Os dados obtidos estão contidos na Tabela 13.

Tabela 13. Resultados da coleta de dados para a ração extrusada G.

Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)	Data de Fabricação	Lote	UM (%)	AW	D (g/l)
27/01/11	241.350	8,5	0,602	400	19/05/11	252.683	6,7	0,503	420
31/01/11	241.594	6,4	0,472	420	25/05/11	253.182	6,0	0,333	420
16/02/11	243.352	8,0	0,597	450	31/05/11	253.814	7,0	0,454	420
28/02/11	243.752	6,9	0,478	420	07/06/11	254.571	6,1	0,466	440
01/03/11	244.598	7,6	0,563	460	08/06/11	254.692	6,9	0,518	440
01/03/11	244.483	6,4	0,426	396	27/06/11	256.186	7,7	0,533	408
29/03/11	247.310	8,7	0,637	464	12/07/11	257.646	5,9	0,417	457
11/05/11	251.741	6,5	0,607	420					

#### ▪ Umidade

Com auxílio da Tabela 13 foi possível construir as cartas de controle para a porcentagem de umidade. Abaixo nas Figuras 48 e 49 é possível notar os limites de controle para as medidas individuais.

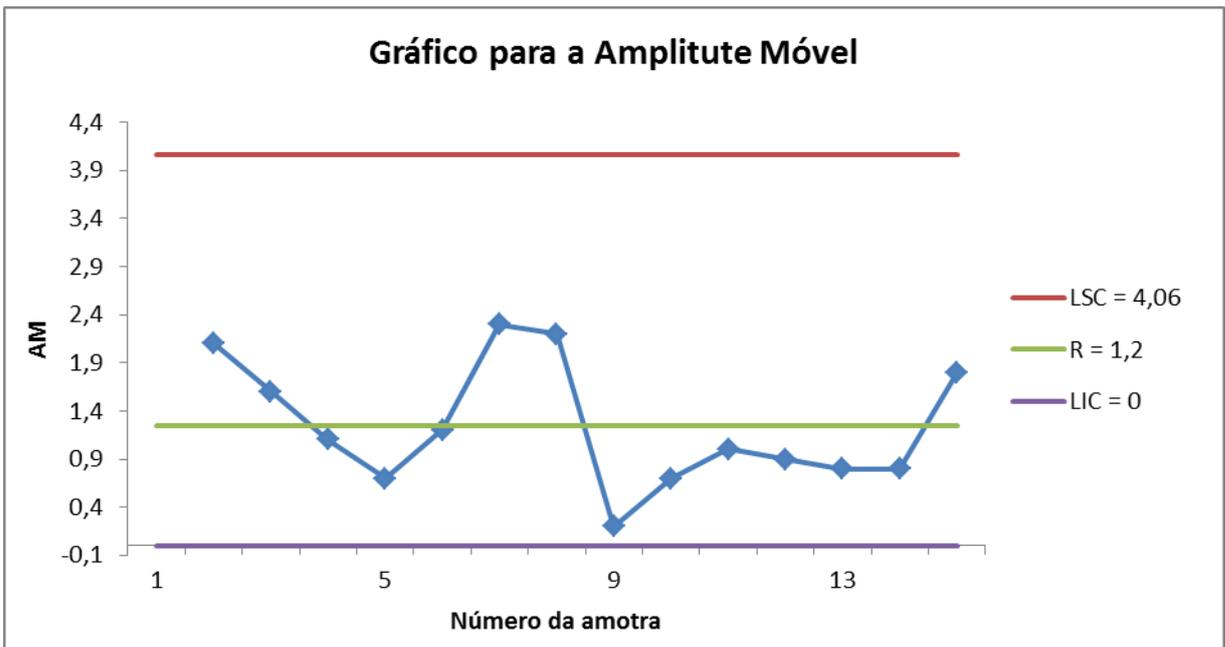


Figura 48. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Extrusado G.

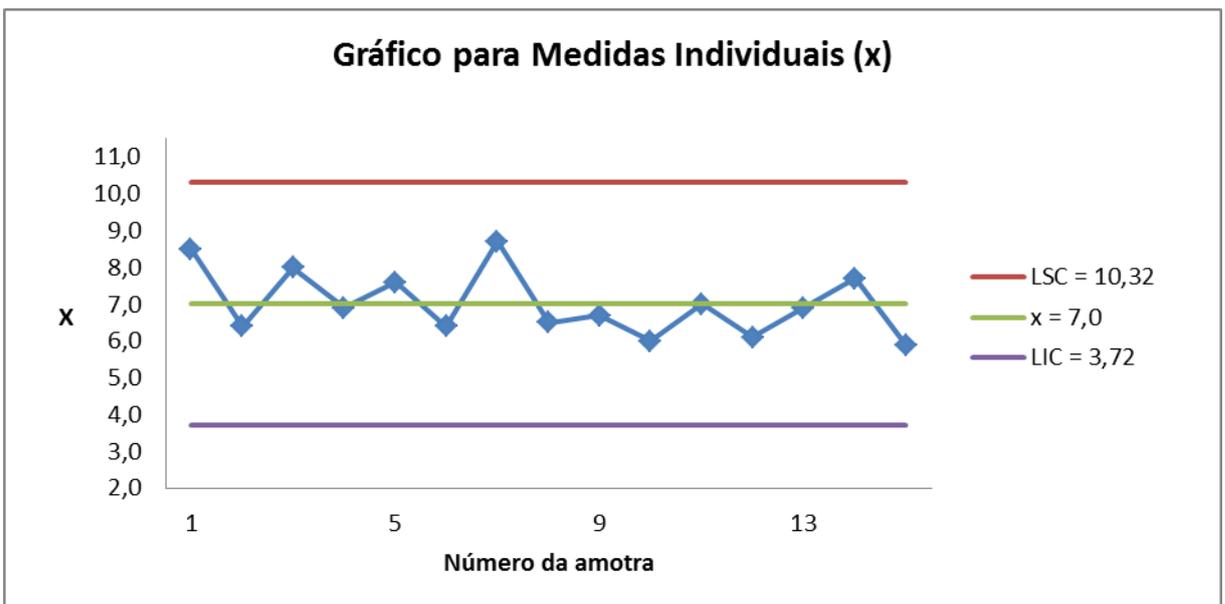


Figura 49. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Extrusado G.

- **Atividade de água**

De maneira semelhante à umidade foram construídas as cartas de controle para a atividade de água do extrusado G. Nas Figuras 50 e 51 é possível visualiza-las e notar o LSC no valor de 0,780 e o LIC no valor de 0.240.

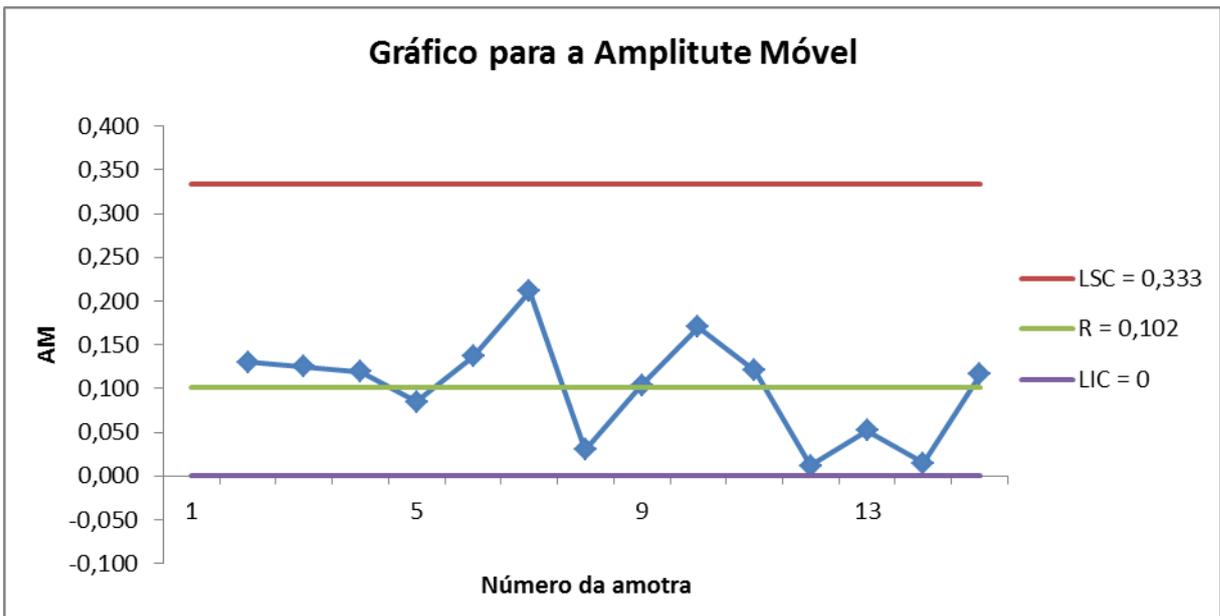


Figura 50. Gráfico para amplitude móvel da atividade de água no Extrusado G.

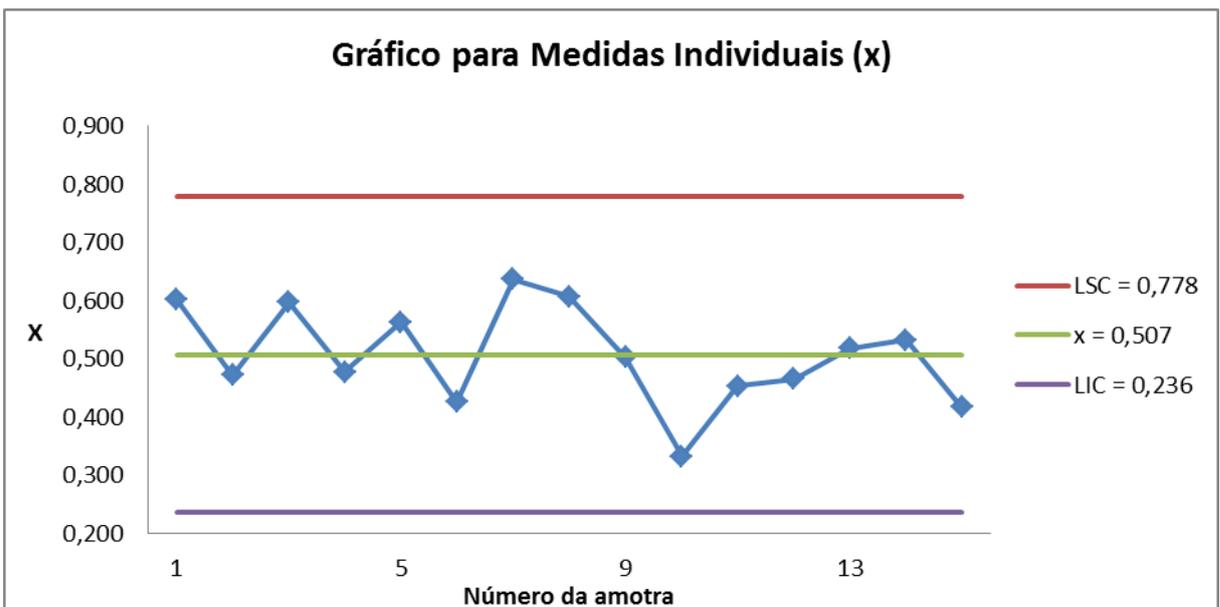


Figura 51. Gráfico para medidas individuais relacionadas à atividade de água no Extrusado G.

#### ▪ Densidade

Para a densidade do produto foi estabelecido um LSC igual a 504.42 e um LIC no valor igual a 353.58. Estes valores são mostrados na carta de controle da Figura 53. O gráfico para a amplitude móvel e seus respectivos limites são plotados na Figura 52. Durante a construção desses gráficos não há a existência de causas especiais na variável densidade.

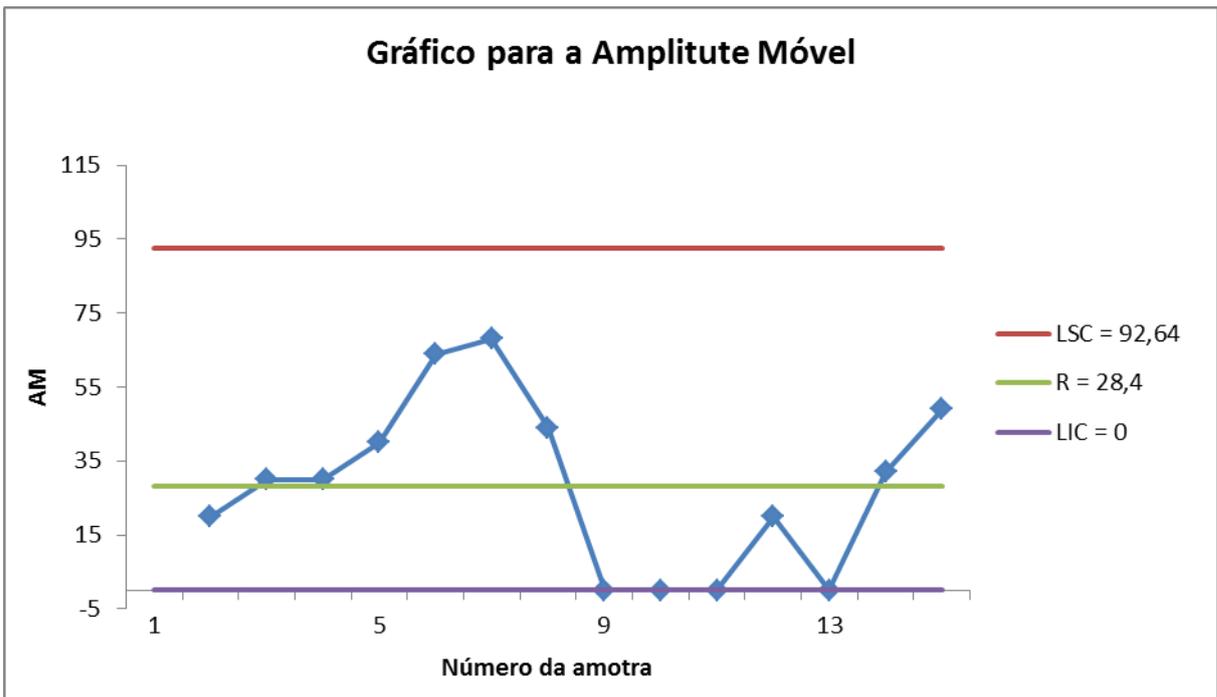


Figura 52. Gráfico para amplitude móvel da densidade no Extrusado G.

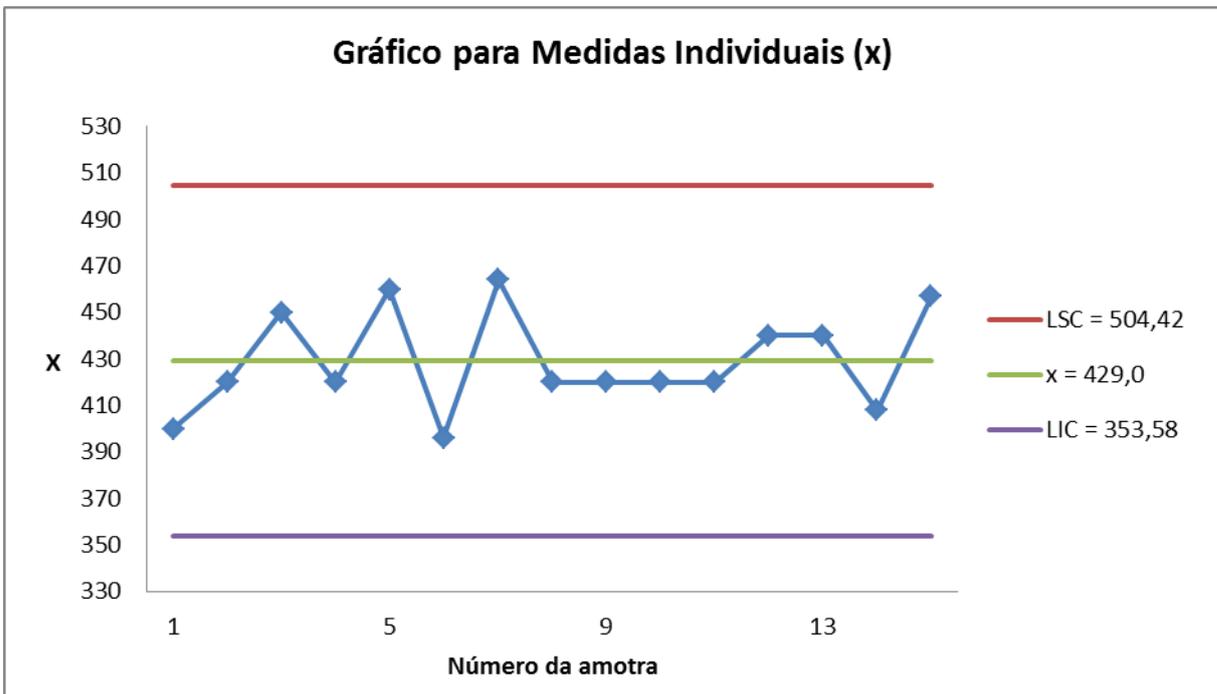


Figura 53. Gráfico para medidas individuais relacionadas à densidade no Extrusado G.

## 5.2. Insumos

Os resultados obtidos com a análise dos gráficos de controle para a umidade dos insumos são descritos a seguir.

### 5.2.1. Insumo A

O insumo A é uma ração peletizada indicada para equinos em manutenção. A Tabela 14 mostra os dados coletados no período de proposto.

Tabela 14. Resultados da coleta de dados para o Insumo A.

Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)
20/05/11	252.627	11,9	06/06/11	254.453	12,1	21/06/11	255.898	12,0
20/05/11	252.617	11,6	06/06/11	254.444	11,9	21/06/11	255.836	11,7
23/05/11	252.954	12,0	07/06/11	254.572	12,4	24/06/11	256.143	11,7
23/05/11	252.954	11,4	07/06/11	254.572	12,2	28/06/11	256.252	11,3
24/05/11	253.034	11,0	09/06/11	254.802	13,0	30/06/11	256.611	12,7
25/05/11	253.146	11,9	10/06/11	254.911	12,2	30/06/11	256.426	12,2
26/05/11	253.358	12,0	10/06/11	254.911	11,7	01/07/11	256.746	11,7
27/05/11	253.497	12,0	13/06/11	255.073	12,2	04/07/11	256.829	11,7
30/05/11	253.302	12,3	13/06/11	255.073	12,0	05/07/11	256.996	11,4
30/05/11	253.302	11,5	14/06/11	255.289	11,9	06/07/11	257.150	11,5
31/05/11	253.302	12,3	15/06/11	255.397	13,0	08/07/11	257.319	11,0
31/05/11	253.302	12,3	16/06/11	255.374	12,0	08/07/11	257.319	11,0
02/06/11	253.892	12,0	16/06/11	255.518	11,7	13/07/11	257.693	10,9
02/06/11	254.892	11,8	17/06/11	255.649	12,1	14/07/11	257.799	10,8
03/06/11	254.224	11,5	20/06/11	255.782	11,2			

Com os dados da Tabela 14 e utilizando o mesmo método demonstrado no item 5.1.1. foram construídos os gráficos para amplitude móvel e para medidas individuais do produto em questão.

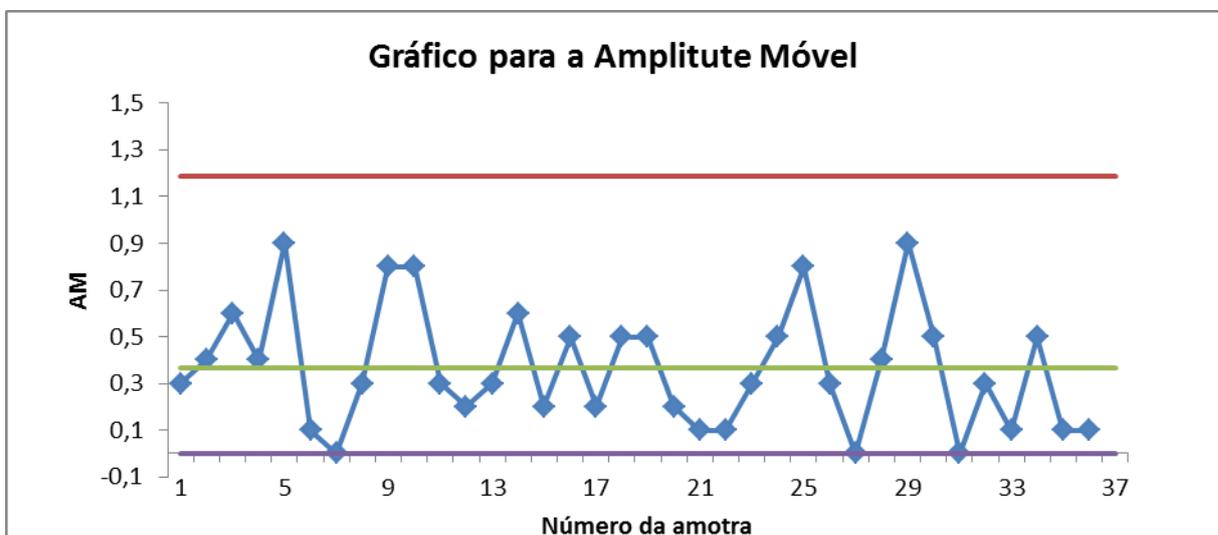
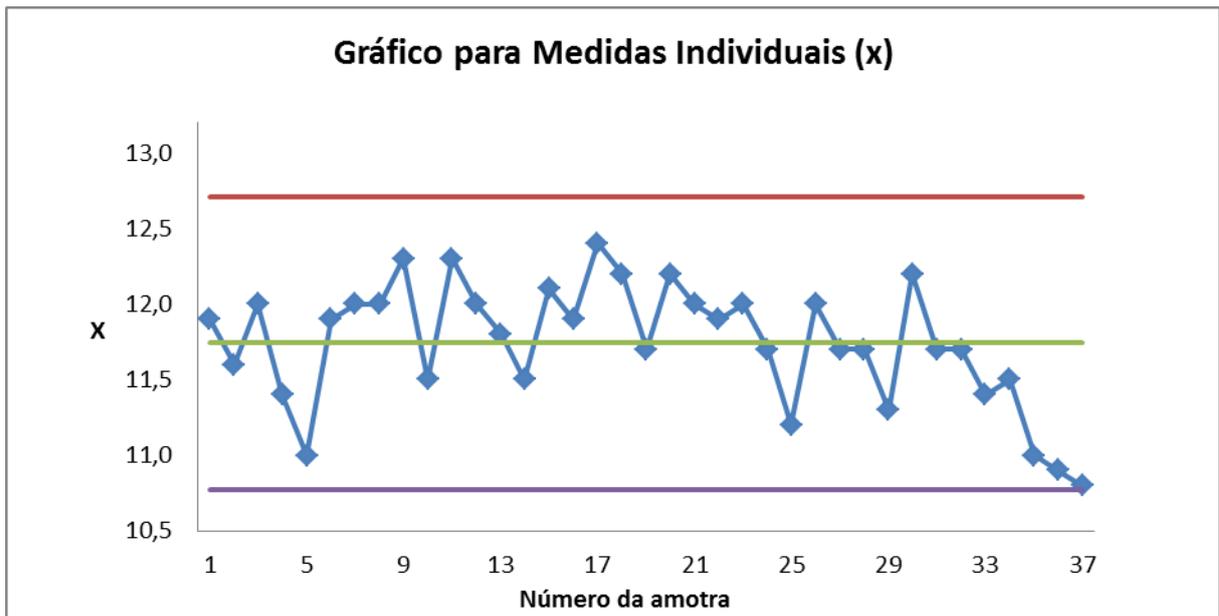


Figura 54. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo A.



**Figura 55. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo A.**

As Figuras 54 e 55 mostram, respectivamente, os gráficos para amplitude móvel e para medidas individuais relacionados ao Insumo A. Para a construção destes gráficos foi necessária a exclusão dos pontos 11, 20, 21, 26, 29, 35 e 41 pelos seguintes motivos:

- Os pontos 11 e 41 foram retirados, uma vez que, representavam lotes de produtos anteriormente coletados e que possuíam o mesmo valor para umidade;
- Os pontos 26 e 35 foram excluídos, pois representaram, no decorrer da construção do gráfico de medidas individuais e de amplitude móvel, pontos fora do limite superior de controle; Como ao retirar um ponto os limites de controle tendem a ficarem mais estreitos, esses pontos ultrapassaram esses limites de fronteira. Essas causas especiais podem ter ocorrido por acontecimentos esporádicos como chuvas no dia de fabricação;
- Os pontos 20, 21 e 29, durante o processo de construção do gráfico da Figura 59, participavam de sequências de números. Isso evidencia uma mudança no nível do processo que será estudado posteriormente, podendo ter ocorrido pela falta de manutenção em algum equipamento do processo;

Um fato importante na Figura 55 é a tendência descendente no final do gráfico. Ela não possui pontos suficientes para caracterizar uma causa especial, entretanto, pode apontar como uma futura causa especial do processo. Isto é explicado pelo fato de equipamentos precisarem de

manutenções preventivas para trocas de peças desgastadas com o tempo. O gráfico ainda demonstra o LSC no valor de 12.71 e o LIC no valor de 10.77.

### 5.2.2. Insumo B

O insumo B é uma ração peletizada e melaçada (adição de melado de cana) indicado para equinos em manutenção. Os dados sobre a coleta estão presentes na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados da coleta de dados para o Insumo B.

Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)
20/05/11	252.815	10,4	06/06/11	254.401	10,6	21/06/11	255.897	9,7
20/05/11	252.816	10,2	06/06/11	254.365	11,1	22/06/11	256.610	10,5
20/05/11	252.816	10,1	07/06/11	254.526	10,6	22/06/11	256.008	10,6
23/05/11	252.953	10,0	08/06/11	254.654	10,9	27/06/11	256.149	11,4
25/05/11	253.133	9,8	09/06/11	254.710	9,4	30/06/11	256.518	11,2
26/05/11	253.353	10,2	09/06/11	254.716	11,5	01/07/11	256.716	10,5
30/05/11	253.714	10,8	14/06/11	255.163	11,6	04/07/11	256.853	11,0
30/05/11	253.502	11,3	14/06/11	255.220	11,0	05/07/11	257.055	9,8
31/05/11	253.831	8,8	15/06/11	255.346	10,9	08/07/11	257.363	10,2
01/06/11	253.948	9,3	18/06/11	255.658	11,2	11/07/11	257.433	9,5
01/06/11	253.312	10,4	20/06/11	255.777	10,0	12/07/11	257.641	9,5
02/06/11	254.100	11,2	20/06/11	255.691	10,2	14/07/11	257.748	10,0
03/06/11	254.233	10,0	21/06/11	255.910	10,7			

A partir dos dados da Tabela 15 foram plotados os gráficos mostrados nas Figuras 56 e 57.

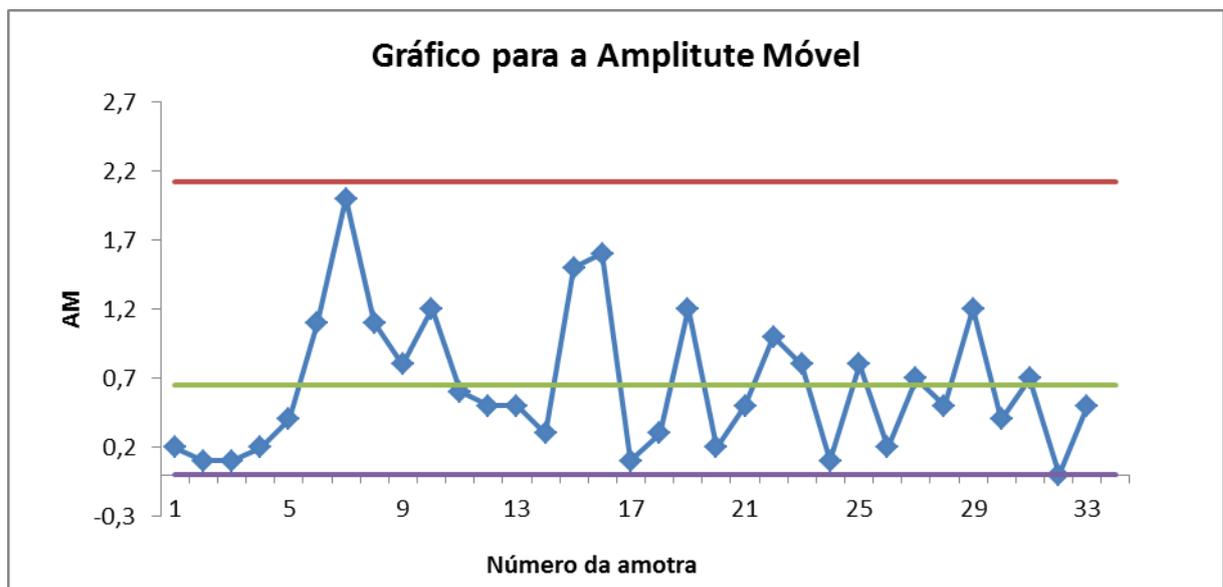
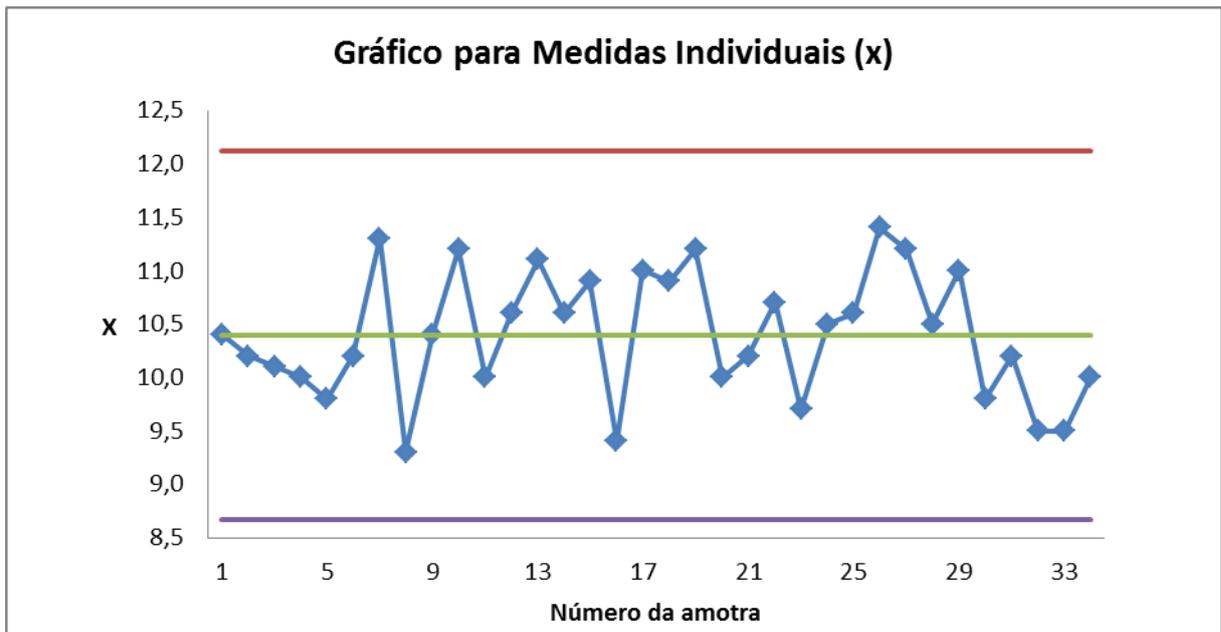


Figura 56. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo B.



**Figura 57. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo B.**

Para a construção dos gráficos ilustrados nas Figuras 56 e 57 houve a necessidade de retirar os pontos 9, 19 e 20, pois eram pontos que ficavam acima do limite superior de controle para o gráfico de amplitude móvel. Esta causa especial pode ter ocorrido por falhas esporádicas como uma chuva no dia do processo ou pode ter sido por falhas durante a fabricação da própria ração. Outro ponto retirado foi o sete, uma vez que ele estava contido numa sequência de pontos abaixo da linha média de controle. Esta sequência apareceu no início da carta de controle, podendo ter sido gerada por algum fator humano, como por exemplo, operador novo. A Figura 57 mostra um LSC de 12.12 e um LIC no valor de 8.67.

### 5.2.3. Insumo C

É produto melaçado com pellets e cereais laminados para equinos adultos. Os dados desta ração estão presentes na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados da coleta de dados para o Insumo C.

Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)	Data de fabricação	Lote	UM (%)
20/05/11	252.318	11,5	09/06/11	254.574	13,2	30/06/11	256.613	11,1
20/05/11	252.486	11,5	08/06/11	254.573	12,3	01/07/11	256.612	11,8
25/05/11	253.037	11,1	10/06/11	254.913	10,8	04/07/11	256.751	11,9
25/05/11	253.037	11,0	13/06/11	255.075	12,5	05/07/11	256.997	11,7
26/05/11	253.150	12,1	16/06/11	255.376	11,5	05/07/11	256.997	11,1
27/05/11	253.500	11,5	15/06/11	255.337	12,2	06/07/11	257.114	11,0
30/05/11	253.150	11,2	20/06/11	255.784	11,6	06/07/11	257.114	11,0
31/05/11	253.664	11,1	22/06/11	255.999	12,1	11/07/11	257.321	9,9
03/06/11	253.894	11,5	27/06/11	256.257	11,8	13/07/11	257.647	11,2
03/06/11	254.223	11,7	28/06/11	256.302	11,8	14/07/11	257.695	10,8
06/06/11	254.388	12,0	29/06/11	256.427	12,2			
06/06/11	254.454	11,7	30/06/11	256.551	11,5			

Com os dados da Tabela 16 foram plotados os gráficos que podem ser visualizados nas Figuras 58 e 59. Nesses gráficos foi estabelecidos os limites de controle sendo que o LSC para as medidas individuais no valor de 12.67 e um LIC no valor de 10.40.

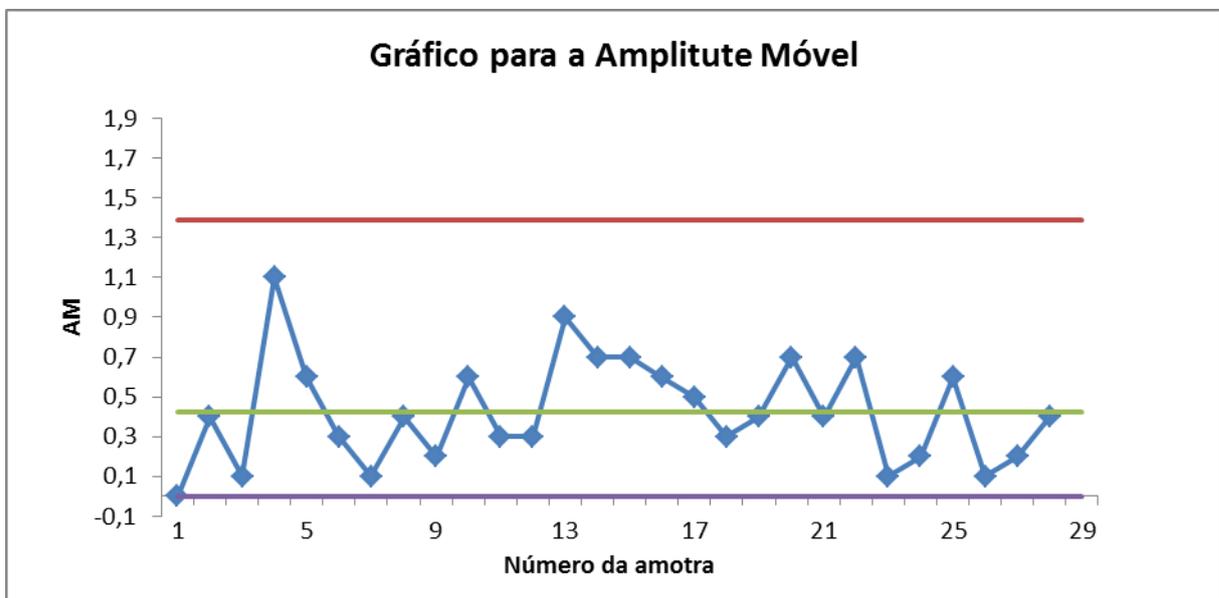
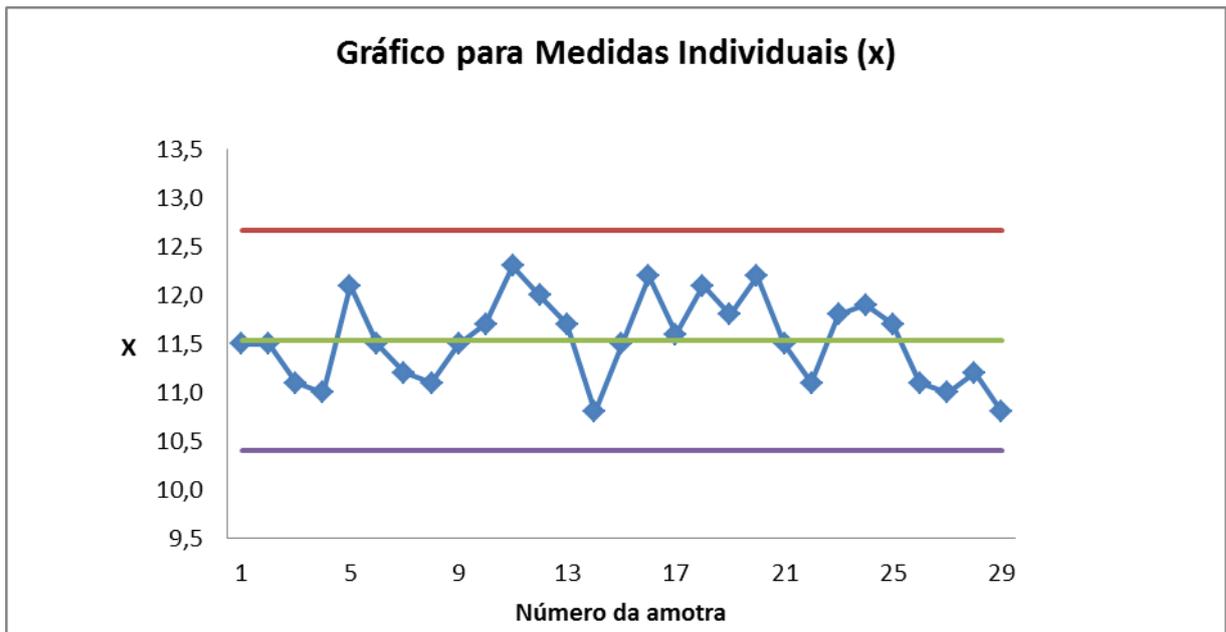


Figura 58. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo C.



**Figura 59. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo C.**

Para a construção dos gráficos das Figuras 58 e 59 foram excluídos os pontos 11, 16, 22, 31 e 32 pelos seguintes motivos:

- Ponto 31 foi retirado porque representava um produto de mesmo lote e valor para umidade;
- Pontos 16 e 22 foram excluídos, pois estavam contidos numa tendência descendente. Esta tendência pode ser causada pelo desgaste de algum equipamento;
- Pontos 11 e 32 foram retirados porque representavam valores que estavam fora do limite superior e inferior de controle para o gráfico de medidas individuais, respectivamente. Essas causas especiais aconteceram pelo estreitamento dos limites conforme a retirada dos pontos, sendo eles desprezados para obtenção das cartas de controle.

#### **5.2.4. Insumos D**

O insumo D é uma ração mesclada destinada a fase de crescimento de cavalos composto por cereais pré-cozidos e laminados, pellets e partículas de nutrientes. Os dados relativos a esse produto estão contidos na Tabela 17.

Tabela 17. Resultados da coleta de dados para o Insumo D.

Data de Fabricação	Lote	Umidade (%)	Data de Fabricação	Lote	Umidade (%)
20/05/11	252.779	11,1	15/06/11	255.375	10,7
23/05/11	253.036	11,0	17/06/11	255.648	12,0
26/05/11	253.359	11,3	22/06/11	255.783	10,7
27/05/11	253.498	11,1	24/06/11	256.073	11,3
28/05/11	253.608	11,3	28/06/11	256.253	10,6
30/05/11	253.642	11,5	29/06/11	256.253	10,6
01/06/11	253.893	10,6	29/06/11	256.424	11,6
03/06/11	254.290	11,1	01/07/11	256.673	12,2
06/06/11	254.390	10,9	06/07/11	256.784	11,9
09/06/11	254.804	11,8	07/07/11	257.222	10,5
07/06/11	254.520	11,2	11/07/11	257.479	9,9
06/06/11	254.390	10,9	12/07/11	257.640	9,8
13/06/11	255.072	11,4	13/07/11	257.694	10,6
15/06/11	255.375	11,3			

Com os dados da Tabela 17 foram estabelecidos os gráficos de controle das Figuras 60 e 61 que resultaram nos valores de 12.98 para o LSC e de 10.69 para o LIC.

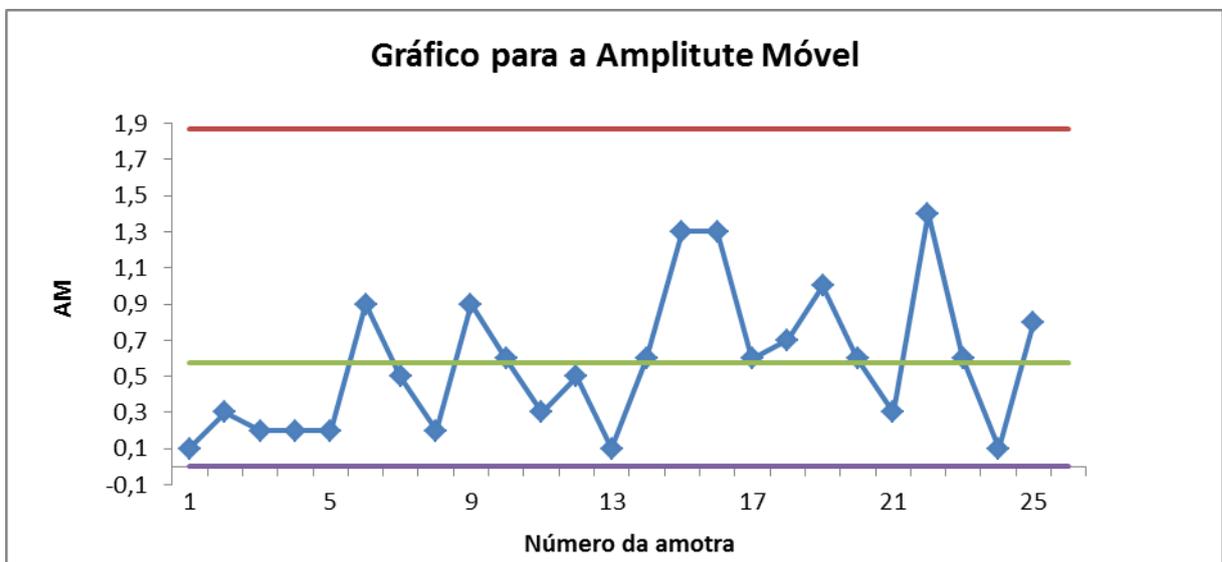


Figura 60. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo D.

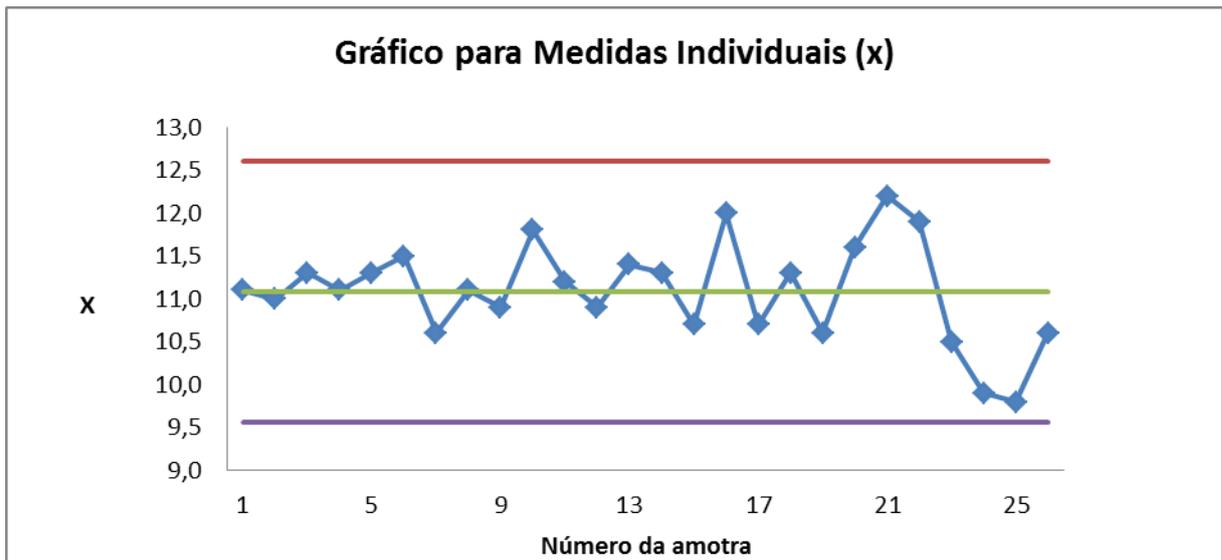


Figura 61. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo D.

Para a construção desses gráficos foi retirado apenas a amostra de número 20, cujo lote e o valor da umidade era de mesmo valor para a amostra número 19. Após a retirada deste número constata-se que os gráficos estão sobre controle estatístico.

### 5.2.5. Insumos E

É um insumo destinado a equinos submetidos a atividades sub-intensas sendo composto por cereais laminados, pellets e uma pulverização de melão. Na Tabela 18 encontram-se os dados relativos à coleta das amostras.

Tabela 18. Resultados da coleta de dados para o Insumo E.

Data de fabricação	Lote	Umidade (%)	Data de fabricação	Lote	Umidade (%)
20/05/11	252.631	9,6	24/06/11	256.138	11,4
23/05/11	253.002	10,7	24/06/11	256.138	10,8
23/05/11	253.002	11,0	27/06/11	256.254	10,2
30/05/11	253.715	11,2	27/06/11	256.254	10,8
01/06/11	253.360	10,9	30/06/11	256.630	10,7
02/06/11	253.360	11,2	04/07/11	256.753	10,1
07/06/11	254.519	11,8	05/07/11	256.995	10,2
07/06/11	254.519	10,9	06/07/11	257.162	10,6
06/06/11	254.301	10,5	07/07/11	257.223	10,2
10/06/11	254.807	10,7	08/07/11	257.318	10,1
14/06/11	255.074	10,5	13/07/11	257.696	9,2
16/06/11	255.517	10,6	13/07/11	257.696	9,2
11/06/11	254.914	10,9	13/07/11	257.696	9,2

A partir da Tabela 18 foram plotados os gráficos para amplitude móvel e para medidas individuais do produto visualizados nas Figuras 62 e 63, respectivamente, as quais obtiveram um valor de 11.55 para o LSC e de 9.80 para o LIC. Durante a construção dos gráficos destaca-se:

- A retirada dos pontos 1 e 4. Esses pontos apresentam um valor menor do que o limite inferior de controle para as medidas individuais;
- A exclusão do ponto 7, pois ele apresenta um valor maior do que o limite superior de controle para o gráfico de medidas individuais.

Note que os pontos excluídos são pontos fora dos limites de controle, assim, é possível afirmar que há falhas durante o processo de fabricação desta ração.

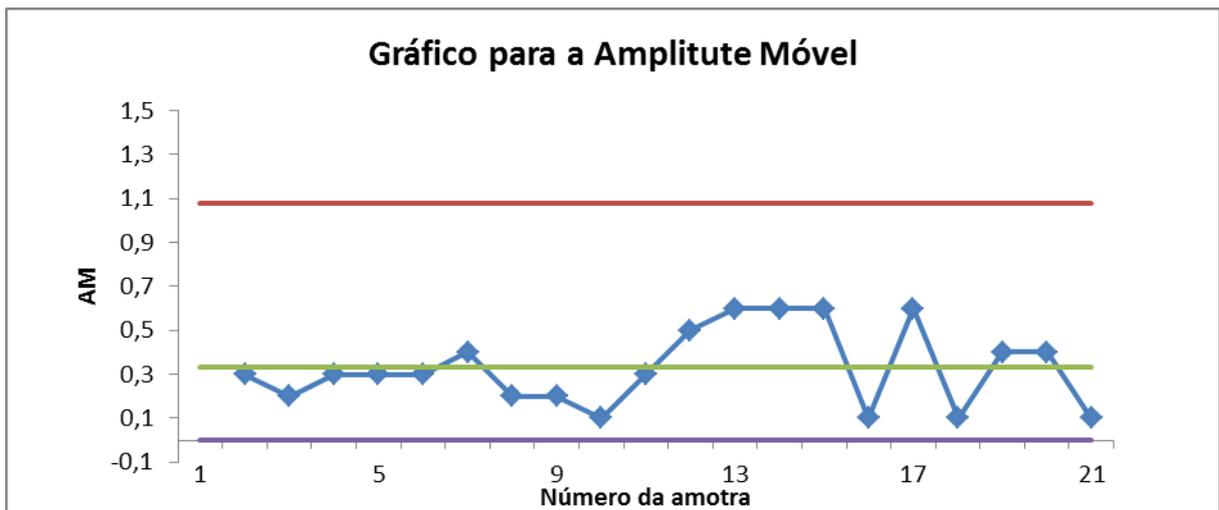


Figura 62. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo E.

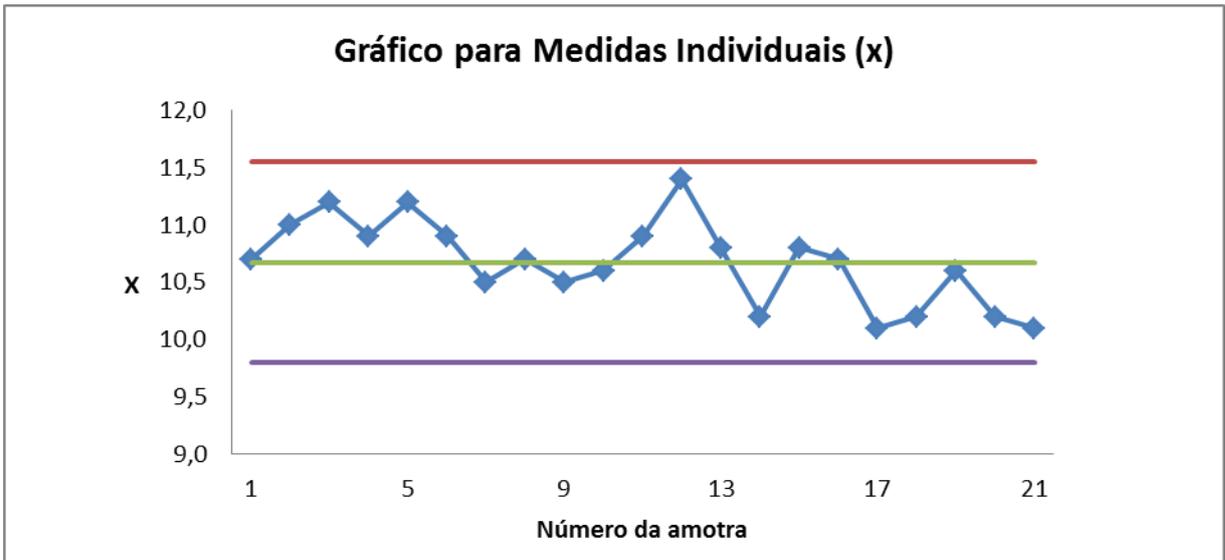


Figura 63. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo E.

### 5.2.6. Insumos F

O insumo F é destinado aos equinos de competição composto por cereais energéticos laminados, pellets, partículas de nutrientes e melação. Os dados sobre a umidade deste produto encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19. Resultados da coleta de dados para o Insumo F.

Data de fabricação	Lote	Umidade (%)	Data de fabricação	Lote	Umidade (%)
23/05/11	253.044	11,5	14/06/11	255.233	11,5
24/05/11	253.044	11,3	15/06/11	255.394	13,0
27/05/11	253.244	11,1	17/06/11	255.576	11,8
30/05/11	253.570	11,7	13/06/11	255.085	12,7
30/05/11	253.570	11,2	21/06/11	255.607	11,0
08/06/11	254.651	11,3	30/06/11	256.547	10,7
08/06/11	254.651	12,7	01/07/11	256.766	12,1
07/06/11	254.399	10,7	04/07/11	256.839	12,2
03/06/11	253.655	12,1	11/07/11	257.431	9,8
10/06/11	254.884	12,4	12/07/11	257.643	11,5

Com os dados da Tabela 19 foram plotados os gráficos mostrados nas Figuras 64 e 65. Esses gráficos não apresentaram causas especiais e estabeleceram um LSC no valor de 14.24 e um LIC no valor de 8.99.

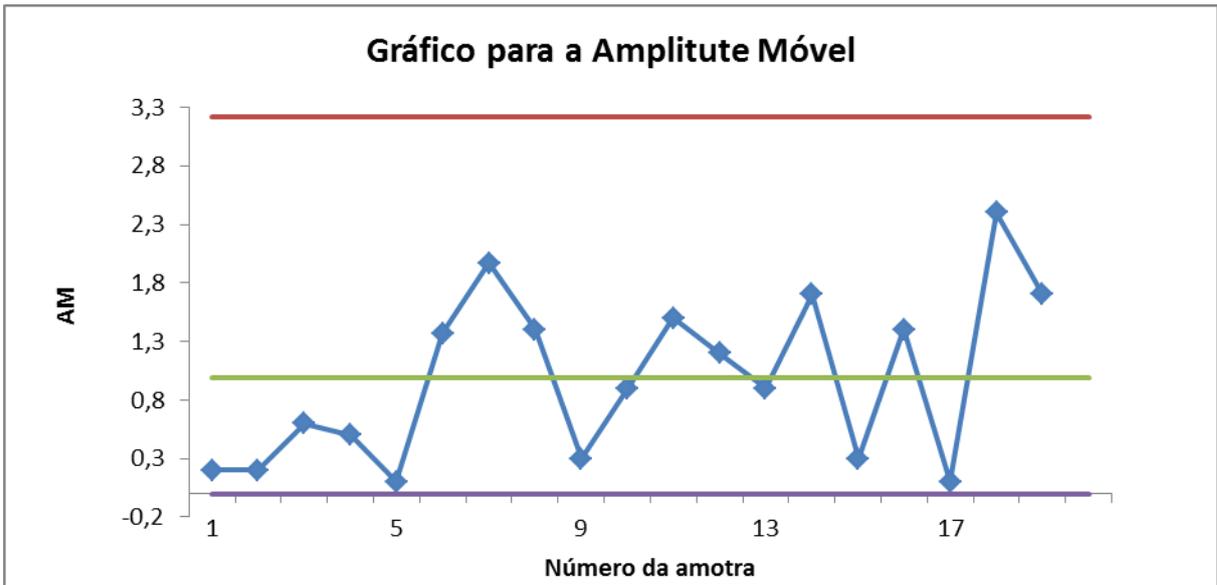


Figura 64. Gráfico para amplitude móvel de umidade no Insumo F.

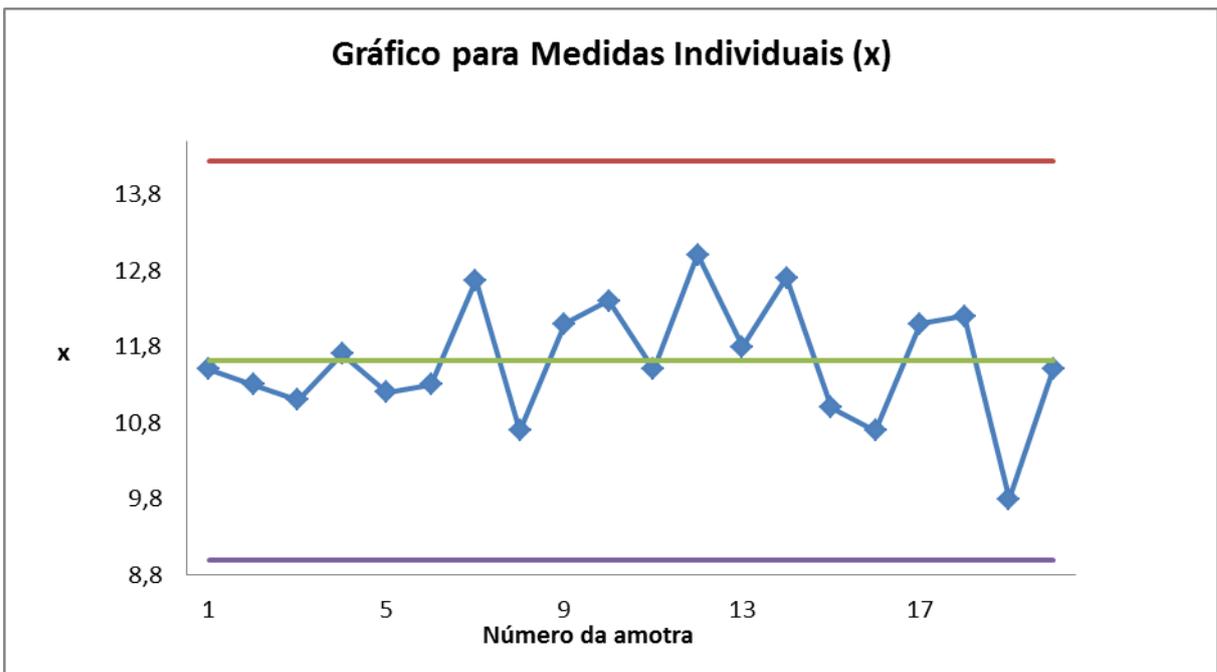


Figura 65. Gráfico para medidas individuais relacionadas à umidade no Insumo F.

## 6. RESULTADOS GERAIS E PROPOSTAS DE MELHORIA

O estudo das cartas de controle e dos fatores que podem afetar a qualidade da ração nas variáveis estudadas neste trabalho, leva as considerações descritas a seguir. Para isso esta discussão dos resultados foi dividida em três tópicos, uma para as rações que passam pelo processo de extrusão, outra para os insumos e uma para a avaliação final e propostas de melhoria.

### 6.1. Extrusados

O estudo levou em consideração três aspectos da qualidade para as rações extrusadas: umidade, atividade de água e densidade. Desta maneira, inicialmente, cada aspecto foi avaliado separadamente.

#### 6.1.1. Umidade

As cartas de controle elaboradas apresentaram os seguintes limites de controle demonstrados na Tabela 20.

**Tabela 20. Limites de controle para a umidade dos produtos extrusados.**

	<b>Extrusado A</b>	<b>Extrusado B</b>	<b>Extrusado C</b>	<b>Extrusado D</b>	<b>Extrusado E</b>	<b>Extrusado F</b>	<b>Extrusado G</b>
<b>LSC</b>	10,68	10,01	9,93	10,76	9,93	9,62	10,32
<b>LM</b>	7,2	7,1	7,2	7,5	7,0	7,4	7,0
<b>LIC</b>	3,79	4,25	4,52	4,29	4,15	5,22	3,72

Esses limites mostram que apesar de tratar-se de produtos diferentes, os limites superiores e inferiores de controle e as linhas médias possuem valores próximos com uma variação de 0,18, 0,04 e 0,25, respectivamente. Isto demonstra que não há necessidade de estabelecer uma carta de controle para cada produto da empresa, sendo apenas necessária uma carta de controle para todo o processo. Outro fator que favorece a utilização de apenas uma carta de controle é o número elevado de produtos extrusados que a empresa possui. Assim com auxílio da Tabela 20 e com os devidos cálculos foi construída a Tabela 21 onde são visualizados os limites de controle para a característica umidade dos produtos extrusados.

**Tabela 21. Valores dos limites de controle para porcentagem de umidade das rações extrusadas.**

<b>Limites</b>	<b>Valores para controle</b>
<b>LSC</b>	10.18
<b>LM</b>	7.00
<b>LIC</b>	4.28

Ao comparar os dados coletados com os limites de especificação da empresa, mostrados nas Tabelas 4 e 5, nota-se que poucos produtos ultrapassaram estes limites. Entretanto, existe uma grande variabilidade no processo que foi demonstrado pela construção das cartas de controle.

Ao analisar os problemas encontrados para elaborar os gráficos de controle observa-se que há falhas no processo de secagem do produto, já que há nos gráficos pontos fora dos limites de controle e sequência que demonstram um problema nesta característica. A fim de avaliar as possíveis causas para este problema foi elaborado o diagrama de Ishikawa da Figura 66 com base nas reuniões de qualidade feitas semanalmente, nas quais participam os gerentes e supervisores de produção, supervisor de qualidade, inspetores de qualidade e eventuais operadores.

O diagrama demonstra que existem causas em que não há como agir na própria causa, por exemplo, em dias de chuva quando a umidade do ar aumenta não há como parar a chuva. Entretanto, pode-se adequar a produção daquele dia considerando uma taxa de umidade relativo do ar maior do que o de costume. Em algumas causas é possível atuar através de planos de ação, como no caso das manutenções, onde é necessária a elaboração de cronogramas para a manutenção preventiva do equipamento. Todavia, existem causas que necessitam de um estudo mais complexo, como por exemplo, a influência da densidade na secagem do produto.

Um produto úmido favorece a proliferação de micro-organismos, entretanto, uma ração muito seca pode quebrar e produzir finos. Um dos fatores que favorece a este problema é o tempo que o produto fica dentro do secador. Para evitar falhas deste tipo é aconselhável um estudo de tempos para cada produto a fim de estabelecer um tempo padrão de secagem e uma monitoração do processo com cartas de controle.



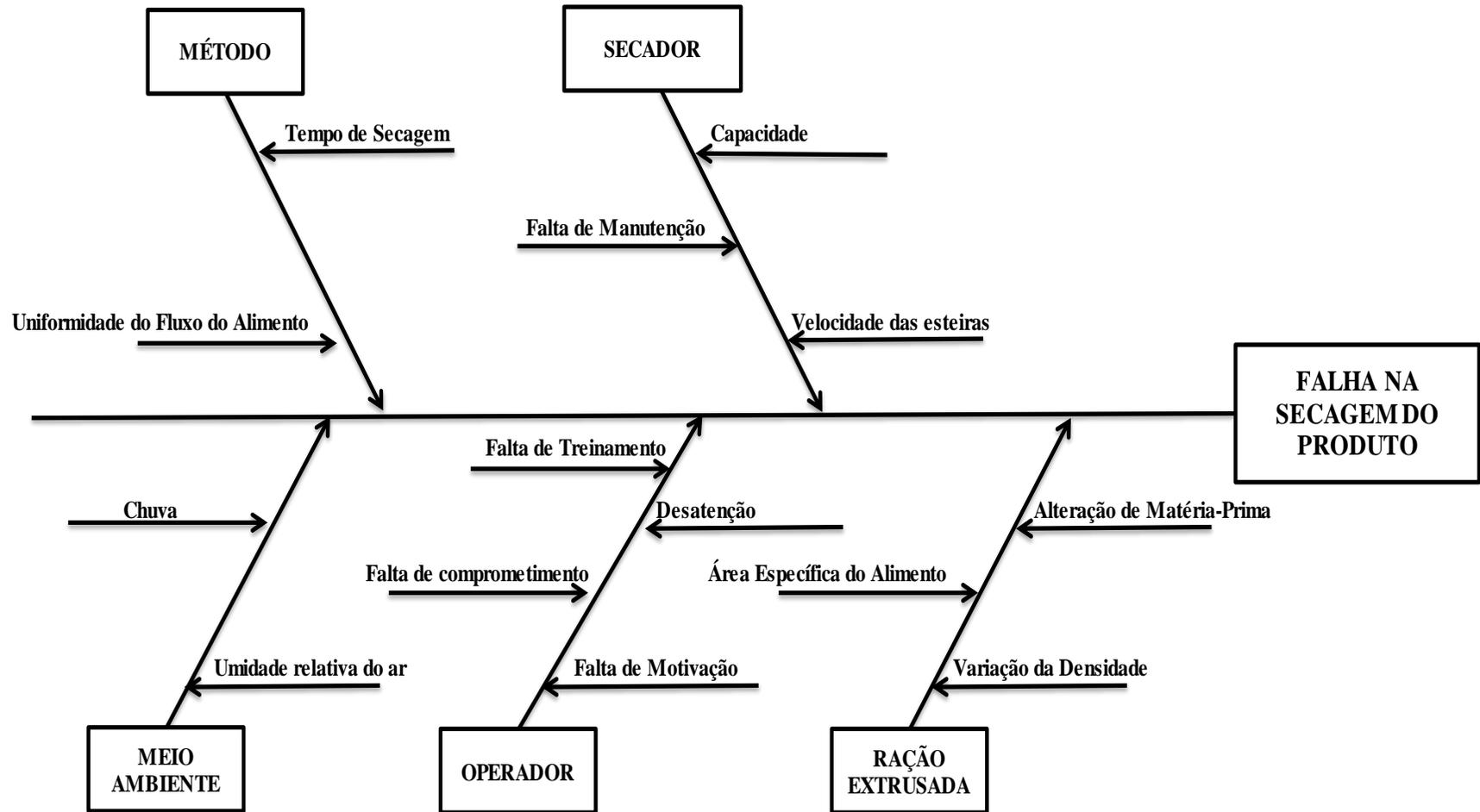


Figura 66. Diagrama de Causa e Efeito para falha de secagem nos produtos.

### 6.1.2. Atividade de Água

A partir das cartas de controle foi construída a Tabela 22.

**Tabela 22. Limites de controle para a atividade de água dos produtos extrusados.**

	<b>Extrusado A</b>	<b>Extrusado B</b>	<b>Extrusado C</b>	<b>Extrusado D</b>	<b>Extrusado E</b>	<b>Extrusado F</b>	<b>Extrusado G</b>
<b>LSC</b>	0,746	0,715	0,735	0,771	0,765	0,675	0,778
<b>LM</b>	0,475	0,498	0,527	0,529	0,512	0,555	0,507
<b>LIC</b>	0,202	0,281	0,319	0,287	0,258	0,435	0,236

A tabela mostra os valores finais para os limites encontrados nas cartas de controle das rações extrusadas. A fim de expandir este limite para as demais rações fez-se a média desses limites e foram encontrados os valores da Tabela 23.

**Tabela 23. Valores dos limites de controle para a atividade de água das rações extrusadas.**

<b>Limites</b>	<b>Valores para controle</b>
<b>LSC</b>	0.741
<b>LM</b>	0.515
<b>LIC</b>	0.288

A atividade de água para as rações é importante, pois avalia a quantidade de água livre presente no produto. Valores de atividade de água inferior a 0.600 fazem com que micro-organismos não se multipliquem evitando a decomposição acelerada do produto. Assim, é essencial a manutenção dos valores para atividade de água abaixo do limite de especificação estabelecido pela empresa que é de 0.0650.

Para a construção das cartas de controle houve a necessidade de exclusão de alguns pontos. Os motivos levantados para isso foram: a falta de controle da atividade de água durante o processo de fabricação das rações e a dificuldade em conciliar uma atividade de água adequada com outros aspectos da qualidade do produto. No primeiro caso basta operar com maior controle da pressão do vapor de água durante a sua fabricação evitando trabalhar nos limites de especificação. No segundo caso, por se tratar de uma relação com outros elementos da qualidade, seria necessário um estudo mais aprofundado sobre quais aspectos influenciam no valor final da atividade de água.

### 6.1.3. Densidade

Com os dados das cartas de controle é obtida a Tabela 24.

Tabela 24. Limites de controle para a densidade dos produtos extrusados.

	Extrusado A	Extrusado B	Extrusado C	Extrusado D	Extrusado E	Extrusado F	Extrusado G
<b>LSC</b>	454,87	459,86	515,65	434,44	514,17	500,55	504,42
<b>LM</b>	407,70	404,70	431,00	386,70	442,90	426,50	429,00
<b>LIC</b>	360,55	349,61	346,45	358,97	371,70	352,45	353,58

Nesta tabela visualizamos os limites de controle para os produtos extrusados estudados. Com esses dados foi construída a Tabela 25 que demonstra os valores para os limites de controle dos produtos extrusados.

Tabela 25. Valores dos limites de controle para densidade das rações extrusadas.

Limites	Valores para controle
<b>LSC</b>	483.42
<b>LM</b>	418.36
<b>LIC</b>	356.19

A característica densidade apresentou durante a construção dos gráficos de controle diversos problemas relacionados ao seu controle. Ao analisar os valores obtidos de limites de controle e os valores de especificação estabelecidos pela empresa, que estão demonstrados nas Tabelas 4 e 5, foi observado que o valor da linha média para a carta de controle (valor de 418.36 g/l) é próxima ao limite superior de especificação da empresa (valor de 420,00 g/l).

O processo de extrusão tem como característica a expansão dos ingredientes, ou seja, são feitas partículas de tamanhos grandes com baixo valor de massa. A matriz usada para modelar a forma dessas partículas sofre desgaste com o passar do tempo, todavia, este desgaste não é suficiente para elevar a densidade dos produtos valores acima da especificação. É possível que alguns produtos não estejam sofrendo a expansão adequada durante a extrusão o que acarreta em partículas com maior porcentagem de massa, aumentado assim, a densidade das rações. Como demonstrado no Diagrama de Causa e Efeito da Figura 66, a densidade afeta a secagem do produto, pois uma maior concentração de massa em uma partícula dificulta a secagem interna acarretando em um intervalo de tempo maior para a secagem adequada. A fim de expor algumas causas para esta alta densidade foi elaborado o Diagrama de Causas e Efeito da Figura 67 com base nas reuniões da qualidade na empresa.



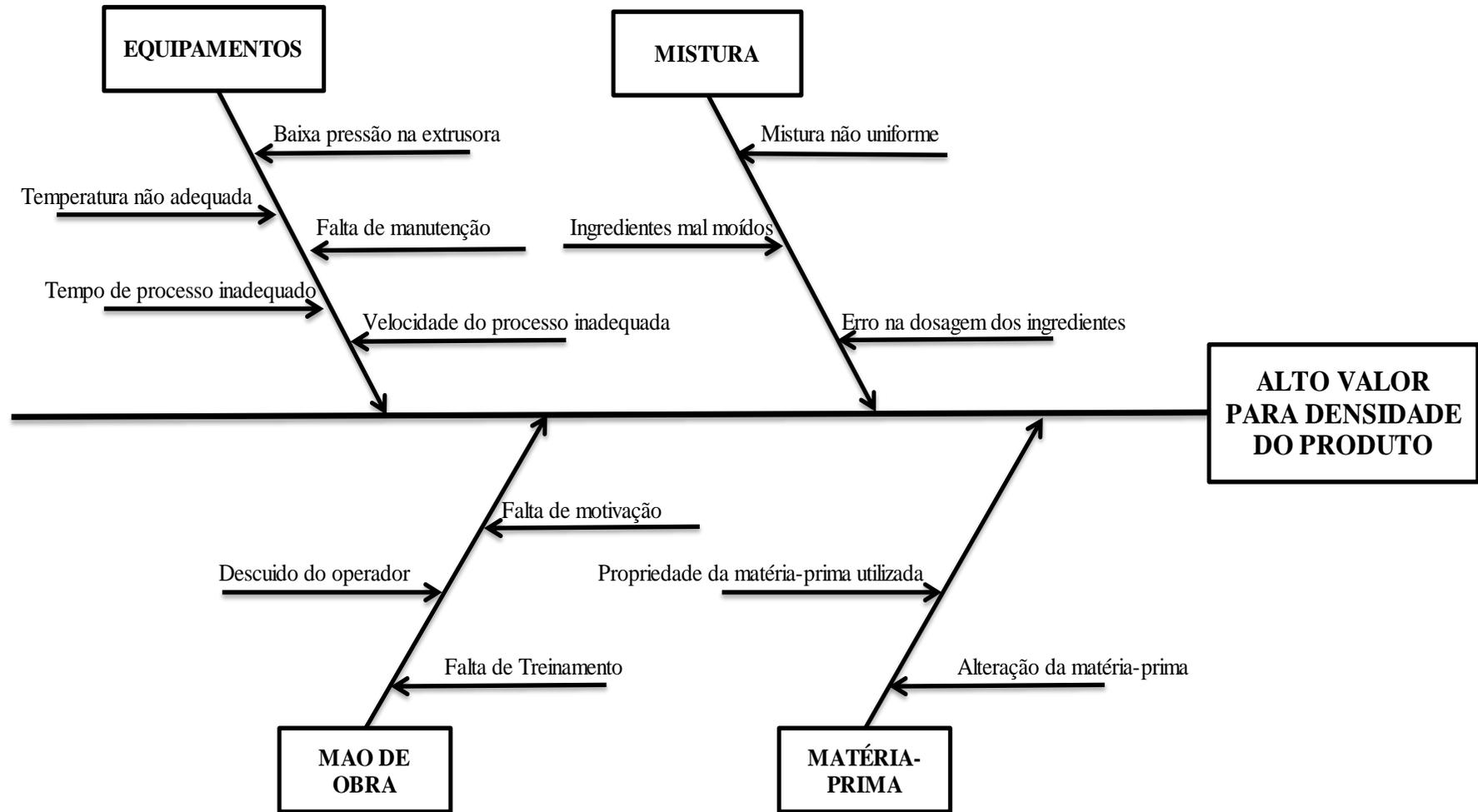


Figura 67. Diagrama de Causa e Efeito para o alto valor para a densidade dos produtos.

No diagrama de causa e efeito da Figura 67 verifica-se a existência de causas semelhantes às encontradas durante a análise da umidade. Isso fortalece a elaboração de um plano de ação voltada aos colaboradores, para a análise das matérias-primas e para a construção de um cronograma de manutenção preventiva a fim de prevenir falhas nos equipamentos. Durante a análise do processo e das cartas de controle verifica-se que existe a necessidade de efetuar um estudo mais complexo em relação à densidade do produto. Haveria a necessidade de uma monitoração da temperatura e pressão de saída na extrusora para avaliar a produtividade da mesma.

## 6.2. Insumos

O estudo levou em consideração apenas um aspecto da qualidade para os insumos: a umidade. Na construção das cartas de controle para os produtos selecionados foram obtidos os valores para os limites de controle expostos na Tabela 26.

**Tabela 26. Valores dos limites de controle para a porcentagem de umidade dos insumos**

	Insumo A	Insumo B	Insumo C	Insumo D	Insumo E	Insumo F
<b>LSC</b>	12.71	12.12	12.67	12.61	11.55	14.24
<b>LM</b>	11.74	10.39	11.53	11.09	10.68	11.61
<b>LIC</b>	10.77	8.67	10.40	9.57	9.80	8.99

Durante a construção das cartas de controle para os insumos houve problemas relacionados com o controle de umidade. Alguns pontos foram retirados por eventos esporádicos como fortes chuvas durante a fabricação. Outros foram excluídos, pois ultrapassavam os limites de controle ou estavam em sequência de pontos. Um produto peletizado com alta umidade facilita a proliferação de micro-organismos. Já com baixa umidade facilita na trituração e esfarelamento na hora do manuseio e armazenagem. Como o produto passa por altas mudanças de temperatura e pressão existe a necessidade de avaliar com mais precisão a relação dessas variáveis com a umidade.

A fim de expandir os limites de controle para as demais rações foi construída a Tabela 27 com os dados da tabela anterior e dos cálculos para média.

Tabela 27. Valores dos limites de controle para umidade dos insumos.

Limites	Valores para controle
<b>LSC</b>	12.65
<b>LM</b>	11.17
<b>LIC</b>	9.70

Analisando o valor da linha média da Tabela 27 com o valor de limite de especificação da empresa (máximo de 12%), nota-se que grande parte dos produtos encontra-se abaixo desta especificação. Entretanto, como a média dessas umidades é alta a presença qualquer elemento que influência na umidade faz com que o mesmo ultrapasse este limite.

### 6.3. Avaliação final e propostas de melhoria

O estudo pode avaliar algumas características da qualidade para grupos de rações da empresa. Para as rações extrusadas e para os insumos foi estabelecido como proposta de limites de controle para o processo os valores da Tabela 28.

Tabela 28. Limites de controle propostos para as rações da empresa

Características da qualidade				
	Extrusados			Insumos
	Umidade	Atividade de água	Densidade	Umidade
<b>LSC</b>	10.18	0.741	483.42	12.65
<b>LM</b>	7.00	0.515	418.36	11.17
<b>LIC</b>	4.28	0.288	356.19	9.70

Durante o estudo dessas características foi evidenciado duas falhas importantes no processo de fabricação da empresa, são elas:

- Problemas com o controle de umidade;
- Elevada densidade dos produtos;

Como visto anteriormente, o controle da umidade pode ser resultado de diversos fatores, como, falhas humanas, problemas com o secador, alteração de matéria-prima, entre outros. Entretanto são fatores de fácil análise onde simples soluções podem ser tomadas como demonstradas na Tabela 29. Já o problema da alta densidade dos produtos pode ser resultados de falhas na expansão dos ingredientes. Todavia, para evidenciar esta falha com maior clareza

há a necessidade de um estudo mais complexo envolvendo a coleta de ingredientes durante o processo de fabricação em etapas diferentes a fim de estudar a pressão existente, a umidade nas diversas etapas, a uniformidade da mistura e o tempo de extrusão.

Para melhorar o controle dessas características da qualidade e de outros aspectos como a mistura e a moagem é elaborada a proposta da Tabela 29 para manter um controle sobre os processos.



Tabela 29. Proposta de Melhoria no Processo de Produção de Insumos e Extrusados

	Medidas ou Ações (o que)	Quando	Onde	Quem	Por quê	Como
1	Elaborar planos de inspeção nos pontos críticos do processo	Mensalmente	Pontos críticos do processo como: extrusão e secagem	Gerencia de Produção ou responsável designado	Monitorar e controlar os pontos críticos do processo a fim de obter produtos com menor variabilidade possível	Estudar as etapas críticas com elaboração de gráficos, tabelas, depoimentos de colaboradores; Montar uma grade de pontos críticos para estabelecer um histórico de causa/efeito/solução (documentação)
2	Estabelecer roteiros de inspeção periódicos	Semanalmente	Áreas de matérias-primas, estocagem e áreas do processo produtivo como: na dosagem, moagem, mistura e adição de líquidos	Gerencia de Produção e Qualidade ou responsável designado	Monitorar as áreas a fim de encontrar problemas pontuais ou possíveis falhas para evitar influência no produto final	Utilizar folhas de verificação, gráficos, tabelas e histórico de problemas
3	Estabelecer manutenção preventiva nos equipamentos	Periodicamente	Equipamentos utilizados na fábrica	Supervisores e colaboradores da manutenção	Prevenir a ocorrência de problema na produção devido a falhas no equipamento utilizado	Estabelecer um cronograma de manutenção; avaliar a vida útil das máquinas; manter documentação das manutenções feitas; utilizar check list
4	Feedback para todos os	Mensalmente	Colaboradores	Gerencia da fábrica ou	Dar o retorno das atividades que estão sendo executadas a todos os	Colocar cartazes de desempenho das

	envolvidos			responsável designado	envolvidos; divulgar cronogramas de atividades;	atividades; realizar reuniões;
5	Estudar os processos de extrusão e peletização	Mensalmente	Equipamentos e máquinas utilizados durante o processo	Gerência e Supervisores de produção ou responsável designado	Avaliar a capacidade atual das máquinas; avaliar o processo de extrusão e peletização; estudar a pressão, o calor e a umidade no processo; verificar a influência de outras atividades no processo de extrusão e peletização; estabelecer uma ferramenta de controle do processo baseado na relação calor/pressão/umidade; estudar a uniformidade da mistura e o tempo de extrusão e peletização; melhorar o processo de extrusão e peletização baseados em dados e estatísticos e históricos	Estabelecer um plano e um cronograma de atividades; Construir gráficos e tabelas para estabelecer a relação entre calor, pressão e temperatura; utilizar folhas de verificação; coletar amostras de ração nos vários estágios da produção; utilizar estudos de caso com processos semelhantes; construir um banco de dados para armazenar as informações obtidas
6	Estudar uniformidade da mistura e tempo de extrusão	Mensalmente	Equipamentos e máquinas utilizados durante o processo	Gerência e Supervisores de produção ou responsável designado	Avaliar a uniformidade da mistura; Estabelecer um tempo ótimo de extrusão baseado nas variáveis: calor, pressão e umidade; verificar possíveis melhorias no processo de fabricação; melhorar o processo de extrusão baseados em dados estatísticos e históricos	Fazer um estudo de métodos e cronoanálise; construir um banco de dados para armazenar as informações obtidas; coletar amostras de ração durante a fabricação

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação dos valores para umidade, atividade de água e densidade evidenciaram uma falhas durante o processo de fabricação das rações. Com os estudos envolvendo o processo de fabricação e das características da qualidade mencionadas acima foi elaborada as cartas de controle que obtiveram um resultado satisfatório.

Foi observado que durante o processo a umidade sofre falhas que podem afetar a qualidade final da ração. Essas falhas podem resultar de tanto de erros humanos como de problemas de manutenção dos equipamentos utilizados. Para os insumos, a empresa trabalha com valores próximos ao do limite superior de especificação o que compromete o processo em caso alteração de algum componente. Nas rações extrusadas, há uma grande variabilidade da porcentagem de umidade ficando o produto com alta umidade, o que favorece o crescimento de micro-organismos, ou com baixa umidade fazendo a ração quebrar e farelar.

Assim como a umidade, a atividade de água apresentou certa variabilidade no seu valor. Foi observada que ela não ultrapassa o limite de especificação da empresa, todavia, trabalho muito próximo deste limite o que pode compromete o processo na ocorrência de causas esporádicas.

A densidade apresentou um problema mais grave, uma vez que, grande parte das amostras apresentou valores acima do limite de especificação da empresa. Isto é evidente, pois foi observado que a linha média da carta de controle coincide com este limite de especificação. Este elevado número de produto com densidade alta mostra problemas durante o processo de extrusão do produto sendo proposto um estudo mais complexo para evidenciar as possíveis causas.

A adoção das cartas de controle favorece a manutenção dos níveis de qualidade para as rações produzidas e, através delas, é possível notar oscilações no processo. Outro fator importante é a adoção de uma prática de inspeção, semelhante ao ciclo PDCA, a fim de verificar todas as etapas do processo produtivo. Uma inspeção feita de maneira correta e uma monitoração dos limites de controle evita a ocorrência de falhas, e caso elas ocorram, o processo não é comprometido.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Vladimir. **Os impactos causados pela implantação de um programa de controle de qualidade total (TQC) nas políticas de recursos humanos em uma organização: o caso Iochpe-Maxion S.A.** 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/vlad/index/index.htm#i>>. Acessado em: 30 mar. 2011.

AMARAL, Cecília Maria Costa do. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos saanen.** 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdades de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal. Disponível em: <[http://www.caprtec.com.br/pdf/dissertacao\\_cecilia.pdf](http://www.caprtec.com.br/pdf/dissertacao_cecilia.pdf)>. Acessado em: 30 mar.2011.

ANFAL PET. **Guia de identidade e qualidade PET.** São Paulo: Gráfica São José Ltda, 2007.

AZEREDO, Alberto Monteiro Cordeiro de. **Contribuição ao processo de padronização na indústria de alimentos: um estudo em Minas Gerais.** 2000. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <<ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/157434f.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2011.

BELLAVER, Cláudio; NONES, Kátia. **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola.** IV Simpósio Goiano de Avicultura. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_arquivos/palestras\\_t8115r4z.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_t8115r4z.pdf)>. Acessado em: 12 out. 2011.

BUENO, Francisco da Silveira. **Minidicionário da língua portuguesa;** Ed. rev. e atual. Por Helena Bonito C. Pereira, Rena Signer. – São Paulo: FTF: LISA, 1996.

CAMPOS, Vicenti Falconi. **Qualidade Total: padronização de empresas.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total.** 8. Ed. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2004.

GARVIN, David A. **Gerenciando a Qualidade**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GIOVANONI, Ana. **Perspectivas da gestão da qualidade nas empresas**. NEWS – IBCO Instituto Brasileiro dos Consultores de Organização, São Paulo, Ano2, numero 4, 1 abril 2005. Disponível em: <<http://www.comunicare2.com.br/printVersion.asp?codEdicao=327&codJornal=27&numNoticia=4>>. Acessado em: 30 mar. 2011.

GOESE, Irlete Becker; BRAGATO, Leonardo Luiz V.; PEREIRA, Nivaldo Nunes. **A padronização dos processos: uma ferramenta gerencial**. Diário Oficial da União, numero 1299., agosto 1999, Nova Venécia. Disponível em: <<http://www.univen.edu.br/revista/n009/A%20PADRONIZA%C7%C3O%20DOS%20PROCESSOS%20%20UMA%20FERRAMEN TA%20GERENCIAL.pdf>>. Acessado em: 30 mar. 2011.

GRUPO VB. **Processo de produção**. Material Online. Brasil. Disponível em: <<http://www.grupovb.com.br>>. Acessado em: 12 out. 2011.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

LARA, Marco Antonio Mayer. **Processo de produção de ração: moagem, mistura e peletização**. Ergonomix. 2010. Disponível em:< [www.ergonomix.com](http://www.ergonomix.com)>. Acessado em: 22 de maio 2011.

LINS, Bernardo E. **Breve história da engenharia da qualidade**. Caderno Aslegis. 53-65, set/dez 2010. Disponível em: <<http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/ceq/Material%20complementar/histquali.pdf>>. Acessado em: 30 mar. 2011.

LUCENA, Rosivaldo de Lima; ARAÚJO, Murilo Maciel Santos de; SOUTO, Maria do S.M.L. **A padronização de processos operacionais como instrumento para a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito: estudo de caso na indústria têxtil**. In: ENEGEP, 26., 2006, Fortaleza. Biblioteca... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR530353\\_7377.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR530353_7377.pdf)>. Acessado em: 30 mar. 2011.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

MOREJÓN, Mônica Andrés García. **A implantação do processo de qualidade ISO 9000 em empresas educacionais**. 2005. Tese (Doutorado em História Econômica) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <[http://www.unibero.edu.br/download/iberonews/TeseMMorejon\\_ISO.pdf](http://www.unibero.edu.br/download/iberonews/TeseMMorejon_ISO.pdf)> . Acessado em: 30 mar. 2011.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

SEBRAE. **Manual de ferramentas da Qualidade**. Apostila Online. Brasil, 2005.

SILVA, Fábio René da. **Qualidade & Padronização**. Livro Online. 2006. Disponível em: <[http://www.4shared.com/file/xpdUrmId/Qualidade\\_\\_Padronizacao\\_-\\_Fbio\\_R.html](http://www.4shared.com/file/xpdUrmId/Qualidade__Padronizacao_-_Fbio_R.html)>. Acessado em: 30 mar. 2011.

SILVA, Washington L. V. da; DUARTE, Felipe de Melo; OLIVEIRA, Jucelândia N. **Padronização: um fator importante para a engenharia de métodos**. Qualit@s, João Pessoa, V. 3., n.1.,2004. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/35/27>>. Acessado em: 30 mar. 2011.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

## APÊNDICE A

Coleta de dados realizada para a construção do Gráfico de Pareto de rações extrusadas no período de maio a julho de 2011.

PRODUTO	QUANTIDADE PRODUZIDA	QUANTIDADE ACUMULADA	PORCENTAGEM RELATIVA DE CADA PRODUTO	PORCENTAGEM ACUMULADA
EXTRUSADO A	13	13	9,22%	9,22%
EXTRUSADO B	11	24	7,80%	17,02%
EXTRUSADO C	11	35	7,80%	24,82%
EXTRUSADO D	9	44	6,38%	31,21%
EXTRUSADO E	8	52	5,67%	36,88%
EXTRUSADO F	8	60	5,67%	42,55%
EXTRUSADO G	7	67	4,96%	47,52%
EXTRUSADO H	5	72	3,55%	51,06%
EXTRUSADO I	5	77	3,55%	54,61%
EXTRUSADO J	4	81	2,84%	57,45%
EXTRUSADO K	4	85	2,84%	60,28%
EXTRUSADO L	4	89	2,84%	63,12%
EXTRUSADO M	4	93	2,84%	65,96%
EXTRUSADO N	4	97	2,84%	68,79%
EXTRUSADO O	4	101	2,84%	71,63%
EXTRUSADO P	4	105	2,84%	74,47%
EXTRUSADO Q	3	108	2,13%	76,60%
EXTRUSADO R	3	111	2,13%	78,72%
EXTRUSADO S	3	114	2,13%	80,85%
EXTRUSADO T	3	117	2,13%	82,98%
EXTRUSADO U	3	120	2,13%	85,11%
EXTRUSADO V	3	123	2,13%	87,23%
EXTRUSADO W	3	126	2,13%	89,36%
EXTRUSADO X	2	128	1,42%	90,78%
EXTRUSADO Y	2	130	1,42%	92,20%
EXTRUSADO Z	2	132	1,42%	93,62%
EXTRUSADO AA	2	134	1,42%	95,04%
EXTRUSADO AB	2	136	1,42%	96,45%
EXTRUSADO AC	2	138	1,42%	97,87%
EXTRUSADO AD	1	139	0,71%	98,58%
EXTRUSADO E	1	140	0,71%	99,29%
EXTRUSADO F	1	141	0,71%	100,00%

## APÊNDICE B

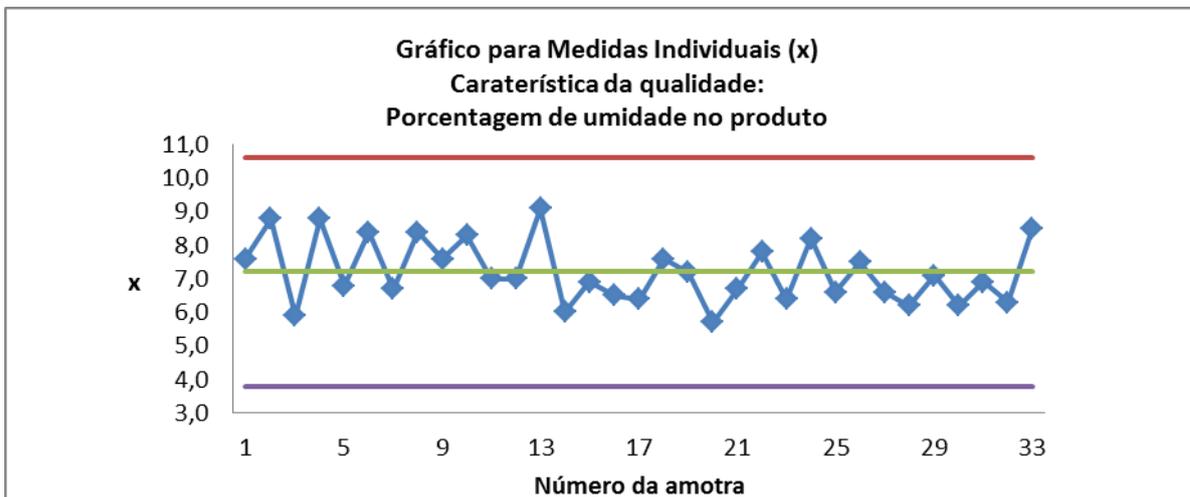
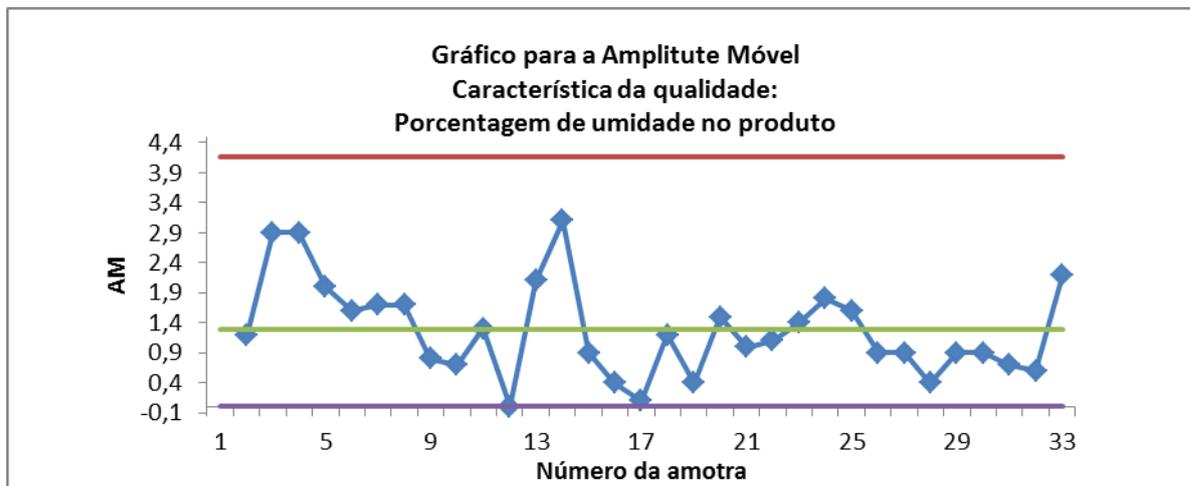
Coleta de dados realizada para a construção do Gráfico de Pareto de insumos no período de maio a julho de 2011.

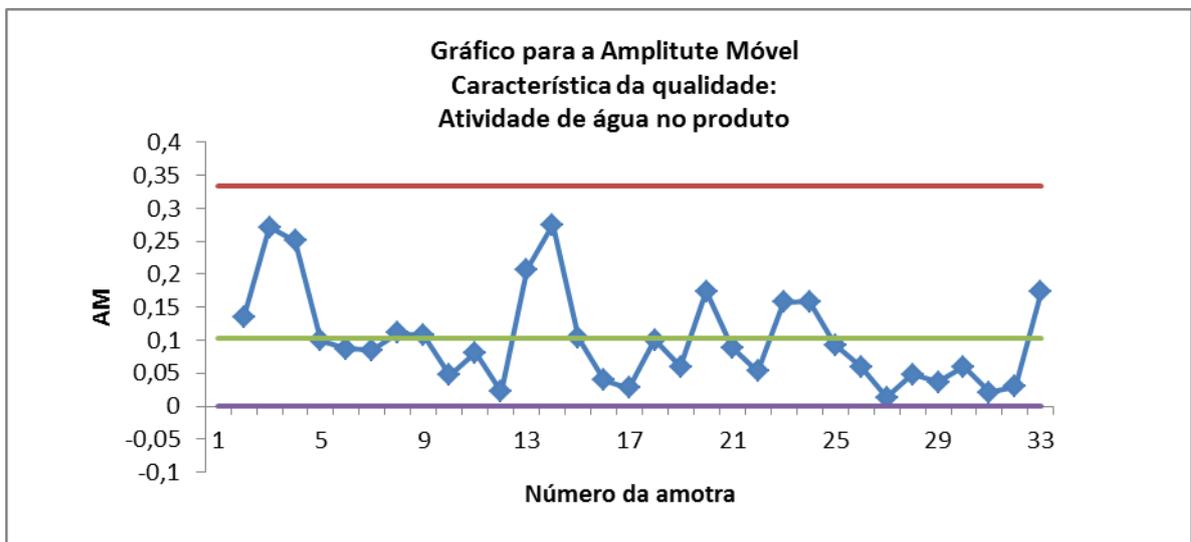
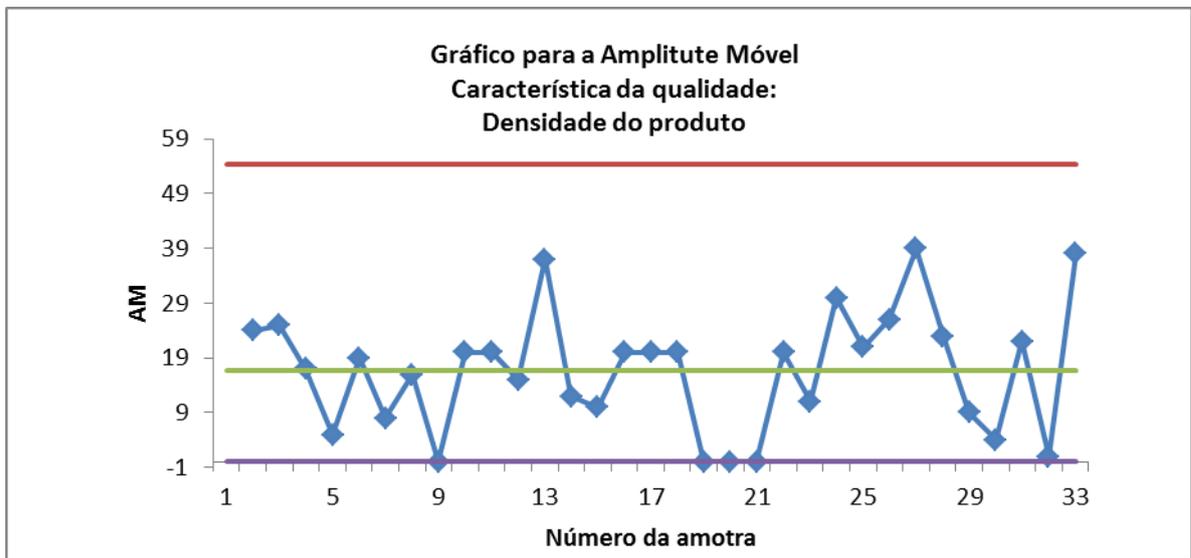
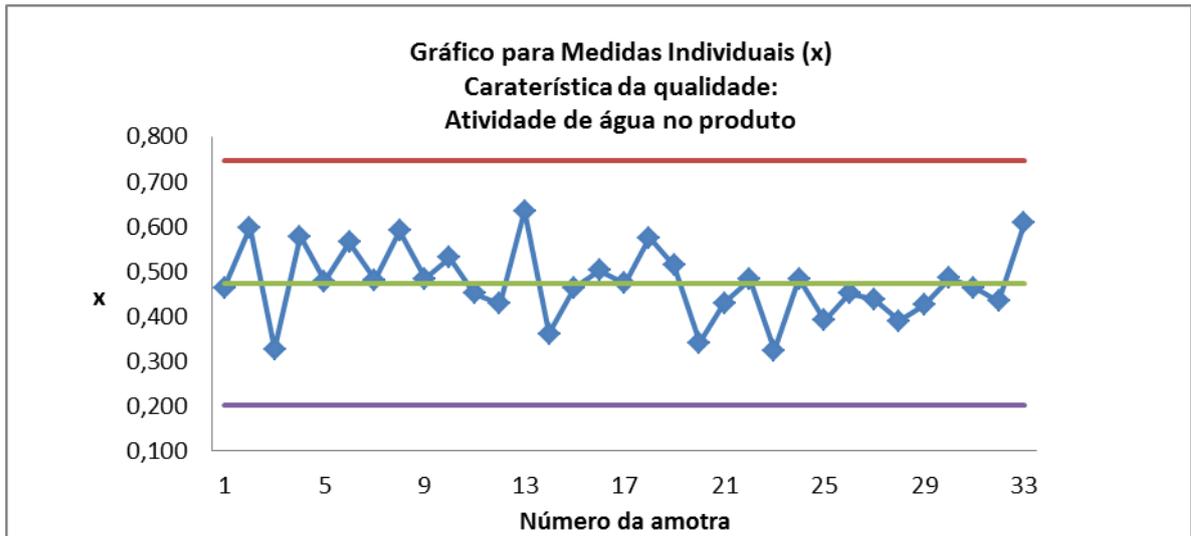
PRODUTO	QUANTIDADE PRODUZIDA	QUANTIDADE ACUMULADA	PORCENTAGEM RELATIVA A CADA PRODUTO	PORCENTAGEM ACUMULADA
INSUMO A	44	44	11,40%	11,40%
INSUMO B	38	82	9,84%	21,24%
INSUMO C	34	116	8,81%	30,05%
INSUMO D	27	143	6,99%	37,05%
INSUMO E	24	167	6,22%	43,26%
INSUMO F	20	187	5,18%	48,45%
INSUMO G	18	205	4,66%	53,11%
INSUMO H	17	222	4,40%	57,51%
INSUMO I	16	238	4,15%	61,66%
INSUMO J	13	251	3,37%	65,03%
INSUMO K	13	264	3,37%	68,39%
INSUMO L	12	276	3,11%	71,50%
INSUMO M	12	288	3,11%	74,61%
INSUMO N	10	298	2,59%	77,20%
INSUMO O	9	307	2,33%	79,53%
INSUMO P	9	316	2,33%	81,87%
INSUMO Q	8	324	2,07%	83,94%
INSUMO R	8	332	2,07%	86,01%
INSUMO S	7	339	1,81%	87,82%
INSUMO T	7	346	1,81%	89,64%
INSUMO U	6	352	1,55%	91,19%
INSUMO V	6	358	1,55%	92,75%
INSUMO W	6	364	1,55%	94,30%
INSUMO X	6	370	1,55%	95,85%
INSUMO Y	4	374	1,04%	96,89%
INSUMO Z	4	378	1,04%	97,93%
INSUMO AA	4	382	1,04%	98,96%
INSUMO AB	4	386	1,04%	100,00%

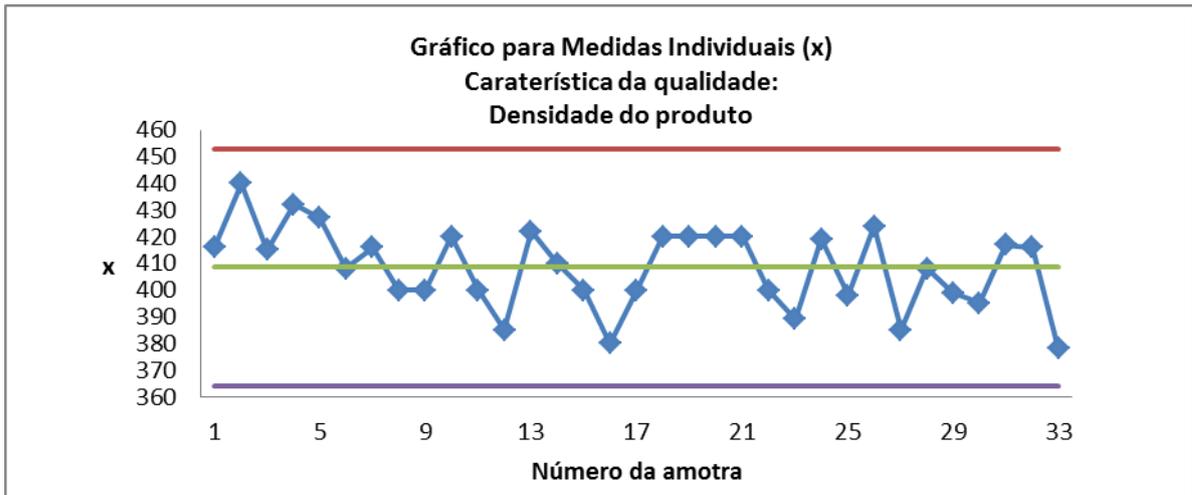
## APÊNDICE C

Gráficos iniciais de extrusados e insumos construídos a partir das amostras coletadas para obtenção das cartas de controle.

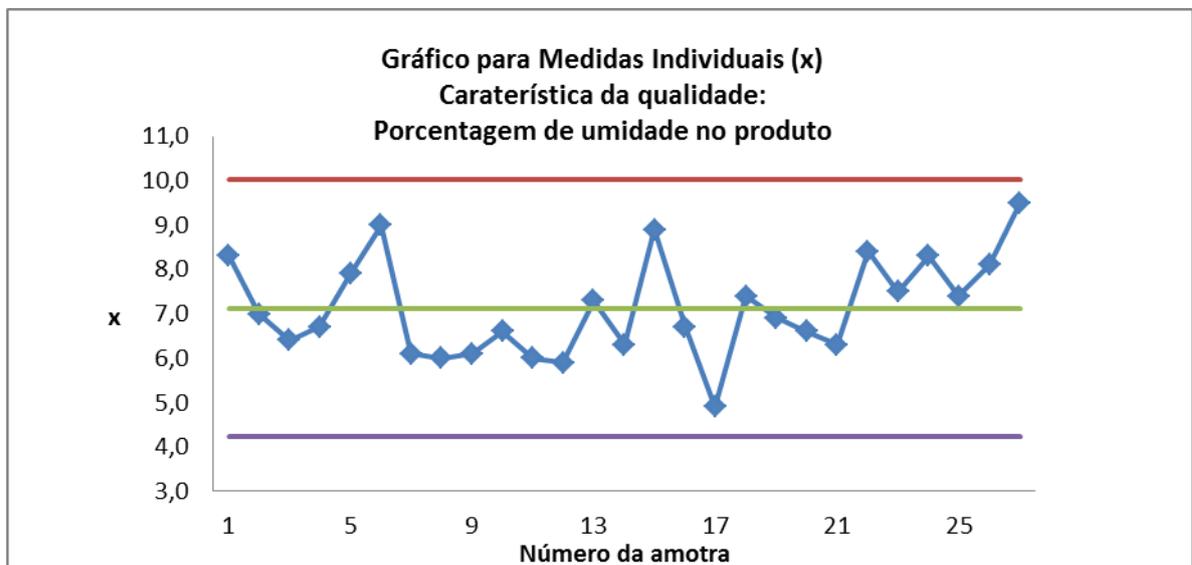
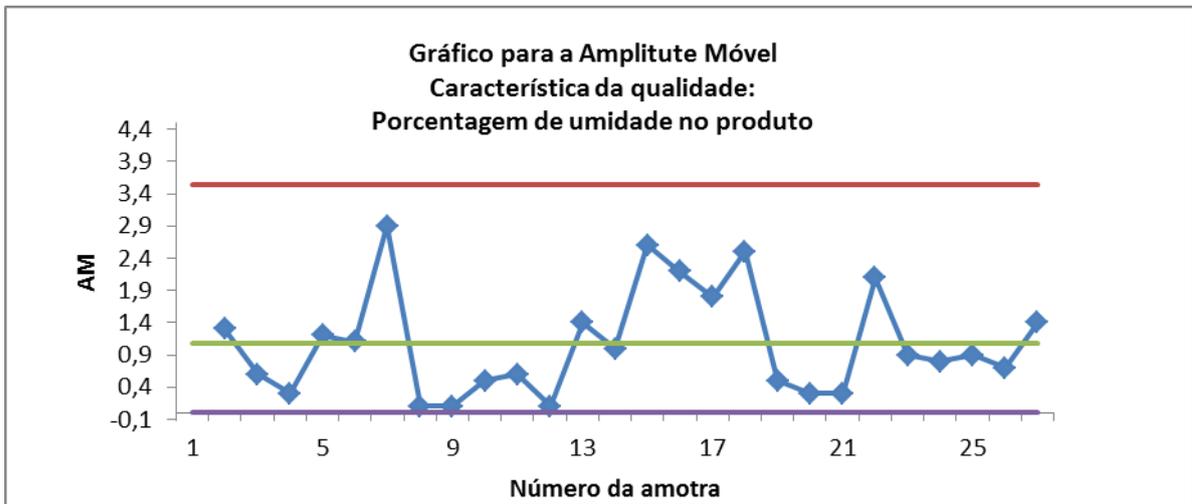
- Extrusado A

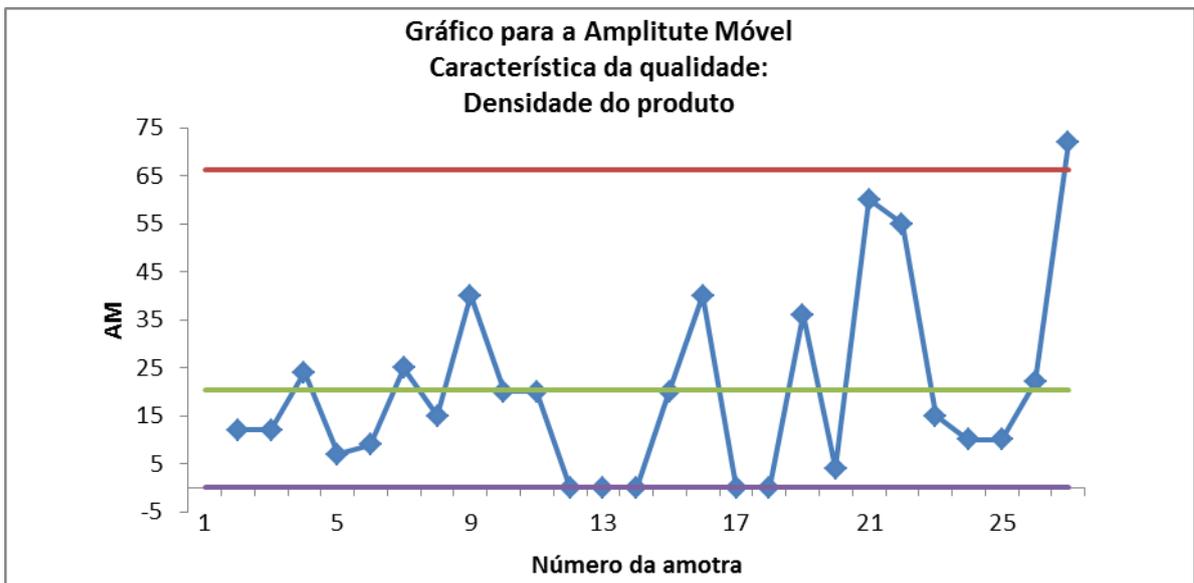
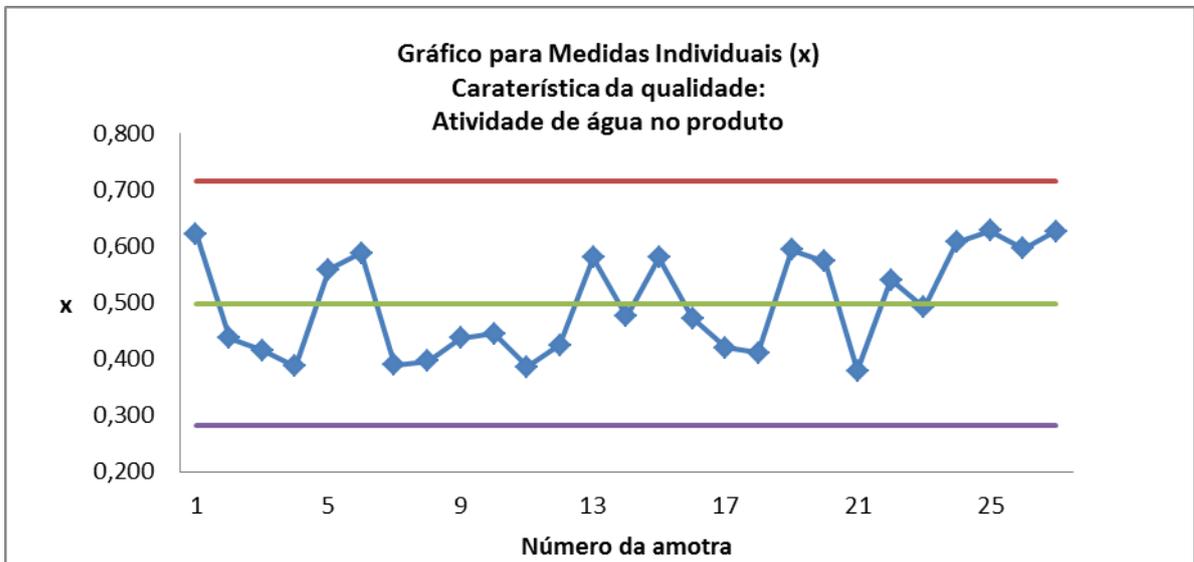
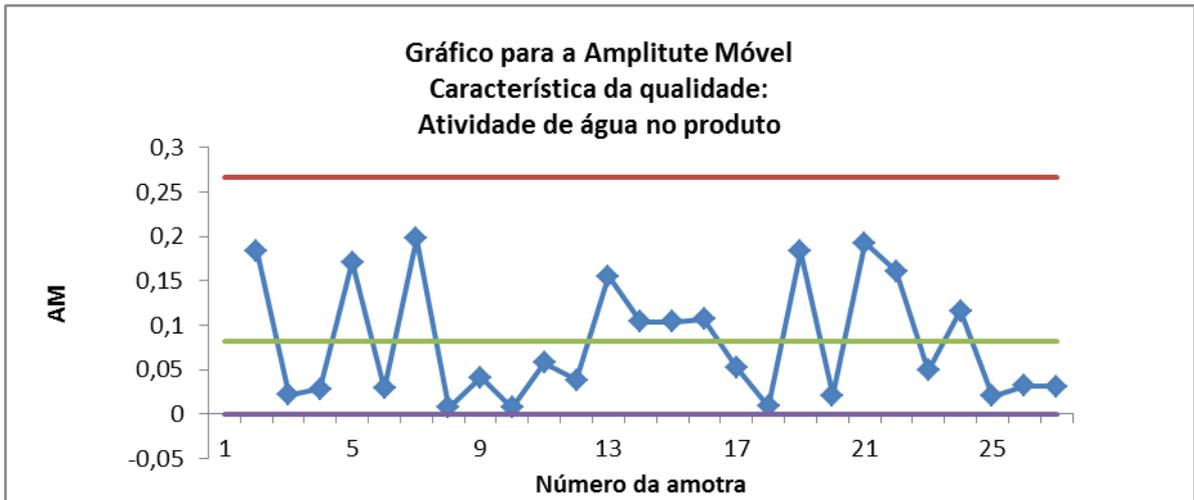


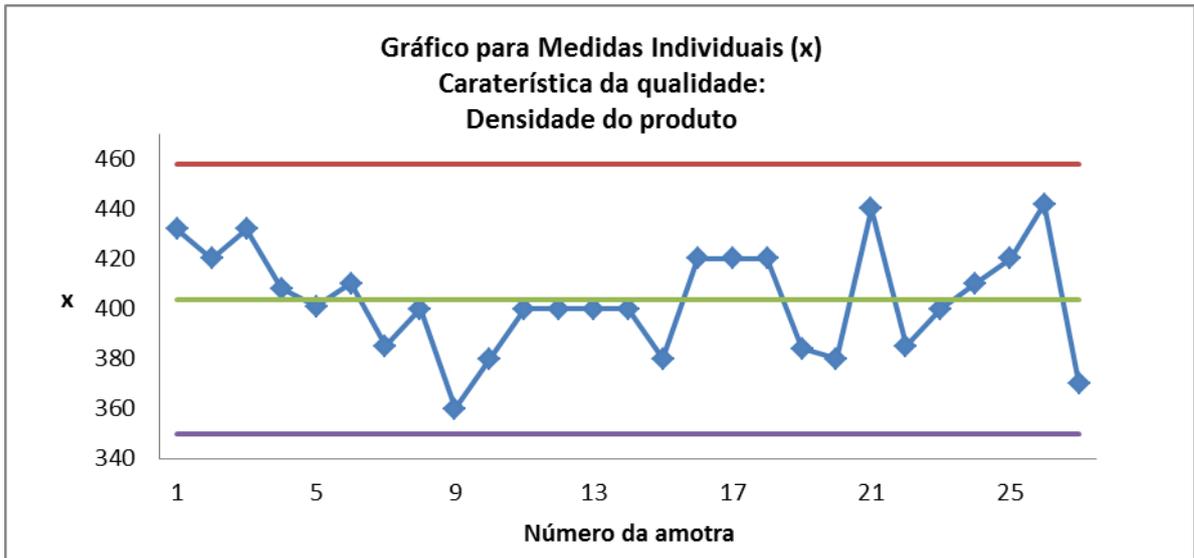




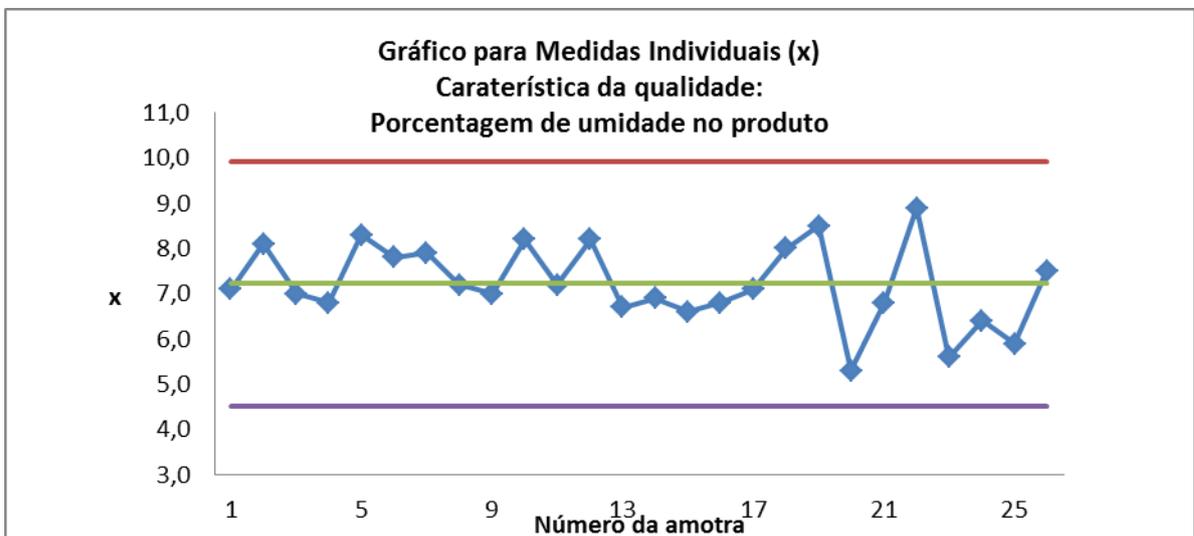
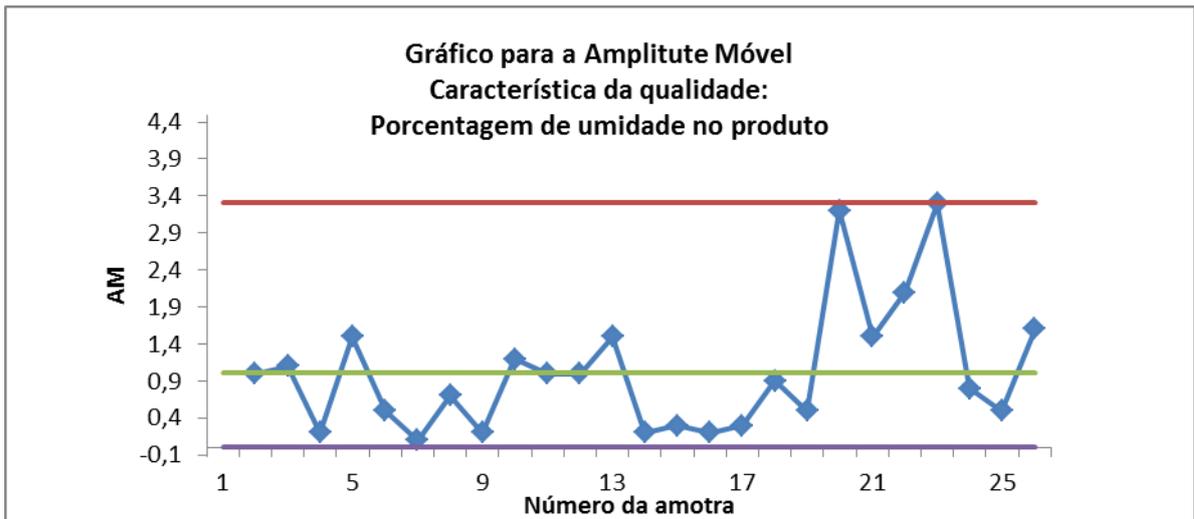
▪ Extrusado B

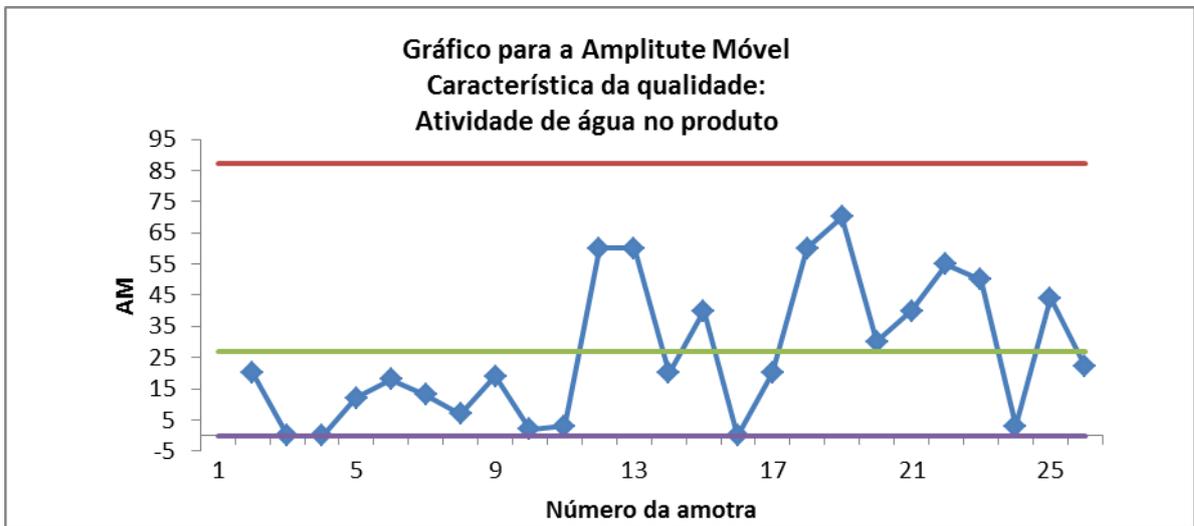
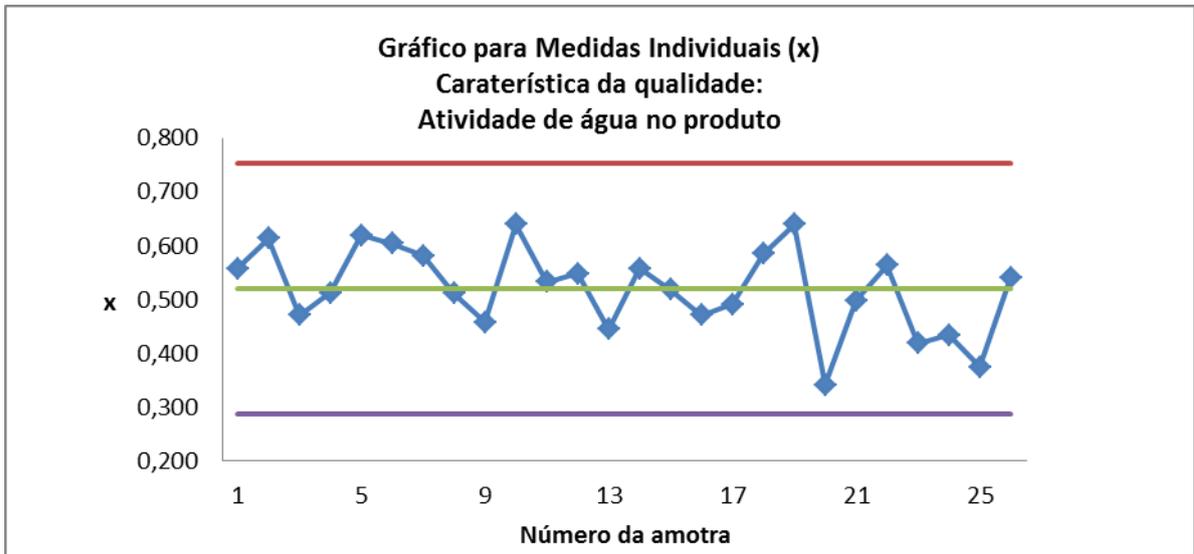
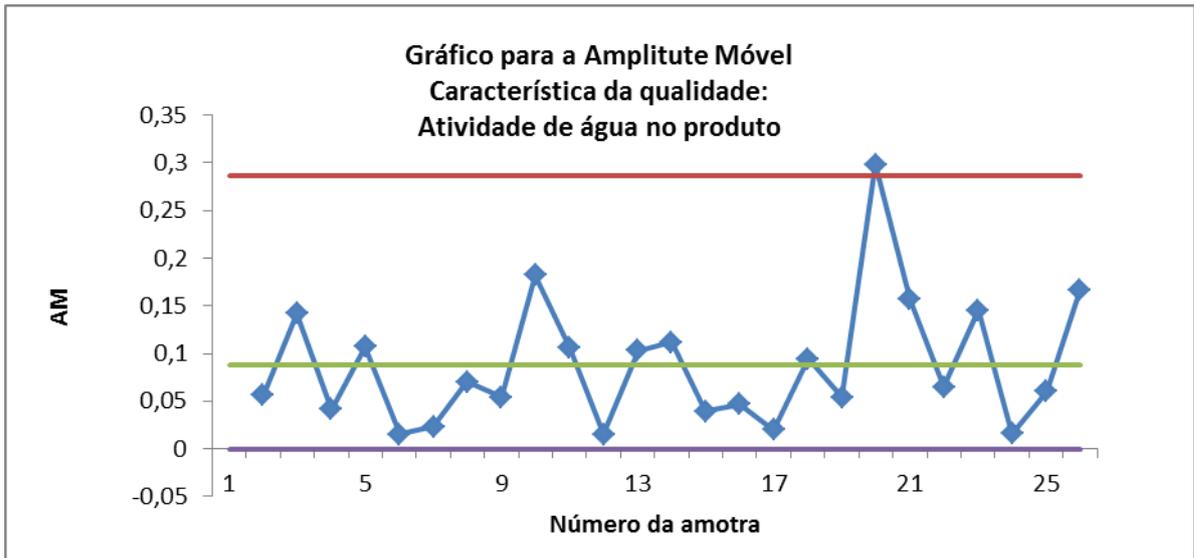


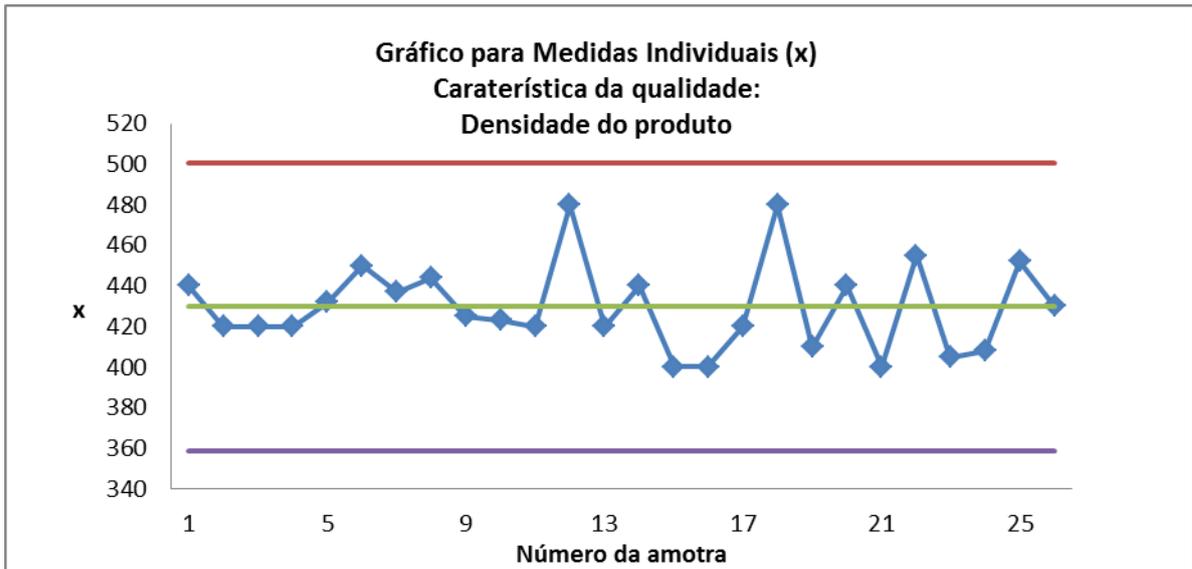




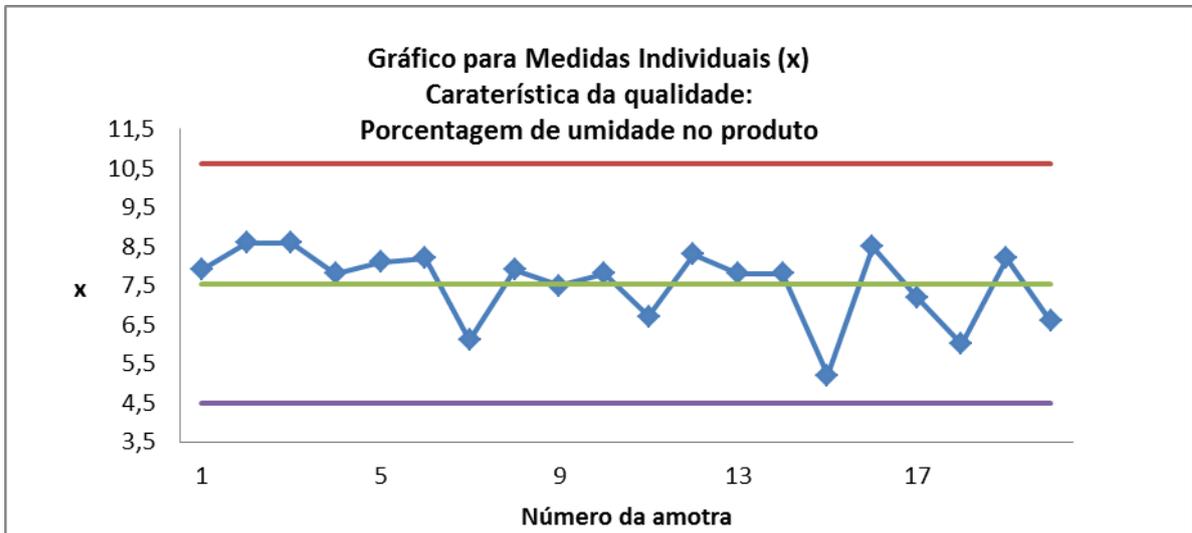
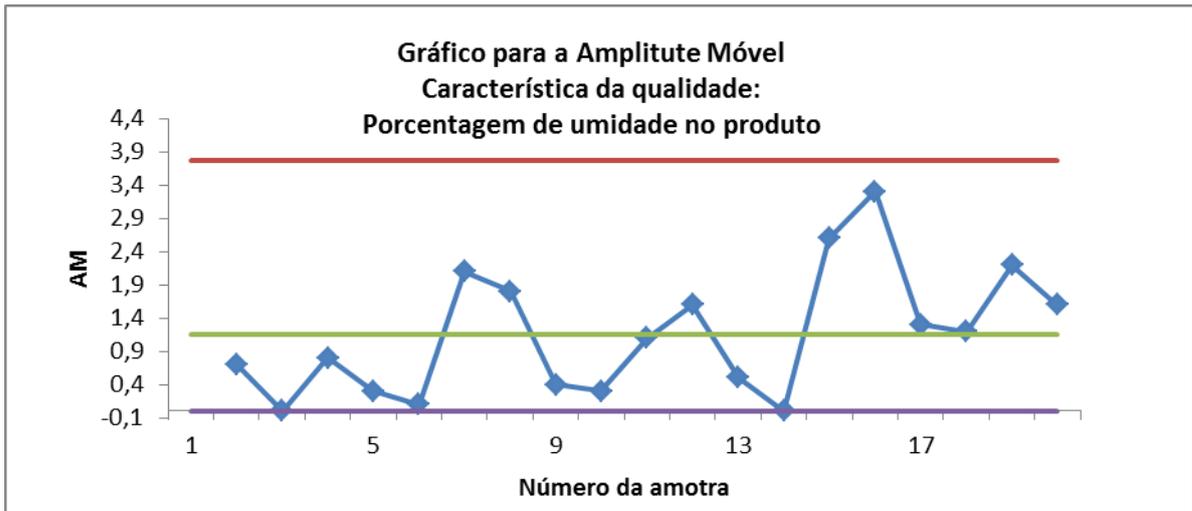
▪ Extrusado C

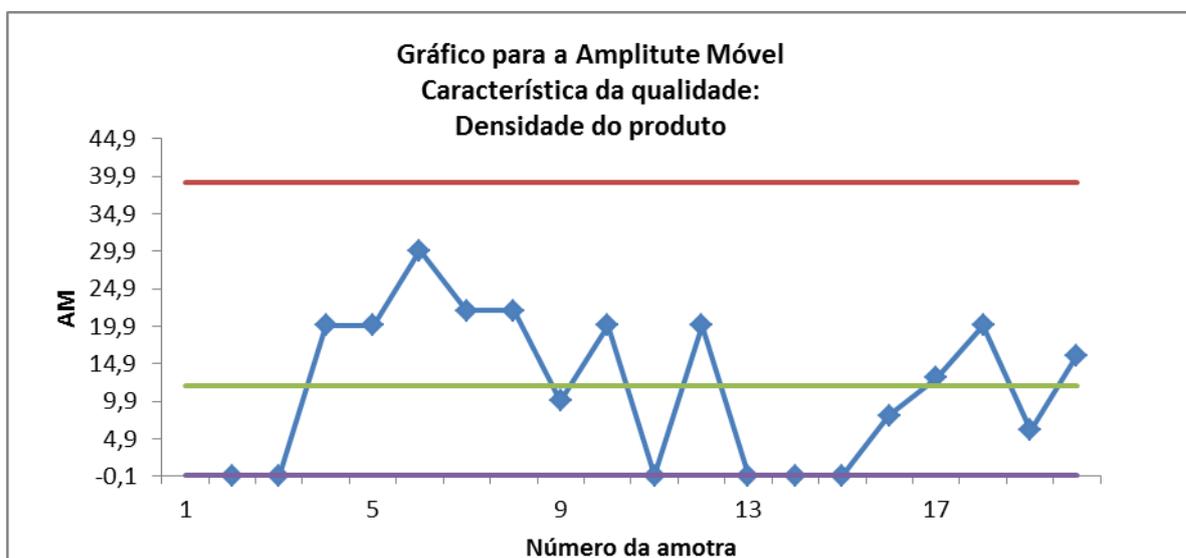
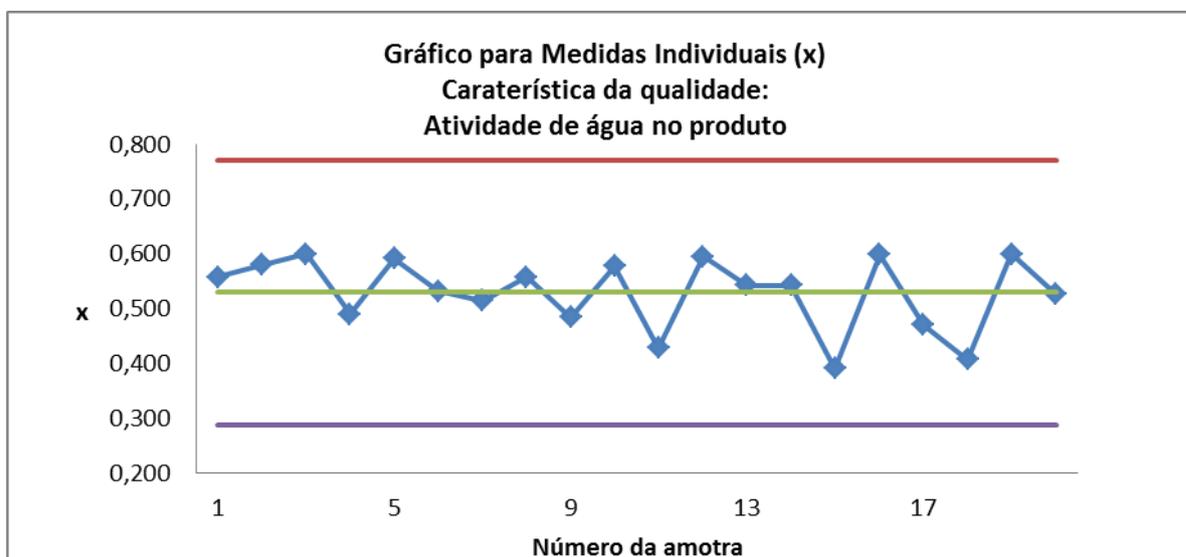
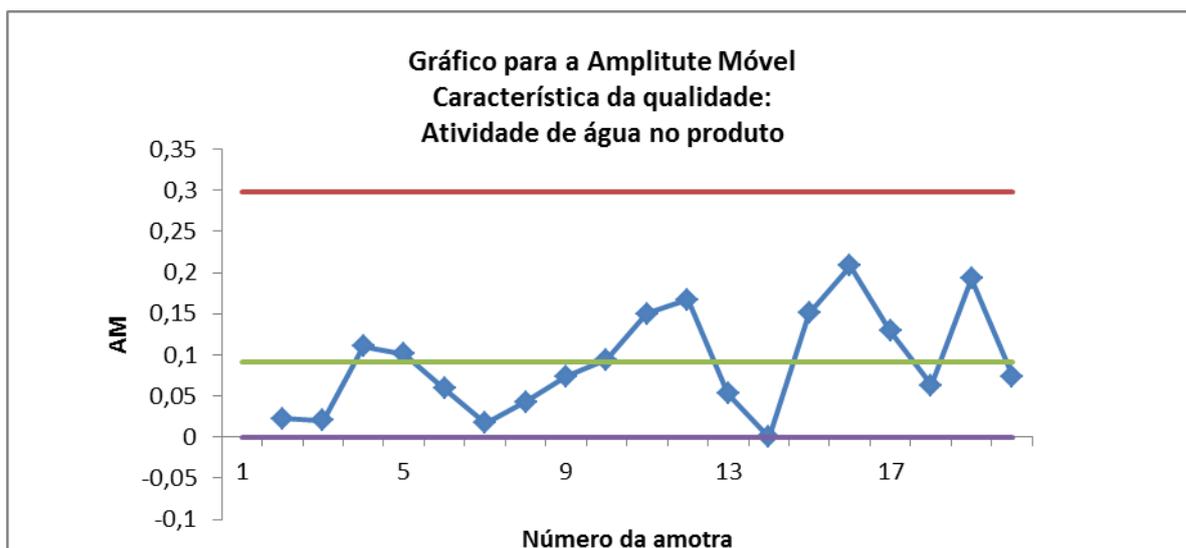


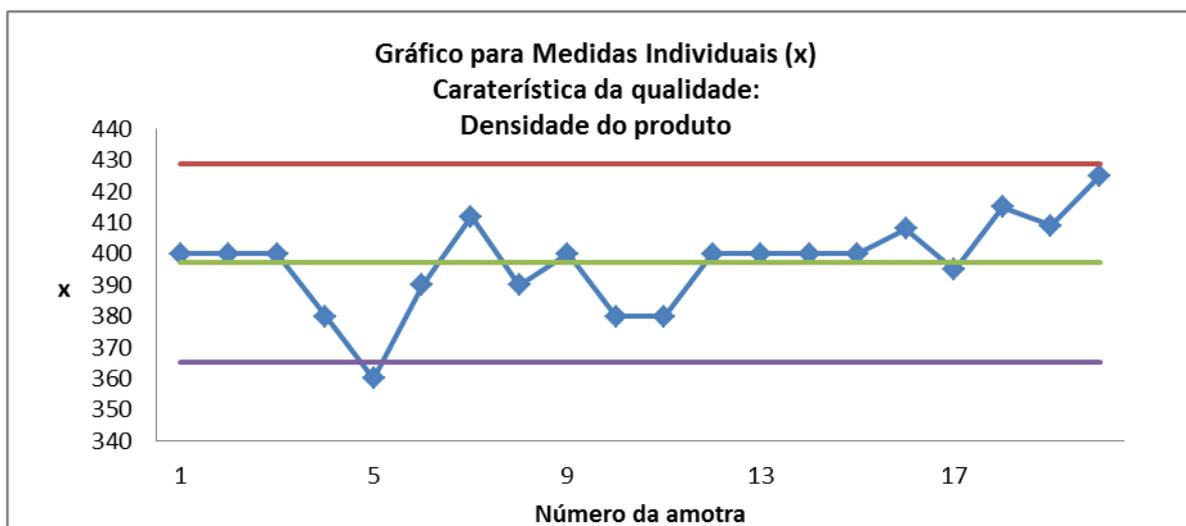




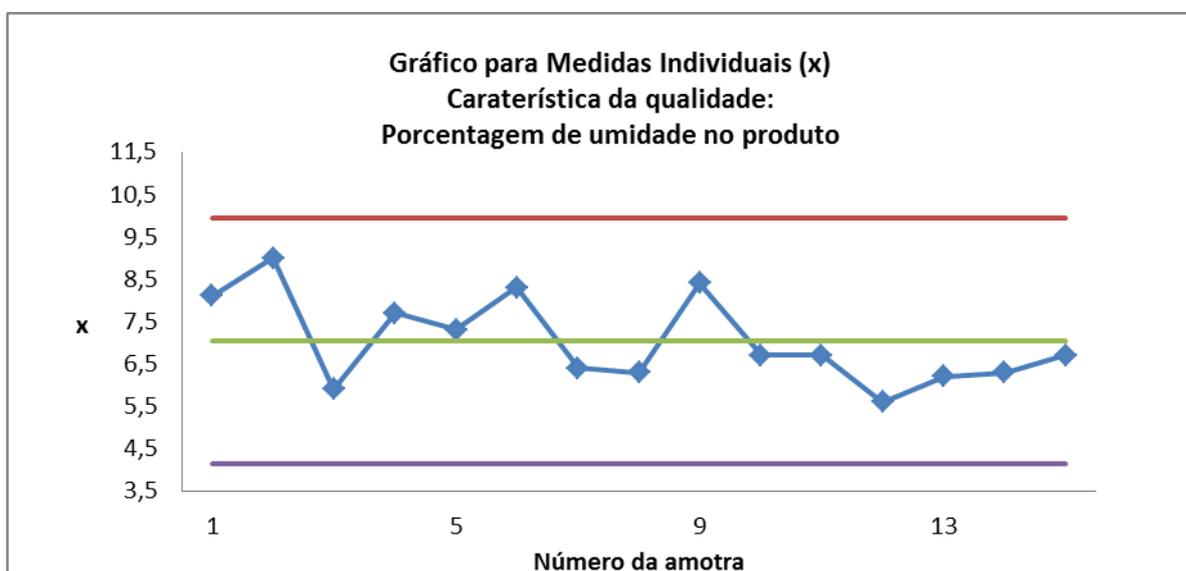
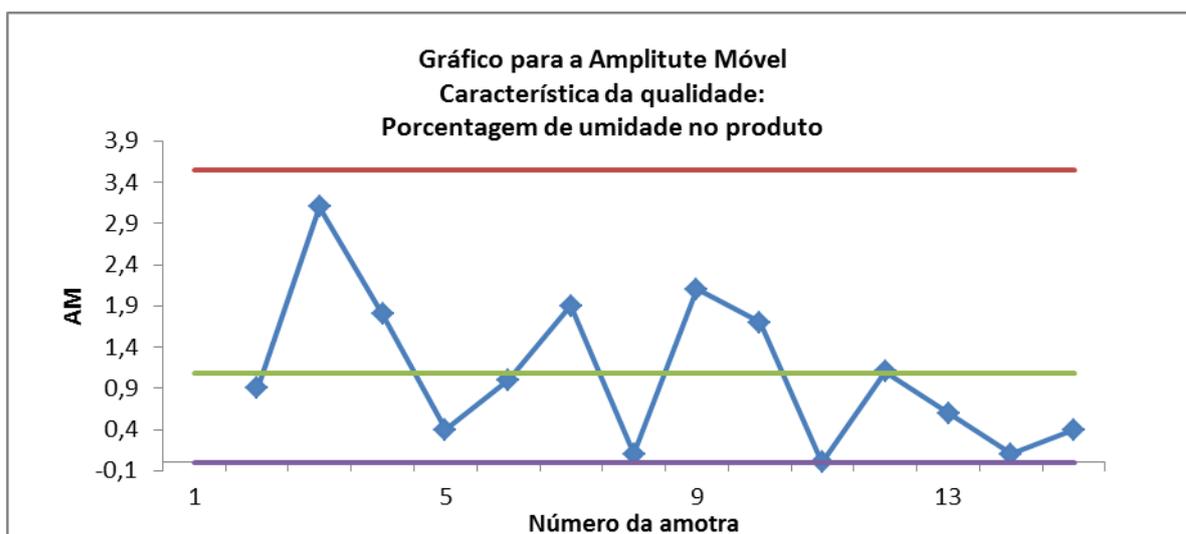
▪ Extrusado D

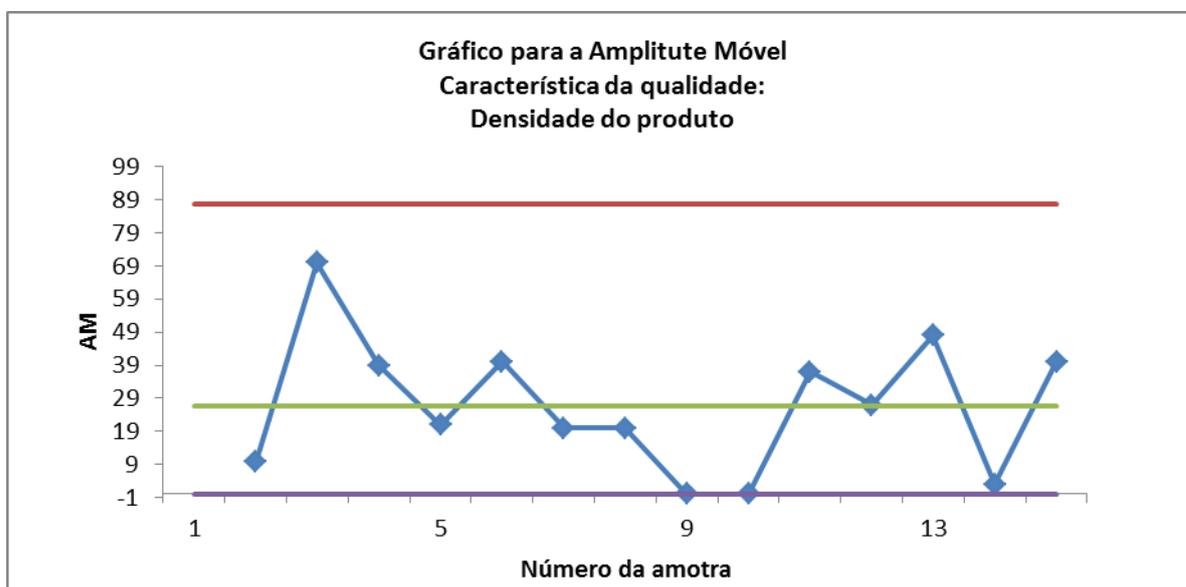
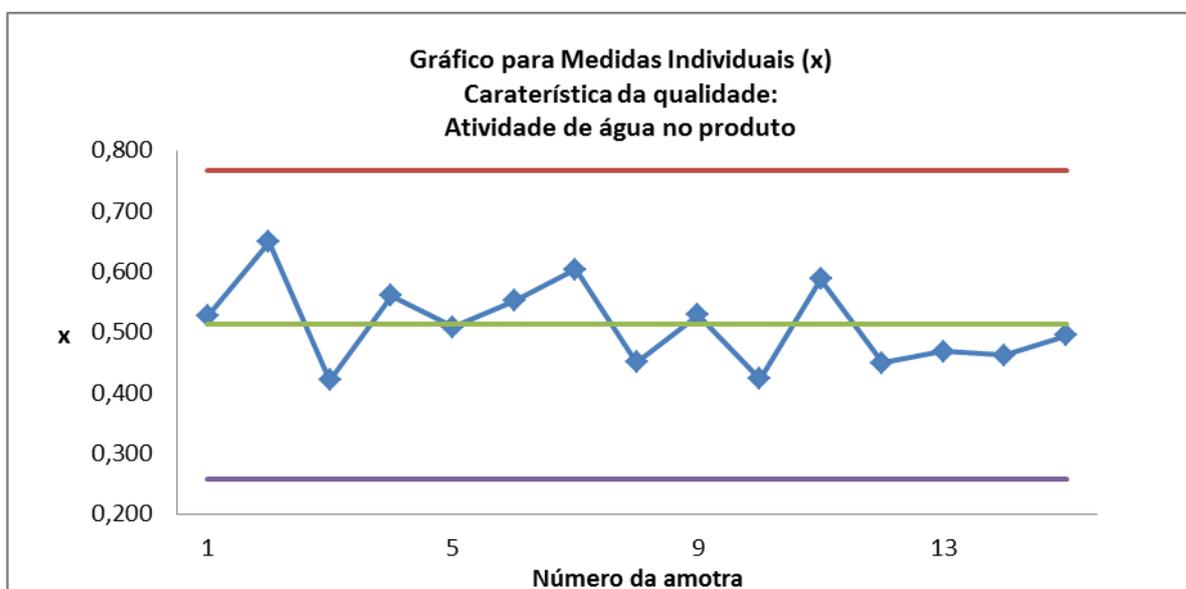
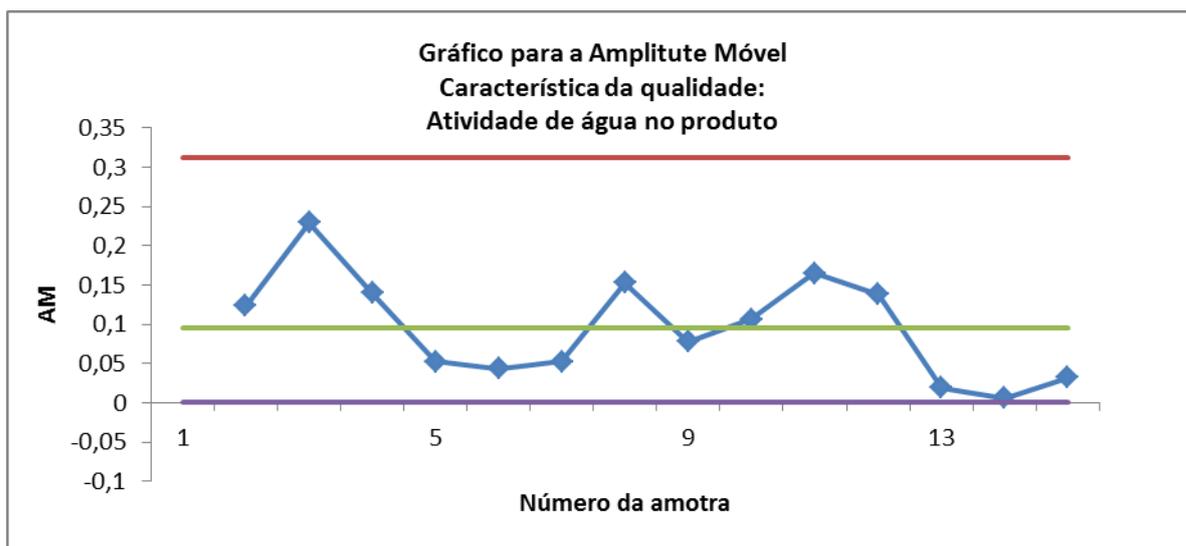


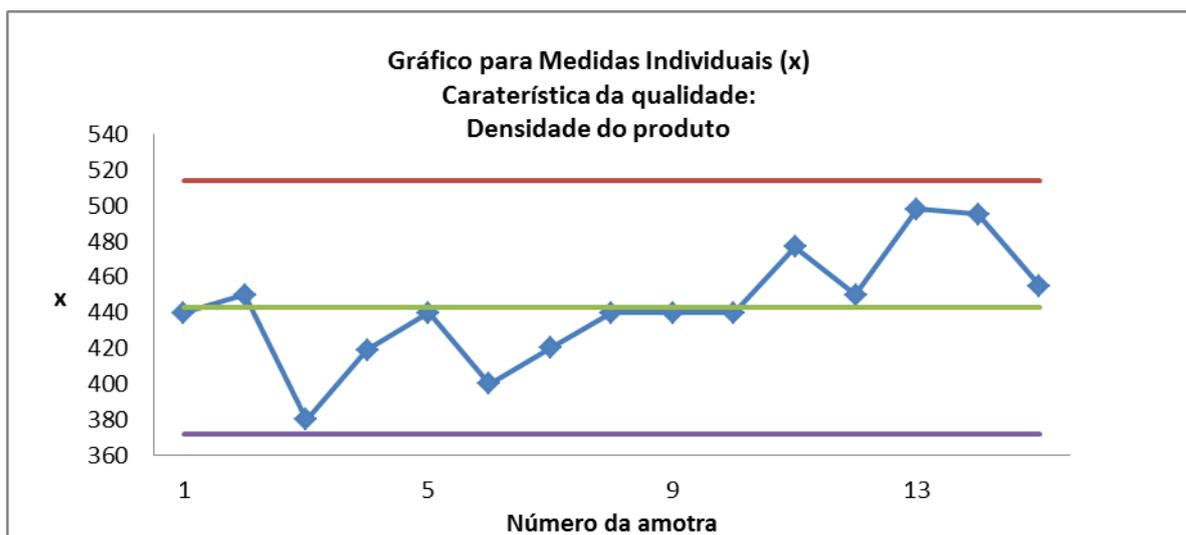




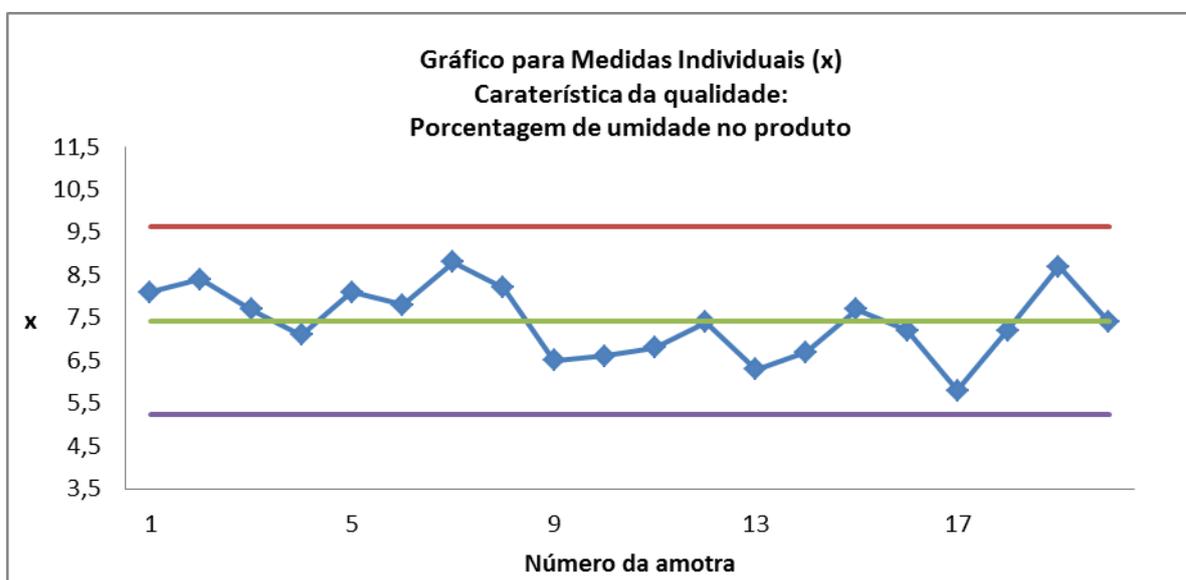
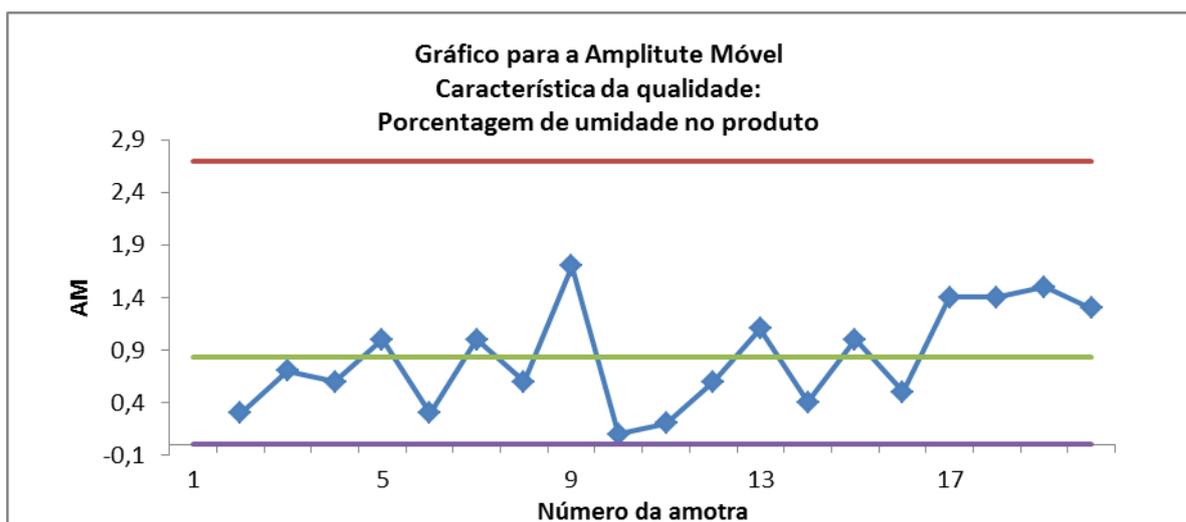
- Extrusado E

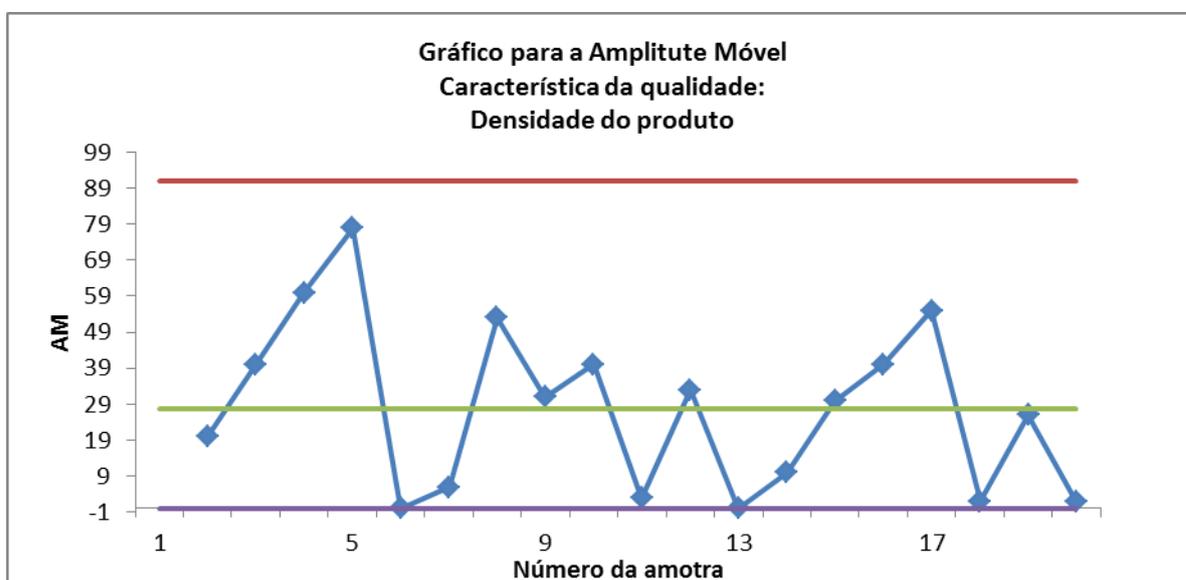
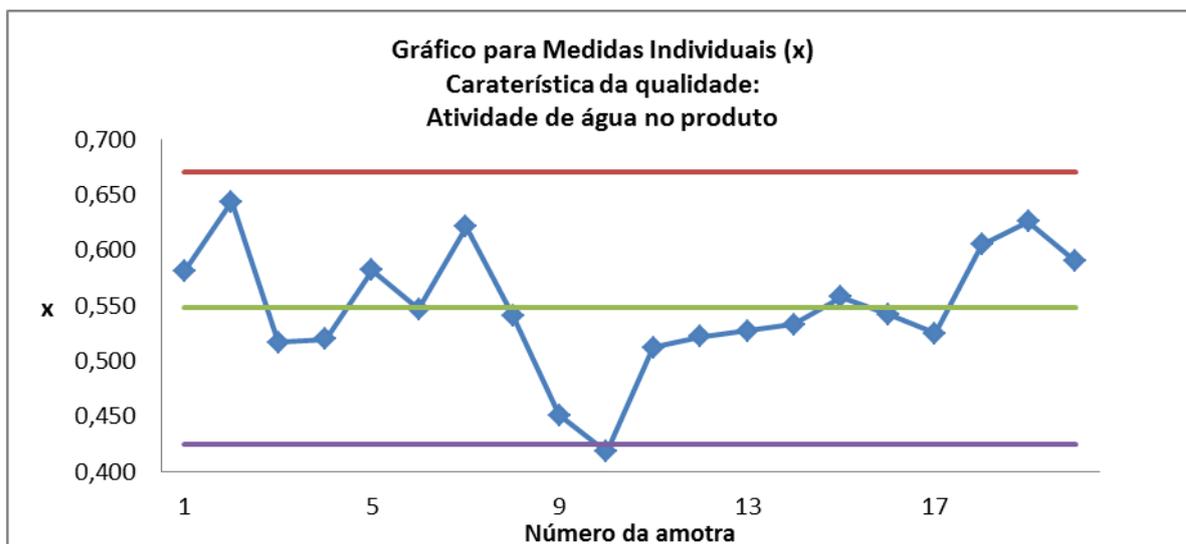
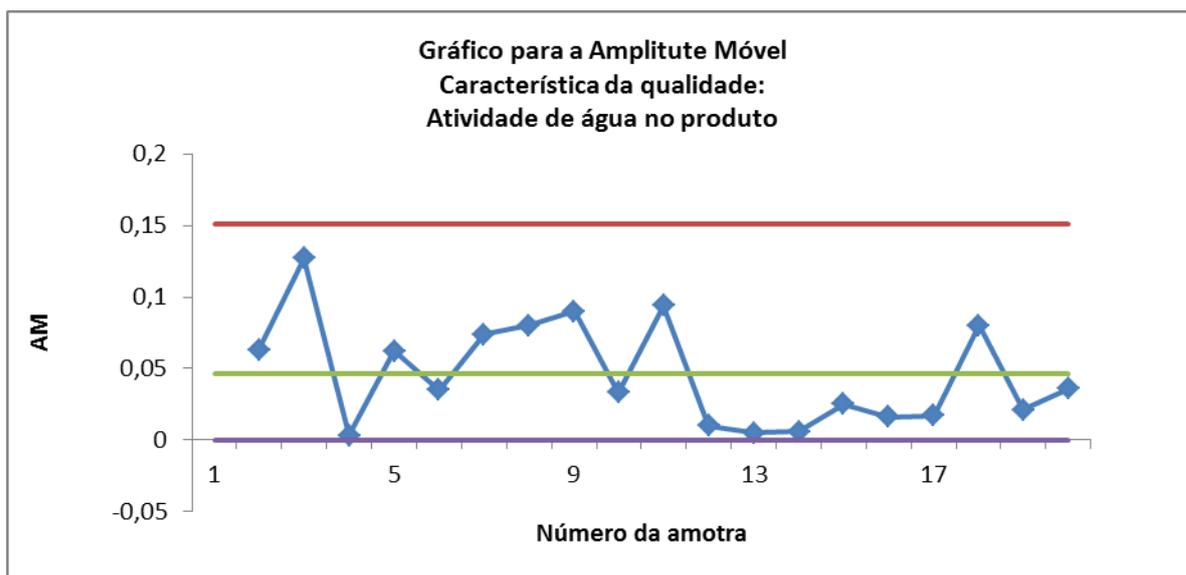


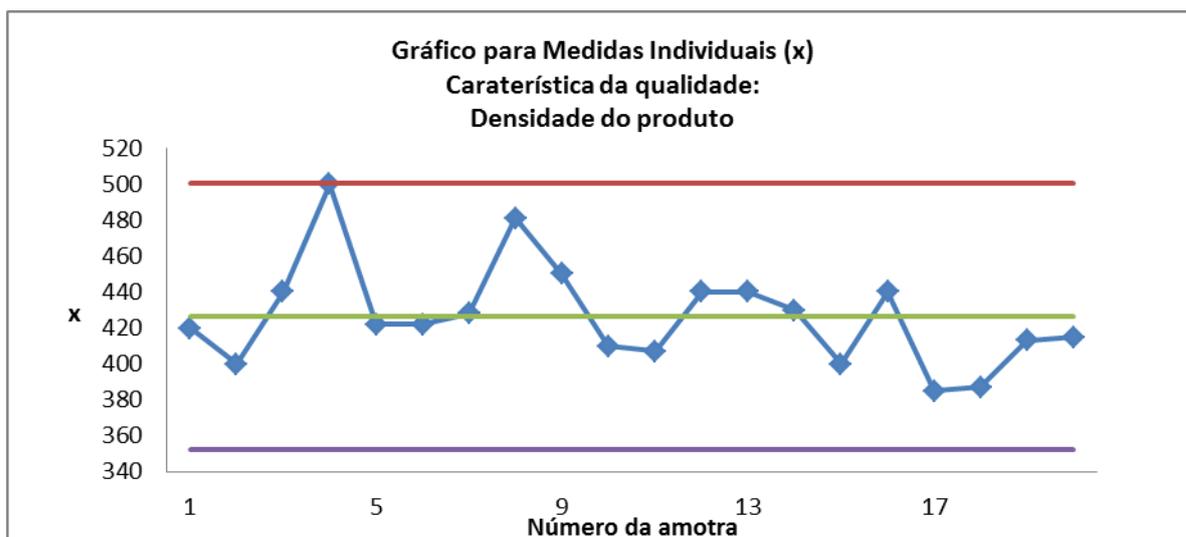




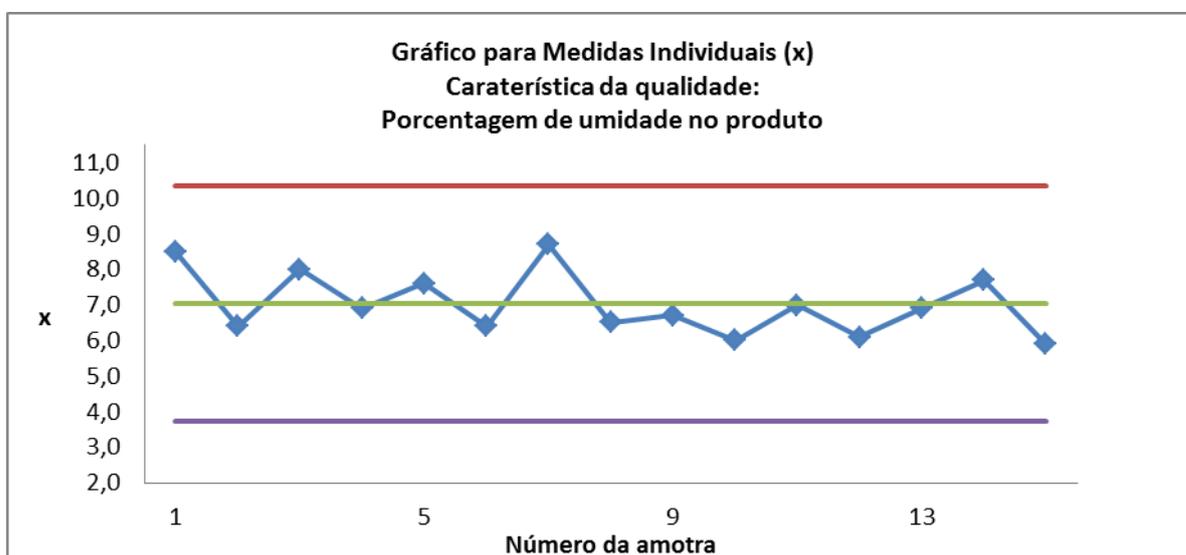
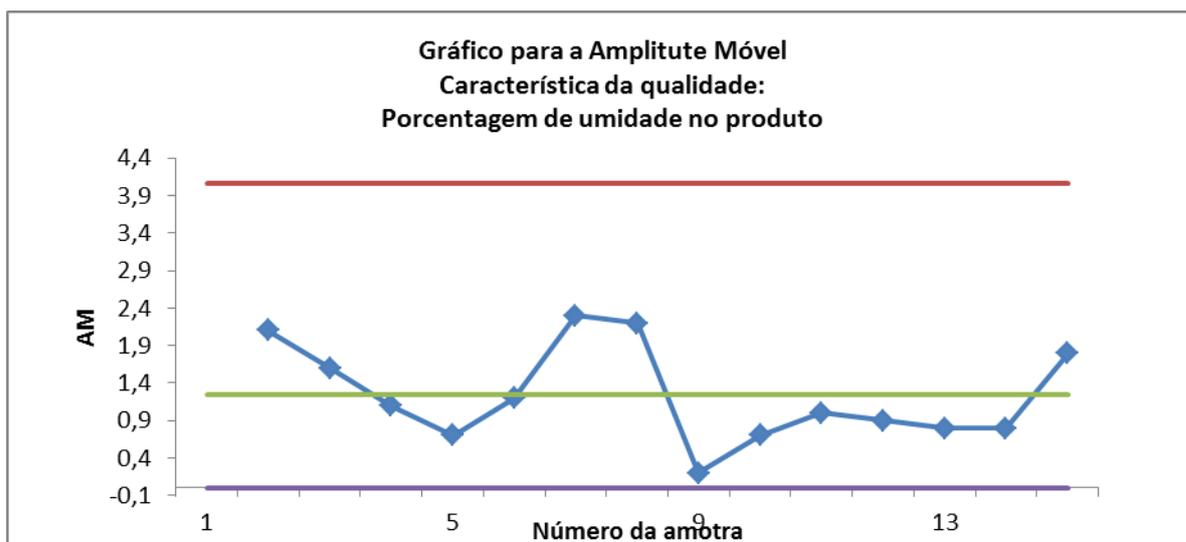
▪ Extrusado F

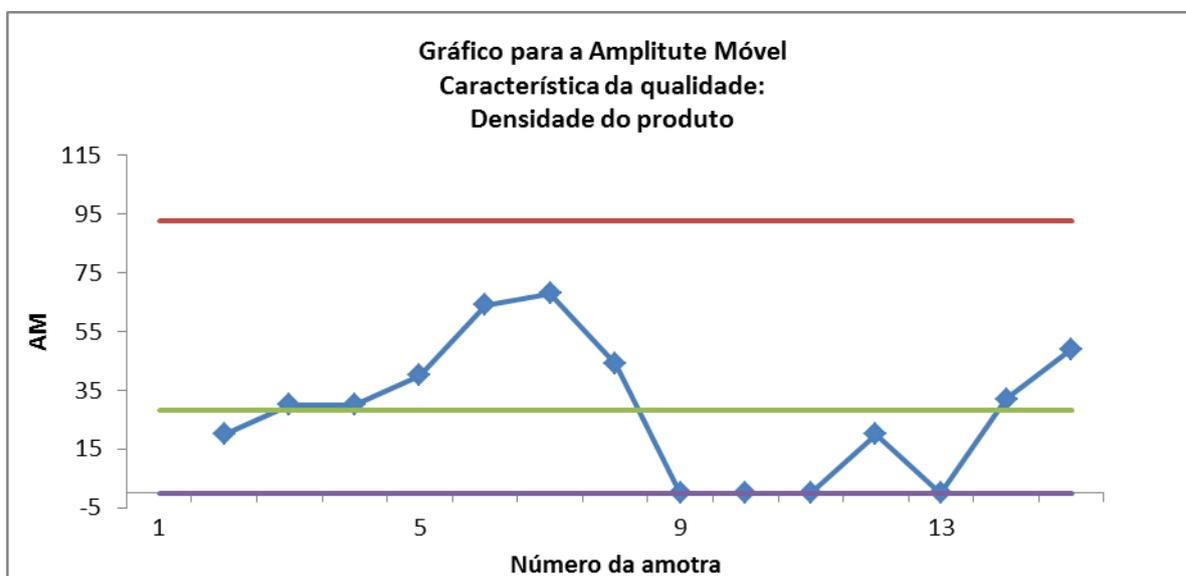
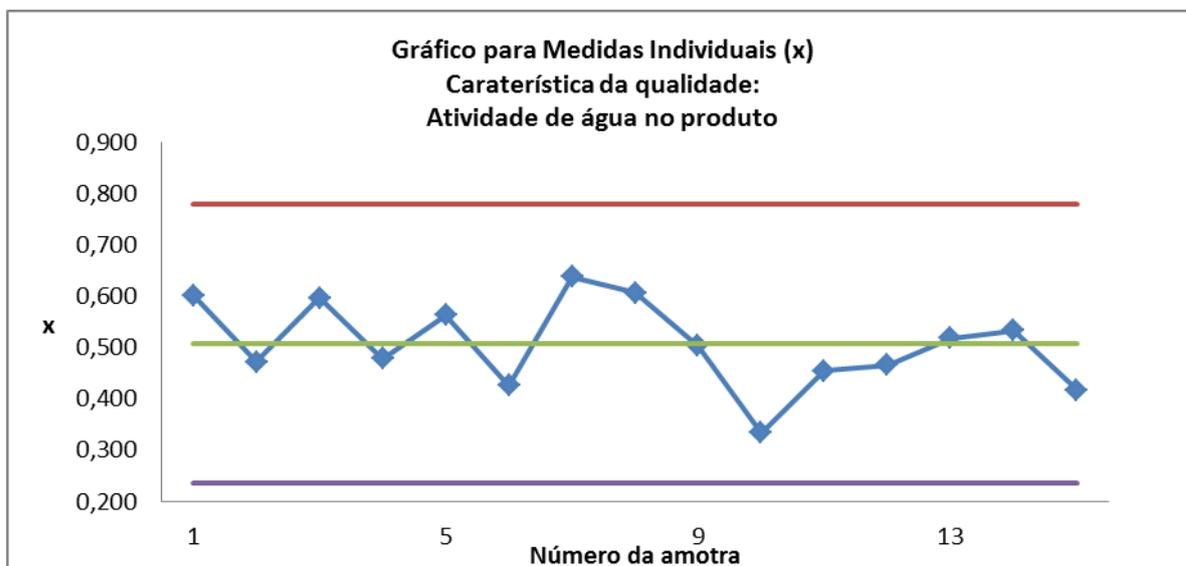
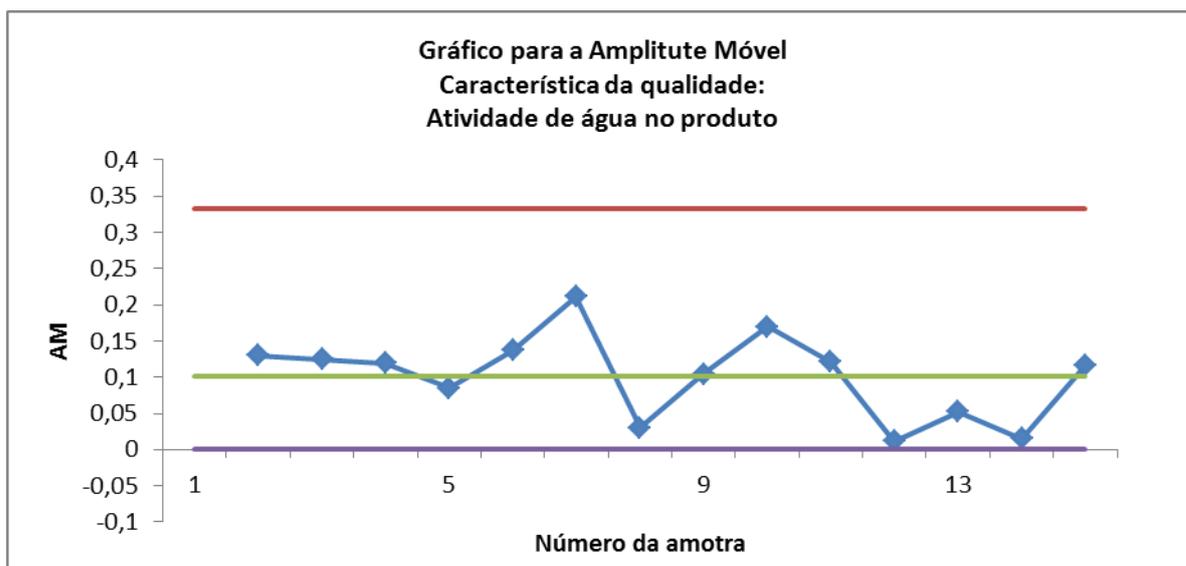


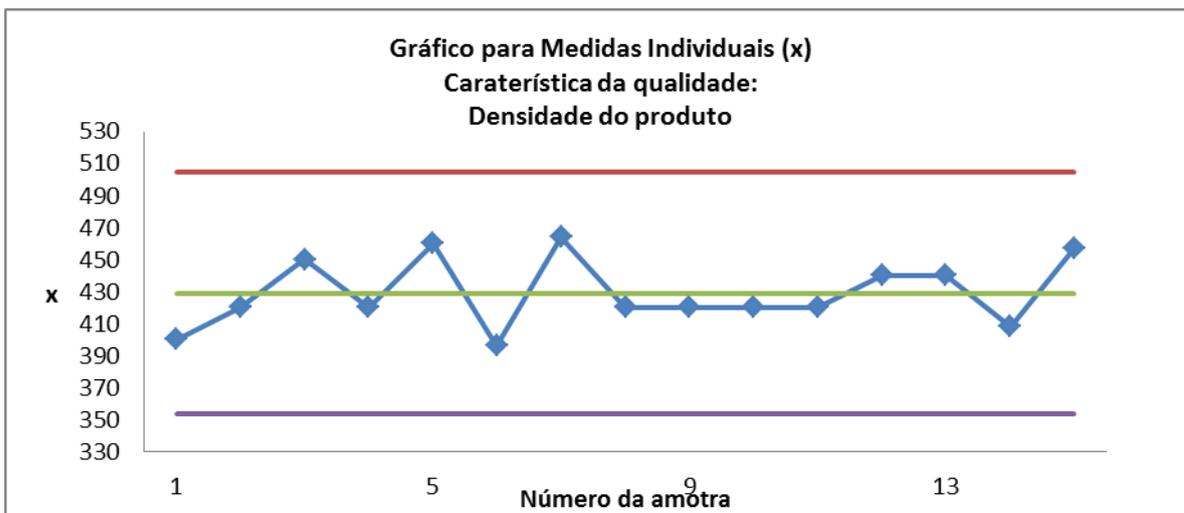




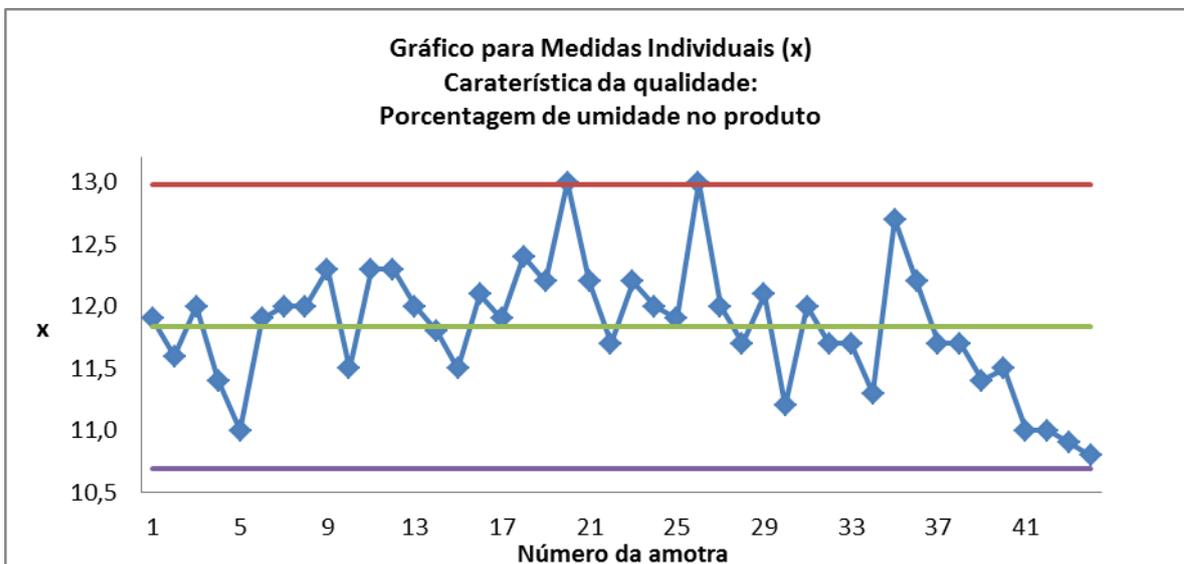
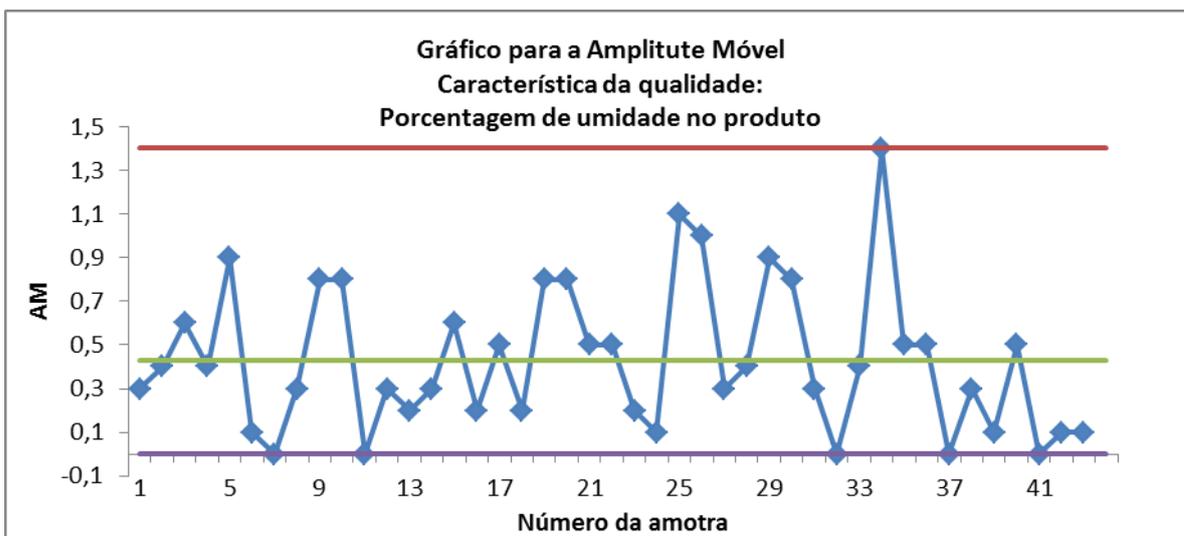
- Extrusado G



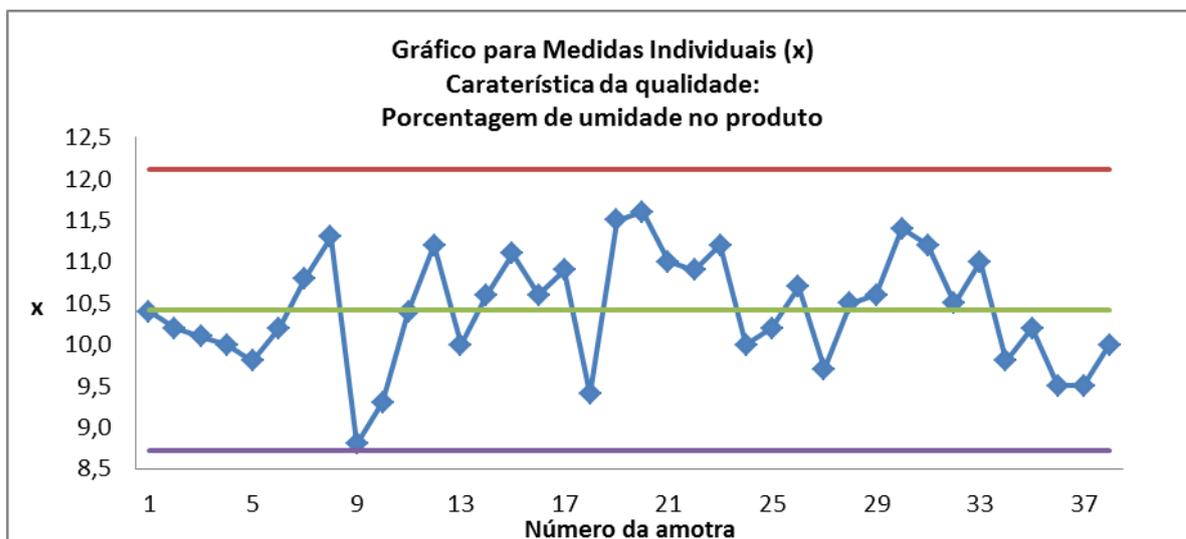
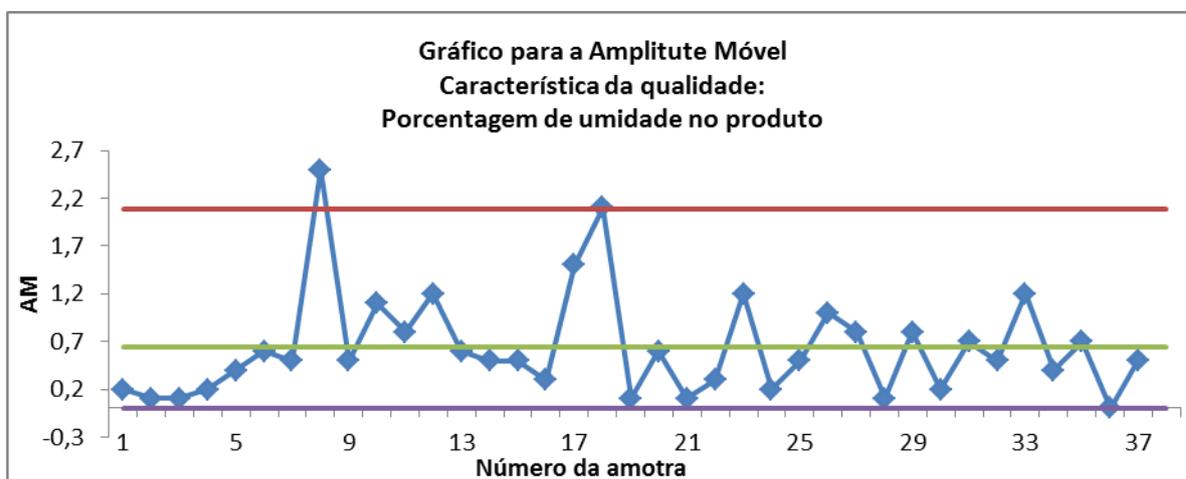




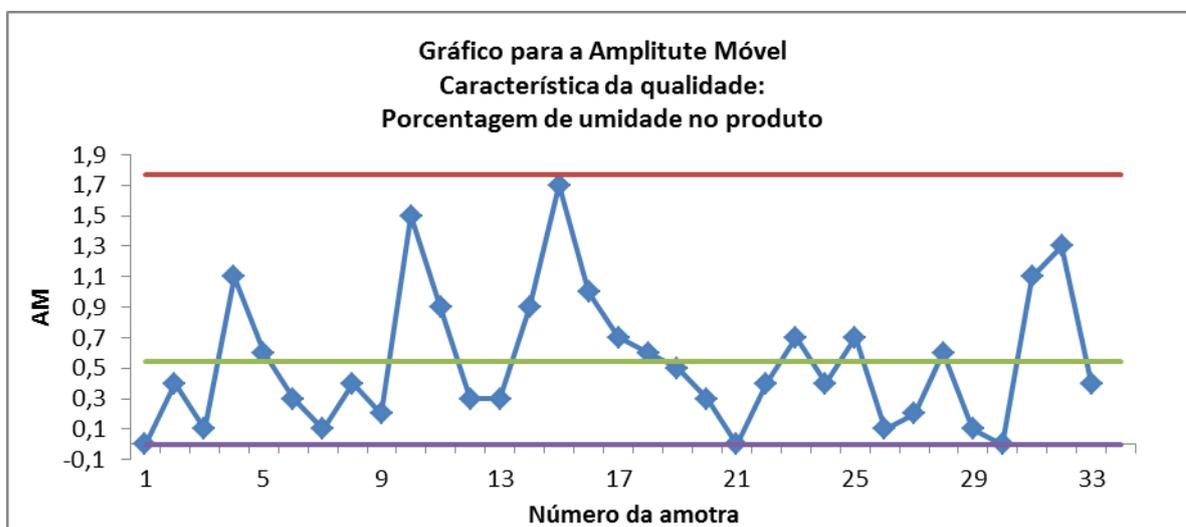
▪ Insumo A

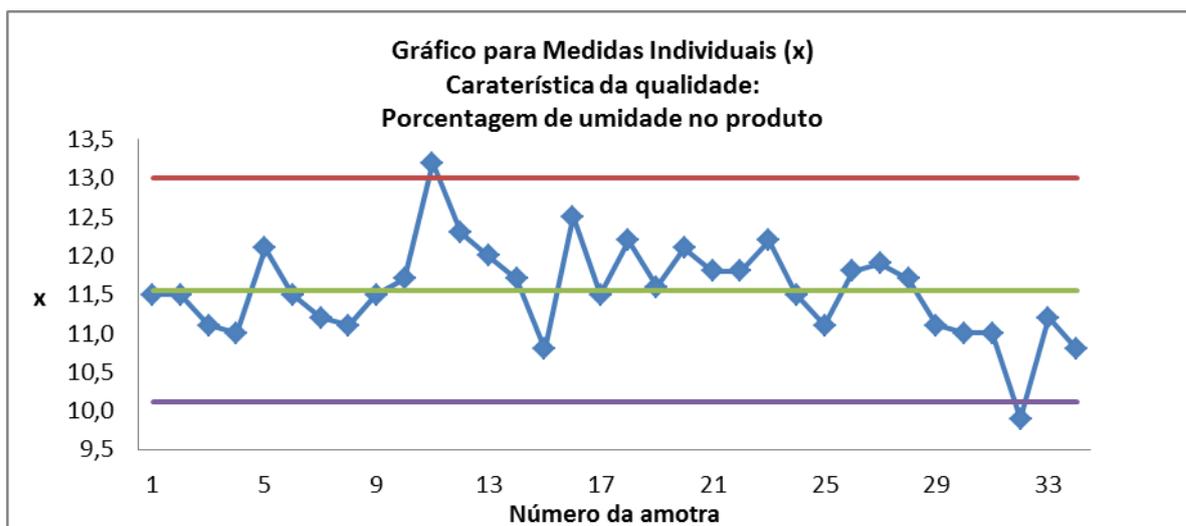


▪ Insumo B

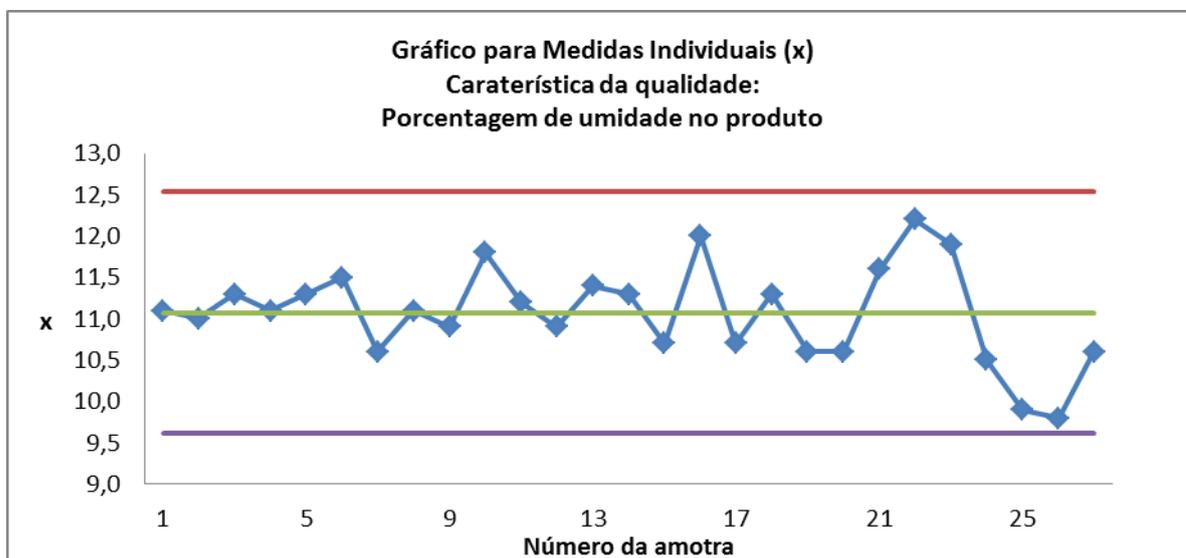
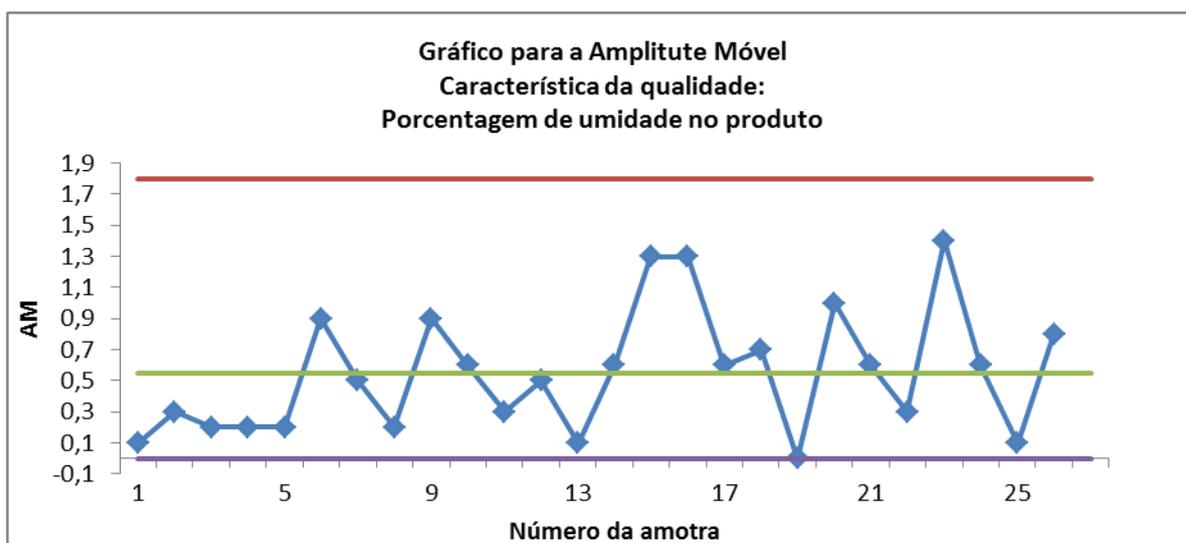


▪ Insumo C

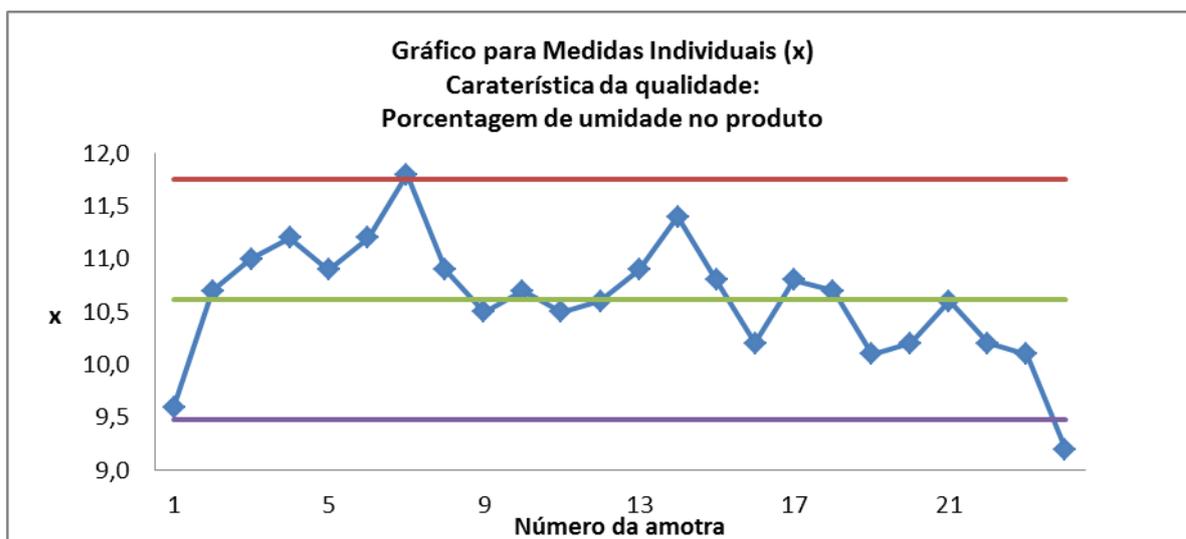
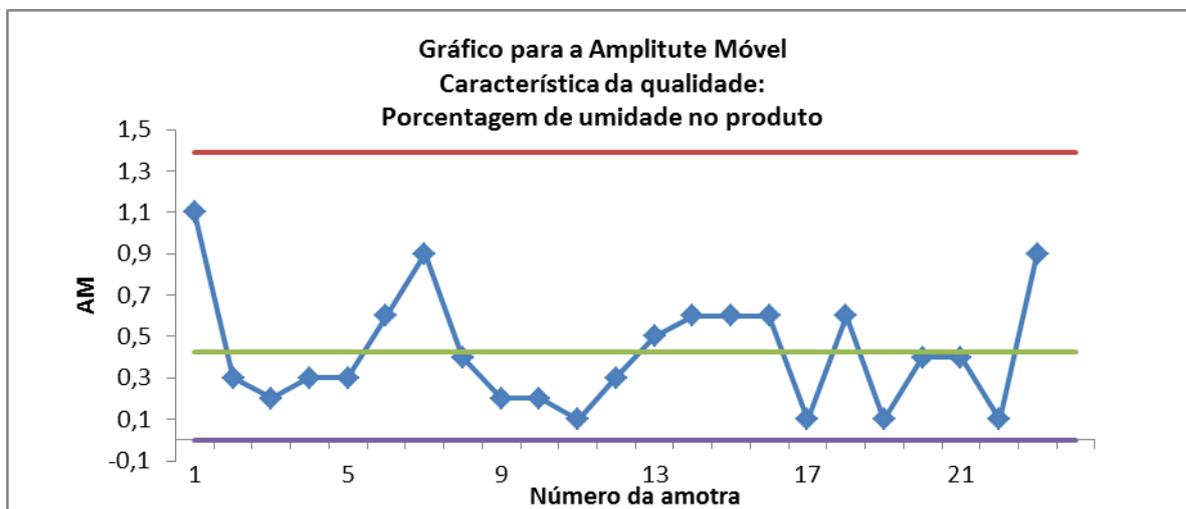




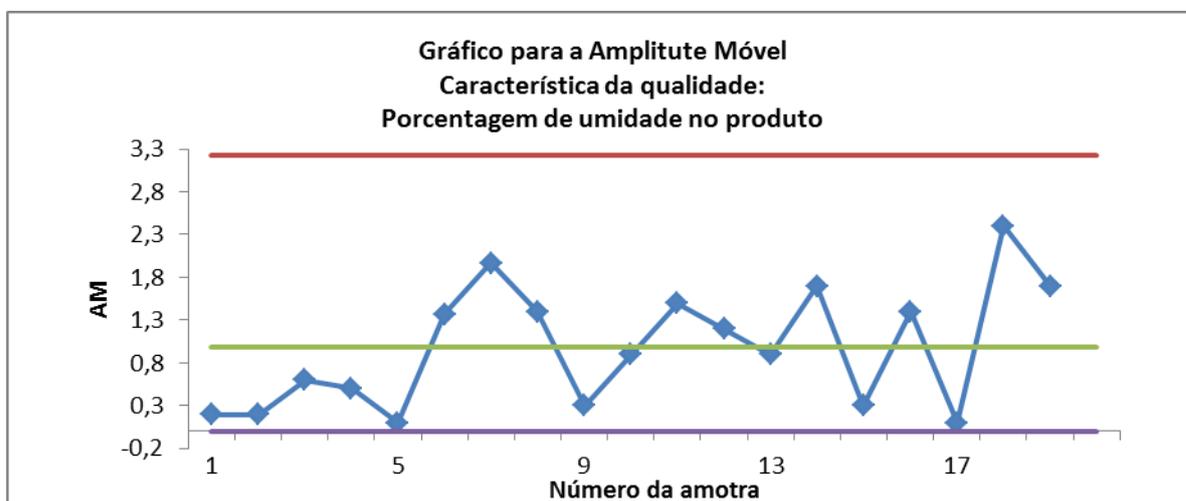
▪ Insumo D

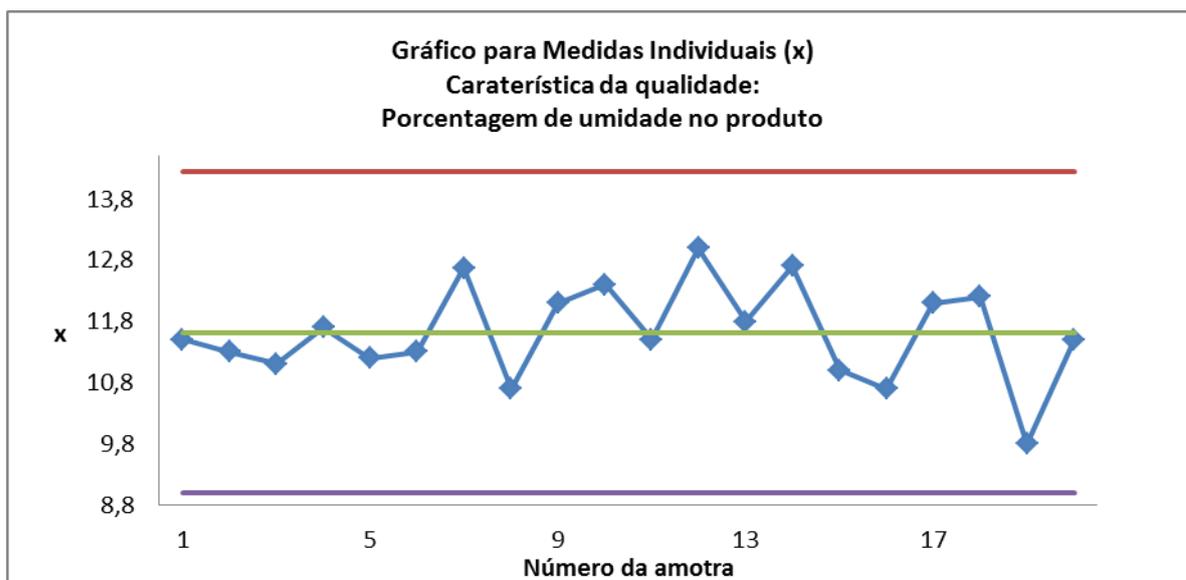


- Insumo E



- Insumo F

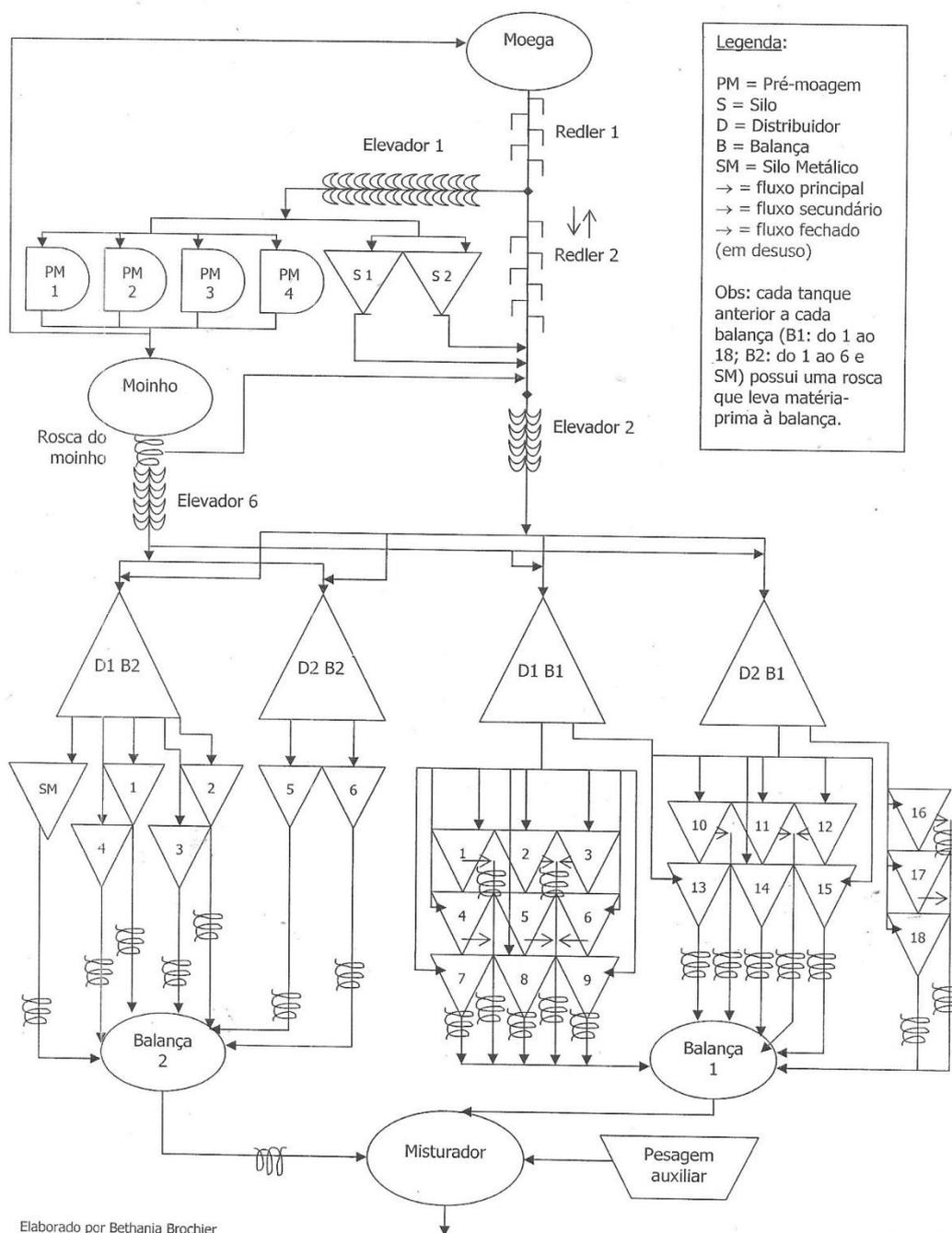




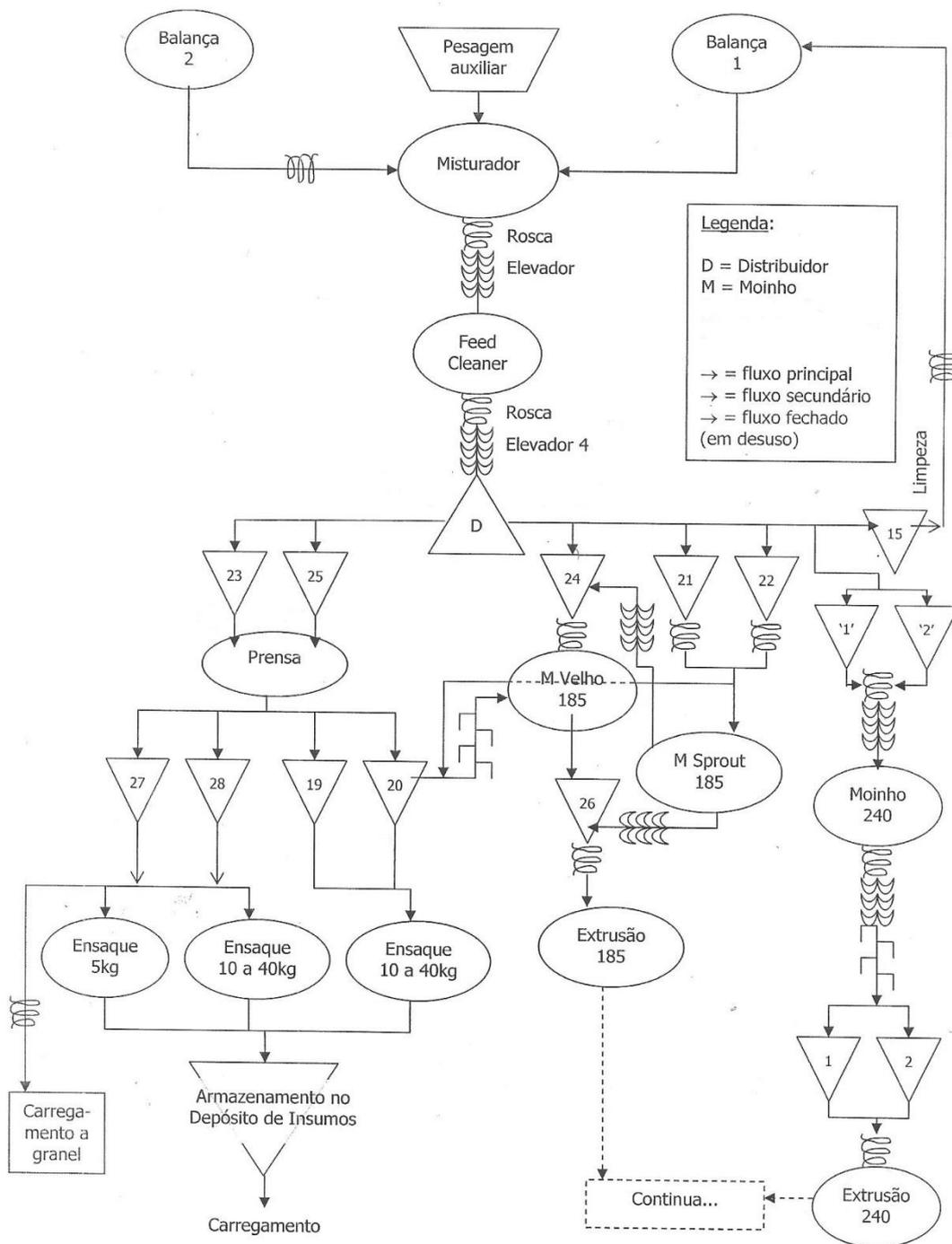
## **ANEXO A**

Fluxogramas detalhados do processo de fabricação de rações da empresa.

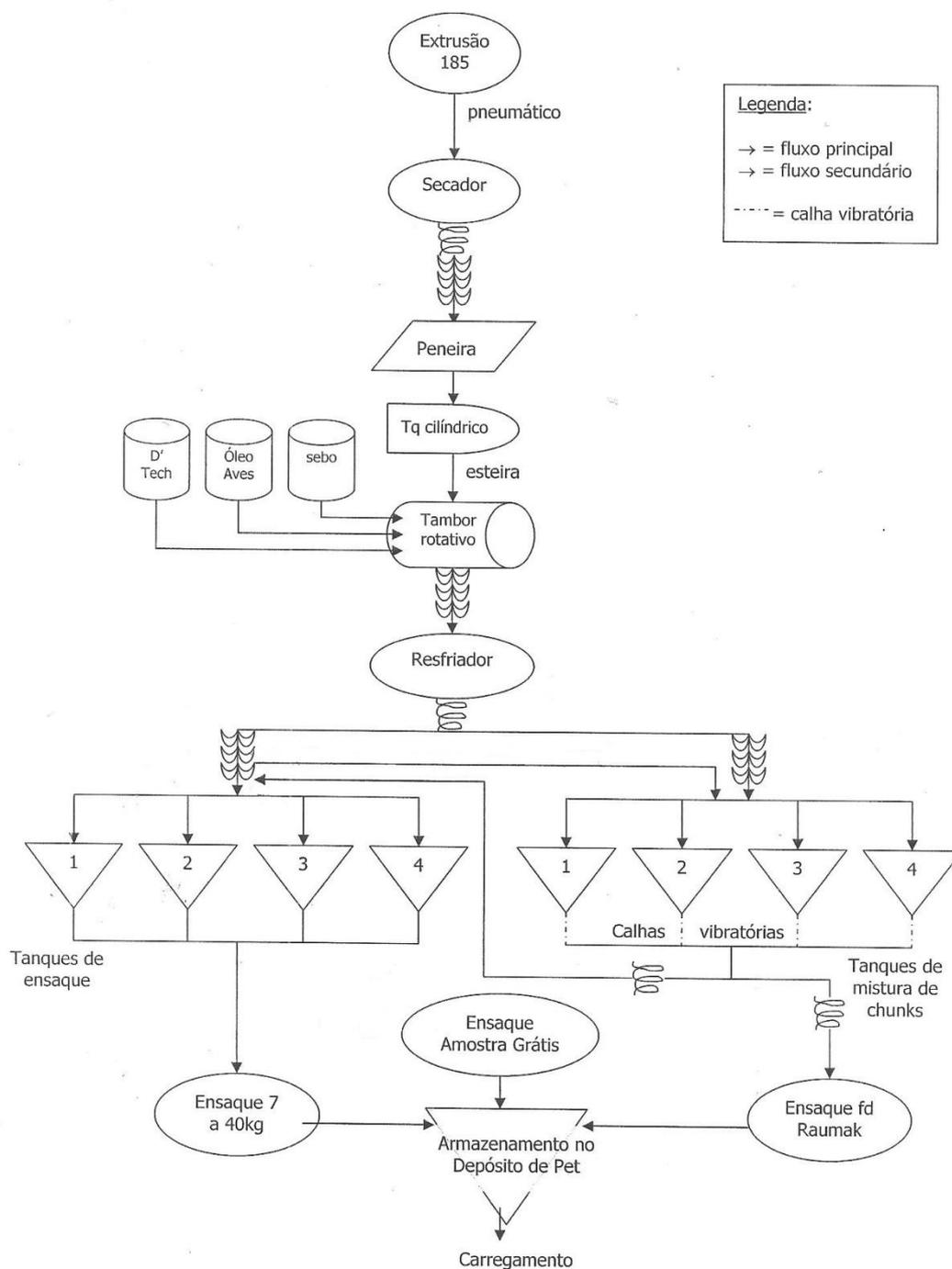
### FLUXOGRAMA DE PROCESSO MOEGA ATÉ MISTURADOR



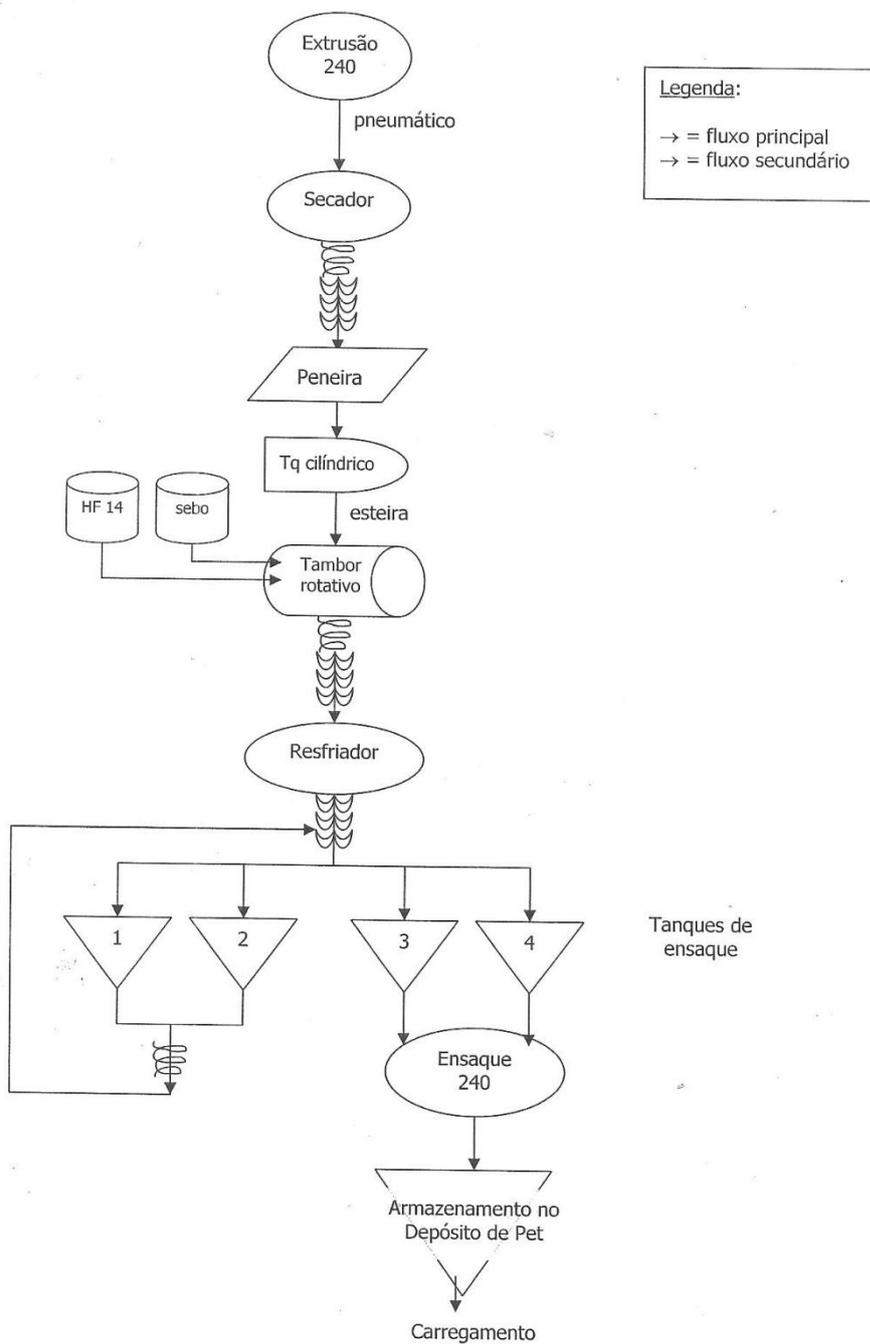
### FLUXOGRAMA DE PROCESSO MISTURA



### FLUXOGRAMA DE PROCESSO EXTRUSÃO 185



### FLUXOGRAMA DE PROCESSO EXTRUSÃO 240



## ANEXO B

Tabela de constantes para a construção de gráficos de controle.

Observações na Amostra, $n$	Gráficos para Médias					Gráficos para Desvio Padrão						Gráficos para Amplitudes				
	Fatores para os limites de controle			Fatores para a linha média		Fatores para os limites de controle.				Fatores para a linha média		Fatores para os limites de controle				
	$A$	$A_2$	$A_3$	$c_4$	$1/c_4$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$d_2$	$1/d_2$	$d_3$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,2533	0	3,267	0	2,606	1,128	0,8865	0,853	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	1,1284	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,575
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,0854	0	2,266	0	2,088	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	1,0638	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,115
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,0510	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,078	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,0423	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,0363	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,0317	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,0281	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,0252	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	1,0229	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,0210	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2998	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,0194	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,0180	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,0168	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,0157	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,0148	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,0140	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,0133	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,0126	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,2647	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,0119	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,0114	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,0109	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,0105	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**