

RAE-CEA-9707
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O
PROJETO: “FATORES QUE INFLUENCIAM AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS IMPORTANTES NA
QUALIDADE DO LEITE DE CONSUMO”.
CLÉLIA M. C. TOLOI
PEDRO A. MORETTIN
GUILHERME V. HOMSY
SÉRGIO R. MARTINS

São Paulo, junho de 1997

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA
RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA - NÚMERO 07/97
- CÓDIGO 97P07

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Fatores que influenciam as características físico-químicas e microbiológicas importantes na qualidade do leite de consumo”.

PESQUISADOR: Marcos Franke Pinto

INSTITUIÇÃO: Medicina Veterinária - UNESP - Araçatuba

FINALIDADE: Publicação e Extensão

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Clélia M. C. Toloi, Pedro A. Morettin, Guilherme V. Homsy e Sérgio R. Martins

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO: Morettin, P.A., Toloi, C.M.C., Homsy, G.V., Martins, S.R. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Fatores que influenciam as características físico-químicas e microbiológicas importantes na qualidade do leite de consumo”**. São Paulo, IME-USP, 1997. (RAE-CEA-9707).

FICHA TÉCNICA:

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Akaike, H. (1974). **A New Look at the Statistical Model Identification**. IEEE Transaction on Automatic Control, AC-19, 716 - 723.
- Andreoni, S. (1989). **Modelos de Efeitos Aleatórios para Análise de Dados Longitudinais Não Balanceados em Relação ao Tempo**. São Paulo, 142p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Matemática e Estatística - USP.
- **BMDP - Statistical Software Manual. Versão 7.0. Volume 2.** (1992). Los Angeles: University Press of California & John Wiley & Sons. 678p.
- Bussab, W. O. e Morettin, P.A. (1987). **Estatística Básica - Métodos Quantitativos**. 4 ed. São Paulo: Atual. 321p.
- Chiann, C. (1993). **Análise de Variância em Séries Temporais**. São Paulo, 137p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Matemática e Estatística - USP.
- Diggle, P.J., Liang, K.Y., Zeger, S.L. (1994). **Analysis of Longitudinal Data**. Oxford, Clarendon (Oxford Statistical Science Series). 253p.
- Fisher, R.A. (1929). **Tests of significance in harmonic analysis**. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 130:54-59.
- Morettin, P.A. e Toloi, C.M.C. (1987). **Previsão em Séries Temporais**. São Paulo: Atual. 436p.

- Rocha, J.G.C. (1983). **Testes para Componentes Periódicas em Séries Temporais**. São Paulo. 114p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática - USP.
- **SAS 6.08[®] for Windows - The MIXED Procedure** (1992), 81p.
- Schwartz, G. (1978). **Estimating the Dimension of a Model**. Annals of Statistics, 6, 461-464.

• PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

- BMDP *New System for Windows* ®, v 1.1
- Excel v 5.0
- ITSM - Interactive Time Series Modelling v 3.0
- Minitab *for Windows* ®, v 10.2
- QuickBasic v 4.0
- S-PLUS *for Windows* ®, v 3.2
- The SAS System *for Windows* v 6.08
- Turbo C++ v 3.0
- Word *for Windows* v 6.0

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

- Análise Descritiva Unidimensional (03:010)
- Análise Espectral (11:010)
- Análise de Variância em Séries Temporais (08:990)
- Análise de Dados Longitudinais - Modelos com Efeitos Aleatórios (07:990)

ÁREA DE APLICAÇÃO

- Medicina Veterinária (14:990)

Índice

Resumo.....	08
1.Introdução.....	09
2.Descrição do estudo.....	10
3.Descrição das variáveis.....	10
4.Objetivos.....	11
5.Análise descritiva.....	12
6.Análise inferencial.....	21
Apêndice A - Estatísticas Descritivas das Variáveis por Produtor.....	38
Apêndice B - Histogramas da Variável Redutase.....	48
Apêndice C - Diagramas de Dispersão.....	55
Apêndice D - Séries das Variáveis Extrato Seco Total e Redutase.....	58
Apêndice E - Periodogramas das Séries de Extrato Seco Total.....	71

Apêndice F - Definições.....	78
Apêndice G - Saídas da Rotina “Lowess”	91
Apêndice H - Funções de Autocorrelação dos Resíduos dos Modelo 6.2 e 6.4 por Produtor.....	96
Apêndice I - Programas.....	109

Resumo

O experimento foi realizado com leite coletado de produtores da região de Araçatuba. Tem-se como objetivo verificar como determinadas características físico-químicas e microbiológicas afetam a qualidade do leite.

Foram medidas Temperatura, Densidade, Gordura, Acidez, Índice Crioscópico, Extrato Seco Total e Extrato Seco Desengordurado como características físico-químicas e a Redutase como microbiológica, ou seja, esta será a variável que indicará a qualidade do leite de consumo.

Por intermédio de uma Análise de Variância em Séries Temporais (Chiann, 1993), separamos os produtores como sendo deficientes ou satisfatórios, em relação ao seu desempenho, segundo a variável redutase.

Através de uma Análise de Dados Longitudinais - Modelos com Efeitos Aleatórios (Andreoni, 1989) verificou - se que as características físico-químicas que mais influenciam a qualidade do leite são Densidade, Gordura e Acidez, sendo que esta última influencia a Redutase de maneira diferente de acordo com o grupo proveniente (grupo dos produtores deficientes ou grupo dos produtores satisfatórios). Ademais, constatou-se que estas três variáveis influenciam de forma especial o quinto produtor do grupo deficiente.

1.Introdução:

Sob o ponto de vista regulamentar (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal), temos a seguinte definição de leite:

Art.475 - “Denomina-se leite, sem outra especificação, o produto normal, fresco, integral, oriundo da ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias.”

Art.476 - Considera-se leite normal, o produto que apresentar:

- 1- Caracteres normais;
- 2 - Teor de gordura mínimo de 3%;
- 3 - Acidez em graus Dornic entre 15 e 20;
- 4 - Densidade a 15°C entre 1.028 e 1.033;
- 5 - Lactose - mínimo de 4,3%;
- 6 - Extrato seco desengordurado - mínimo de 8,5%;
- 7 - Extrato seco total - mínimo de 11,5%;
- 8 - Índice crioscópico mínimo: -0,55°C;
- 9 - Índice refratométrico no soro cúprico a 20°C não inferior a 37°Zeiss.

Sob o ponto de vista químico temos a seguinte definição:

“Leite é uma mistura complexa, constituída de substâncias orgânicas e inorgânicas, dentre as quais encontram-se água, gordura, carboidrato, proteínas, sais minerais, vitaminas, certas enzimas e gases (ver Tabela 1.1)”

Tabela 1.1 - Composição química média do leite da vaca (%).

Água	87,5%
Gordura	3,5%
Lactose	4,7%
Proteínas	3,5%
Sais Minerais	0,8%

2. Descrição do Estudo

Diariamente, o leite dos produtores da Cooperativa Campesina é transportado por 17 caminhões não-refrigerados até a Usina de Beneficiamento. Cada caminhão perfaz uma *linha*, sendo cada uma composta de 20 a 30 produtores.

Através de um sorteio dirigido, cada uma das 17 linhas é sorteada 2 vezes ao mês, ocasiões nas quais o leite de cada um dos produtores da mesma é analisado.

Os dados foram obtidos de 17 produtores associados a 2 linhas diferentes (sendo 8 de uma linha e 9 de outra) e se referem ao período Jan/92-Dez/96, o que totaliza 120 observações para cada produtor, onde cada uma delas se refere à medida de seis variáveis, descritas a seguir.

3. Descrição das Variáveis

Foram medidas as seguintes variáveis no leite:

- Temperatura, medida em °C.
- Densidade, medida em g/cm³.
- Gordura, medida em %.
- Acidez, medida em °D.

- Índice Crioscópico : corresponde à temperatura de congelamento do leite, medida em °C.
- Redutase: corresponde ao tempo no qual 10 ml do leite de um determinado produtor a 37°C e homogeneizado por inversão descolorem 2 ml de azul de metileno que lhe são adicionados. Uma vez que esta variável mede o quanto o leite é próprio para consumo, ela será a variável resposta de nossa análise.

Foram deduzidas as seguintes variáveis:

- Extrato Seco Total : corresponde à gordura, à lactose, às proteínas e aos sais minerais do leite. Os valores desta variável, dimensionados em %, são obtidos de acordo com os valores das variáveis densidade e gordura.
- Extrato Seco Desengordurado: corresponde à lactose, às proteínas e aos sais minerais do leite. Os valores desta variável, dimensionados em %, são calculados subtraindo-se o valor da gordura do valor do extrato seco total.

4. Objetivos

O objetivo geral da análise é determinar a influência de alguns fatores nas características físico-químicas e microbiológicas responsáveis pela avaliação da qualidade do leite de consumo, tendo em vista orientar produtores para a otimização da qualidade do produto.

Além disso, quer-se verificar se podem ser estabelecidas algumas correlações como:

- Redutase e Acidez:

Na verdade, a Acidez é utilizada como uma medida indireta da Redutase, pois os microorganismos que se desenvolvem normalmente no leite utilizam o açúcar do meio e produzem ácido.

- Temperatura e Redutase:

Nesse caso, o objetivo é estabelecer a importância da temperatura ambiente no desenvolvimento microbiano após a obtenção do leite, a fim de diferenciar essa causa de aumento da carga microbiana de más condições higiênicas na sua obtenção.

- Acidez e Índice Crioscópico:

Na acidificação do leite, uma molécula de lactose (o açúcar do leite) é desdobrada em 4 de ácido láctico. Ocorre, por isso, um aumento no número de partículas dissolvidas, o que abaixa o Índice Crioscópico. Deseja-se então verificar se tal fenômeno químico conhecido é detectável pela metodologia empregada.

- Extrato Seco Total (EST) e Acidez:

A alteração na quantidade de água ingerida e a suplementação alimentar podem alterar o EST, e este, por sua vez, pode influenciar os níveis de Acidez.

Também quer-se verificar a influência da época do ano na variável extrato seco total (EST).

5. Análise Descritiva

Foram realizadas as seguintes análises:

- a) Análise descritiva das variáveis por produtor.
- b) Classificação dos produtores, através de suas séries de Redutase (vide Gráficos D.18 a D.34 do Apêndice D), como satisfatórios ou deficientes.
- c) Verificação descritiva de existência das correlações supracitadas.
- d) Verificação de periodicidades nas séries de EST (vide Gráficos D.1 a D.17 do Apêndice D).

5.1 Análise descritiva das variáveis por produtor

Analisando-se as tabelas descritivas das variáveis por produtor (Apêndice A), podemos observar que:

- Enquanto todas as demais variáveis, para todos os produtores, apresentam-se bastante concentradas em torno de suas médias, a variável redutase comporta-se de maneira ímpar, apresentando coeficientes de variação substancialmente maiores.
- Enquanto todas as demais variáveis apresentam comportamentos muito parecidos (analisando-se médias, medianas e desvios padrão) com relação aos dezessete produtores, a variável redutase apresenta resultados bastante diversificados conforme o produtor.

Para maiores detalhes sobre a forma como as medidas descritivas foram calculadas, vide Bussab e Morettin (1987).

5.2 Classificação dos produtores

Para a classificação dos produtores, utilizou-se o seguinte critério:

- Dado um produtor, se as observações relativas à redutase inferiores a 150 minutos constituírem menos de 20% dessa variável, então este produtor é classificado como satisfatório.

- Caso contrário, este produtor é classificado como deficiente.

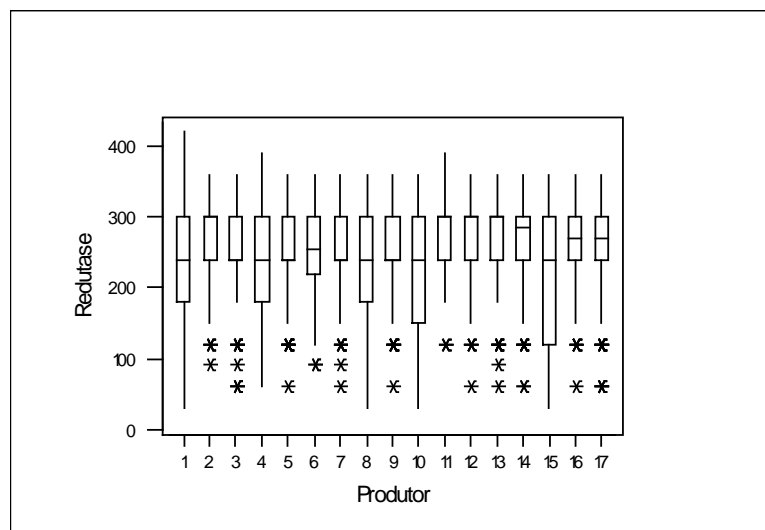
Utilizando-se este critério, dividiu-se os produtores em 2 grupos: o grupo de produtores satisfatórios (contendo 12 produtores) e o de produtores deficientes (contendo 5 produtores), ambos descritos a seguir.

Grupo de produtores satisfatórios: 2°,3°,5°,6°,7°,9°,11°,12°,13°,14°,16° e 17°

Grupo de produtores deficientes: 1°,4°,8°,10° e 15°.

Essa distinção entre os dois grupos se torna bem clara quando se observa o Gráfico 5.1.

Gráfico 5.1 - Boxplot da variável redutase.



Tal distinção também é facilmente observável ao se comparar os histogramas da variável redutase dos produtores desses 2 grupos (vide Gráficos B.1 a B.17 do Apêndice B).

É interessante notar que os tempos de Redutase dos produtores classificados como deficientes apresentaram, além de uma menor média, uma variação bem maior em relação aos demais produtores.

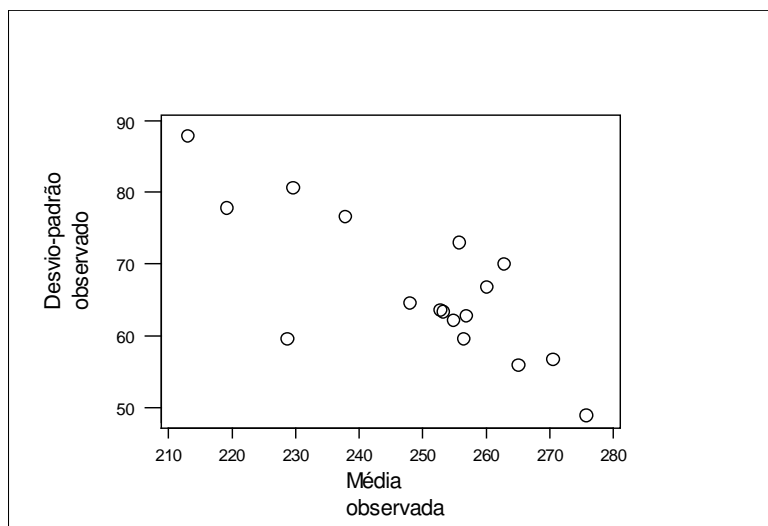
Tal fato, que já podia ser notado no Gráfico 5.1, aparece com mais clareza na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Estatísticas descritivas da variável redutase.

Variável	Produtor	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV%	Mínimo	Máximo
Redutase	1	120	228.50	240.00	78.77	34.47	30.00	420.00
	2	120	265.00	300.00	56.00	21.13	90.00	360.00
	3	120	252.75	240.00	63.75	25.22	60.00	360.00
	4	120	237.75	240.00	76.72	32.26	60.00	390.00
	5	120	253.25	240.00	63.53	25.08	60.00	360.00
	6	120	248.00	255.00	64.58	26.04	90.00	360.00
	7	120	256.75	240.00	62.81	24.46	60.00	360.00
	8	120	229.50	240.00	80.71	35.16	30.00	360.00
	9	120	254.75	240.00	62.35	24.47	60.00	360.00
	10	120	219.00	240.00	77.84	35.54	30.00	360.00
	11	120	275.75	300.00	49.09	17.80	120.00	390.00
	12	120	270.50	300.00	56.76	20.98	60.00	360.00
	13	120	260.00	300.00	66.84	25.71	60.00	360.00
	14	120	262.75	285.00	70.11	26.68	60.00	360.00
	15	120	212.75	240.00	87.83	41.28	30.00	360.00
	16	120	256.50	270.00	59.60	23.24	60.00	360.00
	17	120	255.75	270.00	73.07	28.57	60.00	360.00

O Gráfico 5.2 expõe bem a relação inversa entre tempo médio de Redutase e o desvio padrão.

Gráfico 5.2 - Gráfico de dispersão entre tempo médio de Redutase e seu respectivo desvio-padrão.



5.3 Análise descritiva das correlações

Inicialmente, construiu-se diagramas de dispersão entre os pares de variáveis de interesse do pesquisador tendo em vista procurar associações entre esses pares de variáveis (vide Gráficos C.1 a C.4 do Apêndice C).

Em nenhum dos gráficos de dispersão construídos pôde-se observar alguma tendência específica entre os pares de variáveis (quadrática, linear, etc.).

Tendo isso em vista, foram realizadas duas análises:

- Estimação da matriz de correlação linear entre os pares de variáveis para cada um dos 17 produtores.
- Estimação da matriz de correlação linear entre os pares de variáveis para cada um dos dois grupos de produtores.

5.3.1 Acidez e Redutase

Neste caso, verificou-se descritivamente a presença de correlação negativa entre essas duas variáveis, pois:

- Para todos os produtores, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (entre 0.1 e 0.5 em módulo) (Tabela 5.2).
- Para os dois grupos, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (Tabela 5.3).

Tabela 5.2 - Correlação amostral (r) entre Acidez e Redutase por produtor.

Produtor	1	2	3	4	5	6	7	8
r	-0.393	-0.191	-0.132	-0.206	-0.312	-0.490	-0.307	-0.322

9	10	11	12	13	14	15	16	17
-0.176	-0.424	-0.122	-0.270	-0.367	-0.240	-0.374	-0.231	-0.357

Tabela 5.3 - Correlação amostral (r) entre Acidez e Redutase por grupo.

Grupo	Satisfatório	Deficiente
r	-0.286	-0.335

5.3.2 Temperatura e Redutase

Neste caso, verificou-se descritivamente a presença de correlação negativa, embora fraca, entre essas duas variáveis, pois:

- Para todos os produtores, à exceção do 15°, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (Tabela 5.4).

- Para os dois grupos, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (Tabela 5.5).

Tabela 5.4 - Correlação amostral (r) entre Temperatura e Redutase por produtor.

Produtor	1	2	3	4	5	6	7	8
r	-0.249	-0.277	-0.076	-0.120	-0.057	-0.071	-0.074	-0.000

9	10	11	12	13	14	15	16	17
-0.025	-0.213	-0.052	-0.078	-0.073	-0.116	0.194	-0.077	-0.131

Tabela 5.5 - Correlação amostral (r) entre Temperatura e Redutase por grupo.

Grupo	Satisfatório	Deficiente
r	-0.084	-0.054

5.3.3 Acidez e Índice Crioscópico

Neste caso, verificou-se descritivamente a presença de correlação negativa entre essas duas variáveis, pois:

- Para todos os produtores, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (Tabela 5.6).

- Para os dois grupos, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se negativa (Tabela 5.7).

Tabela 5.6 - Correlação amostral (r) entre Acidez e Índice Crioscópico por produtor.

Produtor	1	2	3	4	5	6	7	8
r	-0.075	-0.502	-0.570	-0.366	-0.401	-0.433	-0.366	-0.198

9	10	11	12	13	14	15	16	17
-0.324	-0.467	-0.288	-0.211	-0.314	-0.180	-0.285	-0.251	-0.278

Tabela 5.7 - Correlação amostral (r) entre Acidez e Índice Crioscópico por grupo.

Grupo	Satisfatório	Deficiente
r	-0.366	-0.182

5.3.4 Extrato Seco Total (EST) e Acidez

Neste caso, a análise descritiva da correlação entre essas duas variáveis se torna mais complicada, pois as correlações amostrais por produtor, embora sejam em geral próximas de zero, variam de sinal de produtor para produtor, de forma que se torna difícil sugerir um padrão (Tabela 5.8).

Para os dois grupos, a correlação amostral entre estas variáveis mostrou-se positiva (Tabela 5.9).

Tabela 5.8 - Correlação amostral (r) entre EST e Acidez por produtor.

Produtor	1	2	3	4	5	6	7	8
r	-0.014	0.237	0.061	0.099	-0.082	-0.031	0.097	0.100

9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.202	0.064	0.116	0.206	-0.123	0.130	0.177	-0.004	-0.164

Tabela 5.9 - Correlação amostral (r) entre EST e Acidez por grupo.

Grupo	Satisfatório	Deficiente
r	0.073	0.063

5.4 Verificação de Periodicidades nas séries de EST.

O estudo dessas periodicidades advém da necessidade de se analisar a possível influência da época do ano na variável EST, conforme consta dos objetivos desta análise. Para tal construiu-se, para cada produtor, o periodograma (vide Seção F.3 do Apêndice F) da série de EST (vide Gráficos E.1 a E.17 do Apêndice E) seguida da aplicação do Teste de Fisher para Periodicidades (vide Seção F.4 do Apêndice F).

Os resultados desta análise estão expostos na tabela a seguir:

Tabela 5.10 - Periodicidades (em meses) das Séries de EST por produtor.

Produtor	1	2	3	4	5	6	7	8
Periodicidade	12	12	12	12	12	12	12	12
p	0.0146	0.0186	0.0001	0.0011	0.0007	0.0170	0.0059	0.0019

9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.2	12	12	12	12	12	20	20	12
0.7430	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0228	0.3522	0.3784

p: nível descritivo

Analisando a Tabela 5.10, um fato que chama bastante a atenção é o de que, dentre as 17 séries analisadas, 14 delas apresentaram periodicidade principal de 12 meses, isto é, anual. Este fato sugere fortemente que há influência da época do ano na variável EST.

Além disso observa-se que 13 das 14 séries supracitadas apresentaram nível descritivo inferior a 2%, o que torna suas periodicidades bastante consistentes sob o ponto de vista estatístico.

A partir disso, pode-se concluir que há substancial influência da época do ano na variável EST.

6. Análise Inferencial

Nesta seção foram utilizadas as seguintes técnicas:

- Análise de Variância em Séries Temporais utilizando Transformada de Fourier (Chiann, 1993), considerando-se dois modelos:

- Modelo com sinal comum (vide seção F.5.2 do Apêndice F);
- Modelo com um fator fixo (vide seção F.5.3 do Apêndice F).

- Modelos com efeitos aleatórios (vide seção F.6 do Apêndice F), considerando-se as seguintes opções:

- Modelo com erros independentes sem efeito aleatório;
- Modelo com estrutura de correlação AR(1) nos erros sem efeito aleatório;
- Modelo com erros independentes e Densidade como efeito aleatório;
- Modelo com erros independentes e Gordura como efeito aleatório;
- Modelo com erros independentes e Acidez como efeito aleatório;
- Modelo com erros independentes e Densidade, Gordura e Acidez como efeitos aleatórios;

6.1 Modelo com Sinal Comum

Na análise descritiva, separou-se os 17 produtores em dois grupos, segundo a variável redutase:

Grupo dos produtores deficientes contendo 5 produtores (mais de 20% dos valores de Redutase abaixo de 150 minutos);

Grupo dos produtores satisfatórios contendo 12 produtores (menos de 20% dos valores de Redutase abaixo de 150 minutos).

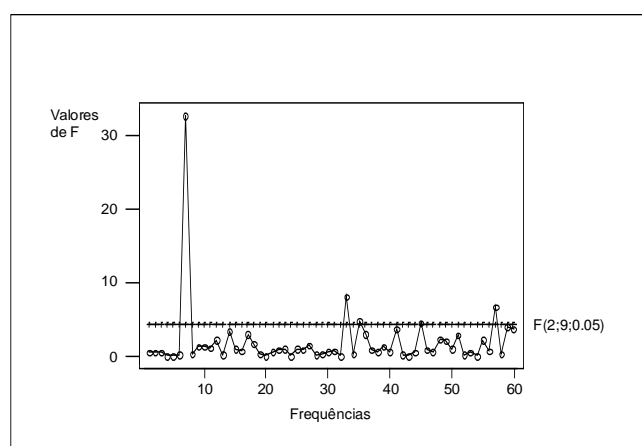
Considerando-se este modelo, será testada a existência de um sinal comum dentro de cada grupo, ou seja, se verificará se realmente faz sentido dividir estes produtores em deficientes e satisfatórios; e além disso, a partir desta análise, pode-se verificar se existem similaridades dentro de cada grupo de produtores.

6.1.1 Análise para o grupo de produtores deficientes

Nesta análise, será testada a existência de sinais comuns para as 5 séries de Redutase dos produtores classificados como deficientes.

Os resultados das estatísticas (vide seção F.5.2 do Apêndice F) utilizadas no teste estão apresentadas no Gráfico 6.1, abaixo:

GRÁFICO 6.1 Estatísticas para verificação de existência de sinal comum nas séries de Redutase do grupo de produtores deficientes.



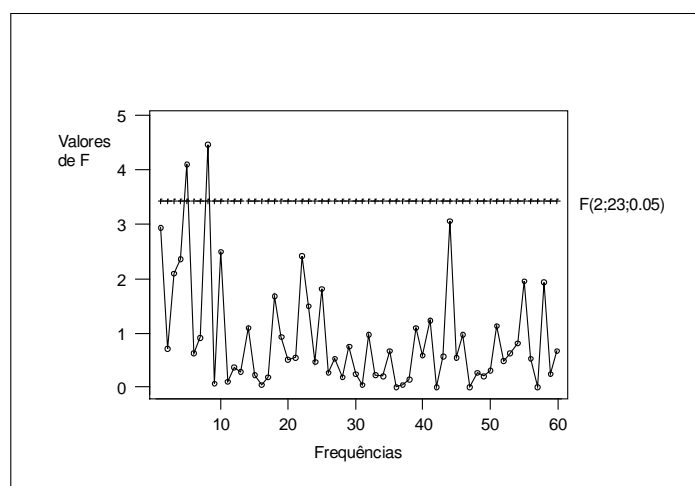
Nota-se que, a um nível de significância de 5%, existe sinal comum para o grupo de produtores deficientes na frequência referente ao índice 7 ($\lambda_7 = 0.3665$), que equivale a uma periodicidade comum no grupo de 17 quinzenas e outras nas frequências referentes aos índices 33, 35, 45 e 57 ($\lambda_{33} = 1.7278$, $\lambda_{35} = 1,8325$, $\lambda_{45} = 2.3562$, $\lambda_{57} = 2.9845$), as quais indicam a presença de ruídos comuns nas séries de Redutase do grupo de produtores deficientes.

Para esta análise foi utilizado um programa em Quick -Basic v 4.0 (vide seção I.1 do Apêndice I).

6.1.2 Análise para o grupo de produtores satisfatórios

Nesta análise será testada a existência de sinais comuns para as 12 séries de Redutase dos produtores classificados como satisfatórios. Os resultados das estatísticas (vide seção F.5.2 do Apêndice F) utilizadas no teste estão apresentadas no Gráfico 6.2, abaixo:

GRÁFICO 6.2 Estatísticas para a verificação de existência de sinal comum nas séries de Redutase do grupo de produtores satisfatórios.



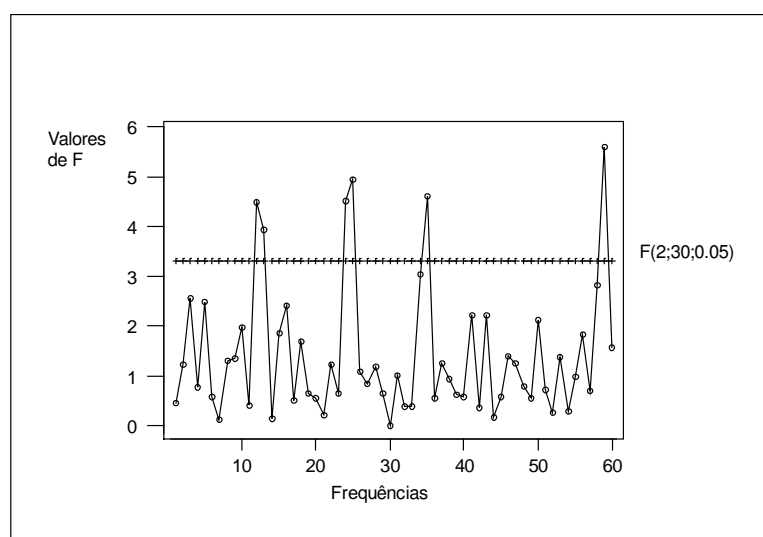
Verificou-se, através do teste do sinal comum, que existem duas frequências significativas, a um nível de significância de 5%, referentes aos índices 5 ($\lambda_5 = 0.2618$) e 8 ($\lambda_8 = 0.4189$), que indicam periodicidades de 24 e 15 quinzenas, respectivamente, nas séries de Redutase do grupo de produtores satisfatórios.

Para esta abordagem inferencial foi utilizado um programa em Quick - Basic v 4.0 (vide seção I.1 do Apêndice I).

6.2 Modelo com um fator fixo

Considerando o modelo com um fator fixo (Redutase), testaremos a existência de diferenças entre os dois grupos de produtores. Os resultados das estatísticas (vide seção F.5.3 do Apêndice F) utilizadas no teste estão apresentadas no Gráfico 6.3.

GRÁFICO 6.3 Estatísticas para a verificação de existência de diferenças entre os grupos de produtores.



Para um nível de significância de 5%, percebe-se que existem diferenças entre os grupos de produtores, referentes aos índices 12 e 13 ($\lambda_{12} = 0.6283$ e $\lambda_{13} = 0.6807$), que indicam uma periodicidade de 10 e 9 quinzenas, respectivamente, e outras relativas aos índices 24, 25, 35 e 59 ($\lambda_{24} = 1.2566$, $\lambda_{25} = 1.3090$, $\lambda_{35} = 1.8325$ e $\lambda_{59} =$

3.0892), que são indicativos de ruídos diferentes nas séries de Redutase dos dois grupos.

Para esta abordagem inferencial foi utilizado um programa em linguagem C (vide seção I.2 do Apêndice I).

6.3 Modelos com efeitos aleatórios

Neste tópico da análise, tentar-se-á ajustar modelos (vide seção F.6 do Apêndice) que expliquem a variável dependente (redutase), ou seja, verificar-se-á quais variáveis independentes (temperatura, densidade, gordura, extrato seco total, extrato seco desengordurado, acidez, índice crioscópico) influenciam a Redutase. Além disso, procurar-se-á analisar a influência de cada variável nos respectivos grupos e verificar-se-á, também, a influência das mesmas nos produtores de cada grupo (deficientes e satisfatórios).

Antes de tais modelos serem escritos, vale ressaltar que, a priori, retirou-se a variável extrato seco desengordurado (ESD) da análise uma vez que esta variável apresenta forte correlação linear com as variáveis extrato seco total (EST), gordura e densidade.

Outrossim, foram retiradas do modelo as variáveis extrato seco total, índice crioscópico e temperatura, pois não apresentaram contribuição significativa para a explicação da variável resposta (redutase). A utilização de um intercepto também não se mostrou significativa (para o grupo dos produtores deficientes $p = 0.1590$ e para o grupo dos produtores satisfatórios $p = 0.4055$).

Na análise que se segue, consideraremos a seguinte notação:

Y_{ijt} = variável redutase,

D_{ijt} = variável densidade,

G_{ijt} = variável gordura,

A_{ijt} = variável acidez,

medidas no j -ésimo indivíduo do i -ésimo grupo, no instante t .

O grupo 1 refere-se a produtores deficientes e o grupo 2 a produtores satisfatórios.

6.3.1 Ajuste do Modelo com Erros Independentes e sem Efeitos Aleatórios

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt}, \quad (6.1)$$

$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i$ ($n_1 = 5$ e $n_2 = 12$); $t = 1, \dots, 120$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo, no instante t.

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

TABELA 6.1 Resultados inferenciais do ajuste do modelo (6.1).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística T	p
1	densidade	703.640	67.800	10.38	0.000
	gordura	18.291	6.917	2.64	0.008
	acidez	-33.643	3.815	-8.82	0.000
2	densidade	604.460	37.158	16.27	0.000
	gordura	9.409	3.507	2.68	0.007
	acidez	-23.784	2.114	-11.25	0.000

p: nível descritivo

A Tabela 6.1 mostra que as variáveis, para ambos os grupos de produtores, foram significantes para explicar a variabilidade da Redutase ($p < 0.009$).

Para os dois grupos, pode-se dizer que a Densidade é a variável independente que mais contribui para a explicação, dado que as outras variáveis independentes já estão no modelo. Isto decorre do fato da variável em questão apresentar o maior valor, em módulo, da estatística t para cada grupo.

6.3.2 Ajuste do Modelo com Estrutura de Dependência AR(1) nos erros e sem efeitos aleatórios

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt} + \hat{R}_{ijt}, \quad (6.2)$$

$$\hat{R}_{ijt} = \hat{\phi}_i \cdot \hat{R}_{ij,t-1},$$

$$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i \quad (n_1 = 5 \text{ e } n_2 = 12); t = 1, \dots, 120$$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j -ésimo produtor do i -ésimo grupo, no instante t .

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i -ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i -ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i -ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\phi}_i$ = autocorrelação residual estimada de ordem 1, para o i -ésimo grupo de produtores.

\hat{R}_{ijt} = resíduo estimado para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo, no instante t.

TABELA 6.2 Resultados Inferenciais do ajuste do modelo (6.2).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística T	p
1	densidade	694.534	70.166	9.90	0.000
	gordura	12.986	7.392	1.76	0.079
	acidez	-31.869	3.901	-8.17	0.000
2	densidade	611.173	38.306	15.95	0.000
	gordura	8.369	3.674	2.28	0.023
	acidez	-23.964	2.179	-11.00	0.000

A Tabela 6.2 mostra que as três variáveis, para os dois grupos de produtores, foram significantes ao nível de significância de 8% para explicação da variabilidade da Redutase ($p < 0.079$).

A comparação entre as Tabelas 6.2 e 6.1 faz perceber que a introdução de uma estrutura de correlação AR(1) para os resíduos melhorou a estimação dos parâmetros, principalmente para o grupo dos produtores deficientes.

Isto também pode ser verificado a partir das estimativas dos parâmetros auto-regressivos de ordem 1 para cada grupo de produtores, contidos na Tabela 6.3 ($p < 0.0001$).

TABELA 6.3 Resultados dos testes para a existência de parâmetros auto-regressivos nos erros para os grupos de produtores.

Grupo	Parâmetro auto- regressivo	Estimativa a	Erro Padrão	Estatística Z	P
1	ϕ_1	0.215	0.041	5.25	0.000
2	ϕ_2	0.166	0.026	6.32	0.000

6.3.3 Ajuste do Modelo com Erros Independentes e Densidade como efeito aleatório

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt} + \hat{\gamma}_{ij} \cdot I\{i = 1, j = 5\} \cdot D_{ijt}, \quad (6.3)$$

$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i$ ($n_1 = 5$ e $n_2 = 12$); $t = 1, \dots, 120$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo, no instante t.

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\gamma}_{ij}$ = variação esperada na Redutase dada pela inclusão do efeito aleatório da Densidade no j-ésimo produtor do i-ésimo grupo.

Observação: $I\{A\}$ é a função indicadora de ocorrência do evento A $\begin{cases} 1, & \text{se A ocorrer} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$.

TABELA 6.4 Resultados Inferenciais do ajuste do modelo (6.3).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística T	p
1	densidade	718.286	67.941	10.57	0.000
	gordura	17.252	7.026	2.46	0.014
	acidez	-34.289	3.827	-8.96	0.000
2	densidade	604.460	37.159	16.27	0.000
	gordura	9.409	3.507	2.68	0.007
	acidez	-23.784	2.114	-11.25	0.000

A Tabela 6.4 mostra que todas as variáveis, para ambos os grupos de produtores, foram significantes para a explicação da variabilidade da Redutase ($p < 0.015$).

A inclusão do efeito aleatório relativo à Densidade foi significativa ao nível de significância de 10% apenas para o quinto produtor do grupo dos deficientes. Para ele, foi obtida a estimativa $\hat{\gamma}_{15} = -9.217$ com respectivo erro-padrão igual a 5.613 e $p = 0.100$.

6.3.4 Ajuste do Modelo com Erros Independentes e Gordura como efeito aleatório

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt} + \hat{\gamma}_{ij} \cdot I\{i = 1, j = 5\} \cdot G_{ijt}, \quad (6.4)$$

$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i$ ($n_1 = 5$ e $n_2 = 12$); $t = 1, \dots, 120$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo, no instante t.

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\gamma}_{ij}$ = variação esperada na Redutase dada pela inclusão do efeito aleatório da Gordura do j-ésimo produtor do i-ésimo grupo.

TABELA 6.5 Resultados Inferenciais do ajuste do modelo (6.4).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística T	p
1	densidade	721.015	67.818	10.63	0.000
	gordura	16.517	7.122	2.32	0.021
	acidez	-34.287	3.825	-8.96	0.000
2	densidade	604.460	37.181	16.26	0.000
	gordura	9.409	3.509	2.68	0.007
	acidez	-23.784	2.115	-11.25	0.000

A Tabela 6.5 mostra que todas as variáveis, para ambos os grupos de produtores, foram significantes para a explicação da variabilidade da Redutase ($p < 0.022$).

A inclusão do efeito aleatório relativo à Gordura foi significativa ao nível de significância de 7% apenas para o quinto produtor do grupo dos deficientes. Para ele, foi obtida a estimativa $\hat{\gamma}_{15} = -3.005$ com respectivo erro-padrão igual a 1.601 e $p = 0.061$.

6.3.5 Ajuste do Modelo com Erros Independentes e Acidez como efeito aleatório

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt} + \hat{\gamma}_{ij} I \{i = 1, j = 5\} \cdot A_{ijt}, \quad (6.5)$$

$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i$ ($n_1 = 5$ e $n_2 = 12$); $t = 1, \dots, 120$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo, no instante t.

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\gamma}_{ij}$ = variação esperada na Redutase dada pela inclusão do efeito aleatório da Acidez do j-ésimo produtor do i-ésimo grupo.

TABELA 6.6 Resultados inferenciais do ajuste do modelo (6.5).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística	p
				T	
1	densidade	719.685	67.864	10.60	0.000
	gordura	17.149	7.028	2.44	0.015
	acidez	-34.351	3.834	-8.96	0.000
2	densidade	604.460	37.176	16.26	0.000
	gordura	9.409	3.508	2.68	0.007
	acidez	-23.784	2.114	-11.25	0.000

A Tabela 6.6 mostra que todas as variáveis, para ambos os grupos de produtores, foram significantes para a explicação da variabilidade da Redutase ($p < 0.016$).

A inclusão do efeito aleatório relativo à Acidez foi significativa ao nível de significância de 10% apenas para o quinto produtor do grupo dos deficientes. Para ele, foi obtida a estimativa $\hat{\gamma}_{15} = -0.597$ com respectivo erro-padrão igual a 0.352 e $p = 0.09$.

6.3.6 Ajuste do Modelo com Erros Independentes e Densidade, Gordura e Acidez como efeitos aleatórios

O modelo ajustado foi:

$$\hat{y}_{ijt} = \hat{\beta}_{1i} \cdot D_{ijt} + \hat{\beta}_{2i} \cdot G_{ijt} + \hat{\beta}_{3i} \cdot A_{ijt} + \hat{\gamma}_{ij} \cdot I\{i = 1, j = 5\} \cdot G_{ijt}, \quad (6.6)$$

$i = 1, 2; j = 1, \dots, n_i$ ($n_1 = 5$ e $n_2 = 12$); $t = 1, \dots, 120$

onde :

\hat{y}_{ijt} = valor ajustado de Redutase para o j-ésimo produtor do i-ésimo grupo no instante t.

$\hat{\beta}_{1i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Densidade em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{2i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Gordura em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\beta}_{3i}$ = variação média na Redutase para o i-ésimo grupo quando aumenta-se a Acidez em uma unidade, mantendo-se fixas as outras variáveis independentes.

$\hat{\gamma}_{ij}$ = variação esperada na Redutase dada pela inclusão do efeito aleatório da Gordura do j-ésimo produtor do i-ésimo grupo.

TABELA 6.7 Resultados inferenciais do ajuste do modelo (6.6).

Grupo	Variáveis	Estimativas	Erros Padrão	Estatística T	p
1	densidade	720.955	67.845	10.63	0.000
	gordura	16.523	7.123	2.32	0.021
	acidez	-34.285	3.827	-8.96	0.000
2	densidade	604.460	37.172	16.26	0.000
	gordura	9.409	3.508	2.68	0.007
	acidez	-23.784	2.114	-11.25	0.000

A Tabela 6.7 mostra que todas as variáveis, para ambos os grupos de produtores, foram significantes para a explicação da variabilidade da Redutase ($p < 0.022$).

Para a análise com as três variáveis como efeitos aleatórios, verificou-se que apenas a Gordura foi significativa ao nível de significância de 7% para o quinto produtor do grupo dos deficientes. Neste caso, foi obtida a estimativa $\hat{\gamma}_{15} = -2.995$ com respectivo erro-padrão igual a 1.597 e $p = 0.061$.

7. Conclusões

Com relação à análise descritiva das correlações, auxiliados pelas saídas da rotina “Lowess” do S-Plus (vide Gráficos G.1 a G.8 do Apêndice G) e pelo conhecimento técnico do pesquisador, podem ser tiradas algumas conclusões:

- Fixadas as demais variáveis, quanto maior a acidez do leite, menor será o seu tempo esperado de Redutase.

Isto acontece porque os microorganismos presentes no leite provocam, em seu metabolismo, reações químicas que aumentam a acidez do leite, sendo ela mesma um possível indicador da carga microbiana do mesmo.

- Tanto para o grupo de produtores satisfatórios quanto para o grupo de produtores deficientes, parece haver uma “temperatura de corte”, a partir da qual a tendência da Redutase, a partir de um aumento de temperatura, fixadas as demais variáveis, passa de decrescente para crescente.

Tal fato já era esperado pois, a exemplo de todo ser vivo, os micróbios existentes no leite possuem temperaturas máximas de metabolismo, a partir das quais o meio começa a se tornar hostil para os mesmos. Para os dois grupos de produtores a “temperatura de corte” se apresenta situada entre 25 e 30^o C.

- Apesar de bem sutil, pode-se notar uma tendência decrescente do Índice Crioscópico quando, fixadas as demais variáveis, se aumenta a acidez do leite.

Conforme explicado na Seção 4, existe um fenômeno químico que explica tal relação e, sendo assim, tal resultado pode ser considerado como esperado.

- Não se encontrou nenhuma associação entre Extrato Seco Total e Acidez.

Analisando-se os resultados da Tabela 5.10, pode-se concluir que a variável extrato seco total possui periodicidade anual, sendo que seus valores tendem a aumentar na época de inverno pois, nesta época (de seca), o gado ingere pouca água e recebe complementação alimentar.

Analisando-se os Gráficos 6.1 a 6.3 da Seção 6, pode-se concluir que, da forma como foi feita, a separação dos produtores em grupos com relação ao desempenho da variável redutase fez sentido, pois, ao nível de significância de 5%, além de terem sido encontradas diferenças entre as séries de redutase para os dois grupos de produtores, foram encontrados sinais comuns para as séries de Redutase dentro de cada grupo.

Dentre os seis modelos analisados na seção 6.3, optou-se pela escolha de dois deles:

1- O modelo (6.2), pois, além de explicar bem a variável redutase, possui uma função de autocorrelação residual (vide Gráficos H.1 a H.17 do Apêndice H) melhor que a dos demais.

2- O modelo (6.4) possibilita a constatação de um efeito aleatório da variável gordura para o quinto produtor do grupo deficiente. Além disso, quando se ajustou o modelo (6.6), a variável gordura foi a única que apresentou efeito aleatório significativo ($p < 0.061$). Para o modelo 6.4, apresentamos as funções de autocorrelação residual no Apêndice H, Gráficos H.18 a H.34.

Para o modelo (6.2), foram testadas as seguintes hipóteses:

- $H_{01}: \beta_{11} = \beta_{12}$ vs $H_{a1}: \beta_{11} \neq \beta_{12}$
- $H_{02}: \beta_{21} = \beta_{22}$ vs $H_{a2}: \beta_{21} \neq \beta_{22}$
- $H_{03}: \beta_{31} = \beta_{32}$ vs $H_{a3}: \beta_{31} \neq \beta_{32}$

TABELA 7.1 Níveis descritivos dos testes das hipóteses nulas para o modelo (6.2).

Hipótese Nula	Estatística Z	p
H_{01}	1.043	0.297
H_{02}	0.559	0.576
H_{03}	-1.769	0.076

Pela Tabela 7.1, pode-se concluir que, ao nível de significância de 8%, apenas a variável acidez influencia a variável redutase de forma diferente em cada um dos grupos de produtores.

Para o modelo (6.4), foram testadas as seguintes hipóteses:

- $H_{01}: \beta_{11} = \beta_{12}$ vs $H_{a1}: \beta_{11} \neq \beta_{12}$
- $H_{02}: \beta_{21} = \beta_{22}$ vs $H_{a2}: \beta_{21} \neq \beta_{22}$
- $H_{03}: \beta_{31} = \beta_{32}$ vs $H_{a3}: \beta_{31} \neq \beta_{32}$

TABELA 7.2 Níveis descritivos dos testes das hipóteses nulas para o modelo (6.4).

Hipótese Nula	Estatística Z	p
H_{01}	1.507	0.132
H_{02}	1.147	0.251
H_{03}	-2.403	0.016

Pela Tabela 7.2, pode-se concluir que, ao nível de significância de 2%, apenas a variável acidez influencia a variável redutase de forma diferente em cada um dos grupos de produtores.

Deve-se reiterar que, ao nível de significância de 10%, as variáveis densidade, gordura e acidez influenciam a variável redutase, e de forma especial (efeito aleatório) o caso específico do quinto produtor do grupo dos deficientes.

APÊNDICE A

Estatísticas Descritivas das Variáveis por Produtor

Legenda:

N - Número de observações;

CV(%) - Coeficiente de variação em porcentagem;

EST - Extrato Seco Total;

ESD - Extrato Seco Desengordurado;

Índice C. - Índice Crioscópico

Tabela A.1 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 1.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	24.3750	24.5000	2.49100	10.22	18.0000	31.000
Densidade	120	1.0305	1.0306	0.00100	0.10	1.0282	1.033
Gordura	120	4.0500	4.0000	0.41420	10.23	3.2000	5.100
EST	120	12.7390	12.7500	0.42600	3.34	11.5600	13.820
ESD	120	8.6885	8.6950	0.24140	2.78	8.0600	9.270
Acidez	120	16.9420	17.0000	0.81300	4.80	15.0000	20.000
Índice C.	120	-0.5364	-0.5420	0.03684	6.87	-0.5620	-0.346
Redutase	120	228.5000	240.0000	78.77000	34.47	30.0000	420.000

Tabela A.2 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 2.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	25.8670	26.0000	2.2230	8.59	18.000	31.000
Densidade	120	1.0310	1.0308	0.0011	0.11	1.028	1.033
Gordura	120	3.8825	3.8000	0.5020	12.93	2.800	5.100
EST	120	12.6440	12.6000	0.5450	4.31	11.340	14.030
ESD	120	8.7615	8.8100	0.2892	3.30	7.460	9.510
Acidez	120	16.6750	17.0000	0.8620	5.17	14.000	19.000
Índice C.	120	-0.5410	-0.5400	0.0062	1.15	-0.562	-0.527
Redutase	120	265.0000	300.0000	56.0000	21.13	90.000	360.000

Tabela A.3 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 3.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	25.7830	26.0000	2.3410	9.08	17.0000	31.000
Densidade	120	1.0310	1.0309	0.0010	0.10	1.0279	1.033
Gordura	120	3.9467	3.8000	0.5321	13.48	2.9000	5.600
EST	120	12.7440	12.6400	0.5850	4.59	11.6700	14.780
ESD	120	8.7961	8.7650	0.2235	2.54	8.0300	9.360
Acidez	120	16.9080	17.0000	0.7560	4.47	14.0000	19.000
Índice C.	120	-0.5405	-0.5400	0.0065	1.20	-0.5660	-0.525
Redutase	120	252.7500	240.0000	63.7500	25.22	60.0000	360.000

Tabela A.4 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 4.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	25.6080	26.0000	2.1470	8.38	17.000	31.000
Densidade	120	1.0304	1.0303	0.0011	0.11	1.028	1.033
Gordura	120	4.1050	4.0000	0.4899	11.93	3.000	5.300
EST	120	12.7770	12.7500	0.5330	4.17	11.010	14.320
ESD	120	8.6743	8.6600	0.2493	2.87	8.010	9.350
Acidez	120	17.0250	17.0000	0.8250	4.85	13.000	19.000
Índice C.	120	-0.5417	-0.5400	0.0071	1.31	-0.565	-0.526
Redutase	120	237.7500	240.0000	76.7200	32.27	60.000	390.000

Tabela A.5 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 5.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.0750	26.0000	2.0910	8.02	19.000	32.000
Densidade	120	1.0307	1.0306	0.0010	0.10	1.029	1.033
Gordura	120	3.9067	3.9000	0.4531	11.60	2.600	5.100
EST	120	12.6000	12.6000	0.5000	3.97	11.500	13.920
ESD	128	8.6806	8.6600	0.3353	3.86	6.750	9.200
Acidez	120	16.8580	17.0000	0.8330	4.94	14.000	19.000
Índice C.	120	-0.5410	-0.5400	0.0083	1.54	-0.572	-0.520
Redutase	120	253.2500	240.0000	63.5300	25.09	60.000	360.000

Tabela A.6 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 6.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.4500	26.000	2.2070	8.34	19.0000	32.000
Densidade	120	1.0311	1.031	0.0010	0.10	1.0288	1.034
Gordura	120	3.8092	3.800	0.3512	9.22	3.0000	5.000
EST	120	12.5920	12.555	0.4240	3.37	11.7900	14.230
ESD	120	8.7833	8.760	0.2573	2.93	7.8100	9.680
Acidez	120	17.0330	17.000	0.8290	4.87	16.0000	19.000
Índice C.	120	-0.5449	-0.542	0.0107	1.96	-0.6130	-0.530
Redutase	120	248.0000	255.000	64.5800	26.04	90.0000	360.000

Tabela A.7 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 7.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.2250	26.0000	2.1750	8.29	19.0000	32.0000
Densidade	120	1.0313	1.0314	0.0011	0.11	1.0273	1.0365
Gordura	120	3.8949	3.8000	0.4351	11.17	3.0000	5.1000
EST	120	12.7390	12.6750	0.5080	3.99	11.8000	14.2300
ESD	120	8.8660	8.8600	0.2579	2.91	7.9100	9.8700
Acidez	120	16.9420	17.0000	0.8130	4.80	15.0000	19.0000
Índice C.	120	-0.5426	-0.5410	0.0088	1.63	-0.5720	-0.5060
Redutase	120	256.7500	240.0000	62.8100	24.46	60.0000	360.0000

Tabela A.8 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 8.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.0670	26.0000	2.2590	8.67	18.0000	31.000
Densidade	120	1.0308	1.0308	0.0011	0.11	1.0277	1.033
Gordura	120	3.9808	3.9000	0.4622	11.61	3.0000	5.500
EST	120	12.7340	12.6600	0.4750	3.73	11.5100	14.010
ESD	120	8.7446	8.7450	0.2410	2.76	8.1500	9.300
Acidez	120	16.9750	17.0000	0.8350	4.92	16.0000	20.000
Índice C.	120	-0.5418	-0.5400	0.0117	2.16	-0.6350	-0.488
Redutase	120	229.5000	240.0000	80.7100	35.17	30.0000	360.000

Tabela A.9 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 9.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.4000	26.0000	2.3780	9.01	19.0000	32.000
Densidade	120	1.0312	1.0311	0.0012	0.12	1.0286	1.035
Gordura	120	3.8275	3.8361	0.3846	10.05	2.8000	4.600
EST	120	12.6460	12.6710	0.4300	3.40	10.9900	13.580
ESD	120	8.8258	8.8157	0.2657	3.01	8.1900	9.730
Acidez	120	17.0750	17.0830	0.7690	4.50	16.0000	18.000
Índice C.	120	-0.5426	-0.5434	0.0132	2.42	-0.5650	-0.423

Redutase	120	254.7500	256.9400	62.3500	24.44	60.0000	360.000
----------	-----	----------	----------	---------	-------	---------	---------

Tabela A.10 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 10.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	25.9250	26.000	2.2830	8.80	18.000	32.000
Densidade	120	1.0312	1.031	0.0009	0.09	1.029	1.034
Gordura	120	3.7803	3.700	0.4041	10.69	2.700	5.000
EST	120	12.596	12.550	0.4430	3.52	11.440	13.950
ESD	120	8.8168	8.835	0.2083	2.36	8.100	9.250
Acidez	120	17.2500	17.000	0.8330	4.83	16.000	19.000
Índice C.	120	-0.5477	-0.546	0.0092	1.68	-0.580	-0.531
Redutase	120	219.0000	240.000	77.8400	35.54	30.000	360.000

Tabela A.11 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 11.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.4330	26.0000	2.2850	8.64	18.000	31.000
Densidade	120	1.0307	1.0306	0.0010	0.10	1.028	1.034
Gordura	120	3.8050	3.8000	0.4706	12.37	2.900	5.700
EST	120	12.4830	12.4600	0.4650	3.73	11.440	14.200
ESD	120	8.6748	8.6694	0.1914	2.21	8.170	9.230
Acidez	120	16.5500	16.5280	0.6590	3.98	15.000	18.000

Índice C.	120	-0.5379	-0.5380	0.0069	1.29	-0.567	-0.523
Redutase	120	275.7500	300.0000	49.0900	17.80	120.000	390.000

Tabela A.12 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 12.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	27.0080	27.0000	2.2360	8.28	20.000	31.000
Densidade	120	1.0308	1.0308	0.0009	0.09	1.027	1.033
Gordura	120	3.8208	3.8000	0.3723	9.74	3.000	4.900
EST	120	12.5160	12.5150	0.4820	3.85	11.110	13.830
ESD	120	8.7106	8.7000	0.2171	2.49	8.090	9.330
Acidez	120	16.6250	17.0000	0.5810	3.49	15.000	18.000
Índice C.	120	-0.5358	-0.5370	0.0063	1.17	-0.553	-0.516
Redutase	120	270.5000	300.0000	56.7600	20.98	60.000	360.000

Tabela A.13 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 13.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.9580	27.000	2.1670	8.04	20.000	31.000
Densidade	120	1.0312	1.031	0.0010	0.10	1.027	1.034
Gordura	120	3.8950	3.900	0.4340	11.15	3.000	5.600
EST	120	12.7200	12.710	0.4790	3.77	11.630	14.580
ESD	120	8.8263	8.810	0.2330	2.64	7.970	9.390

Acidez	120	16.8500	17.000	0.7290	4.33	15.000	19.000
Índice C.	120	-0.5396	-0.539	0.0067	1.24	-0.557	-0.523
Redutase	120	260.0000	300.000	66.8400	25.71	60.000	360.000

Tabela A.14 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 14.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.3250	26.000	2.2720	8.63	19.000	31.000
Densidade	120	1.0316	1.032	0.0010	0.10	1.027	1.034
Gordura	120	3.7867	3.700	0.4190	11.06	3.000	4.800
EST	120	12.7010	12.640	0.4800	3.78	11.660	13.990
ESD	120	8.9213	8.930	0.2510	2.81	7.890	9.900
Acidez	120	16.7170	17.000	0.6630	3.97	14.000	19.000
Índice C.	120	-0.5401	-0.540	0.0078	1.42	-0.574	-0.527
Redutase	120	262.7500	285.000	70.1100	26.68	60.000	360.000

Tabela A.15 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 15.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	25.4080	25.000	3.0580	12.04	11.000	31.000
Densidade	120	1.0315	1.032	0.0009	0.09	1.027	1.034
Gordura	120	3.8925	3.800	0.3778	9.71	3.000	4.900
EST	120	12.7820	12.750	0.4890	3.83	11.910	14.110

ESD	120	8.8899	8.885	0.2327	2.62	8.030	9.360
Acidez	120	16.8670	17.000	0.7090	4.20	16.000	18.000
Índice C.	120	-0.5432	-0.544	0.0149	2.75	-0.597	-0.406
Redutase	120	212.7500	240.000	87.8300	41.28	30.000	360.000

Tabela A.16 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 16.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.3080	26.000	2.2150	8.42	18.000	31.000
Densidade	120	1.0317	1.032	0.0014	0.14	1.028	1.038
Gordura	120	3.7550	3.800	0.5842	15.56	1.500	5.100
EST	120	12.6710	12.655	0.5350	4.22	10.840	14.110
ESD	120	8.9156	8.930	0.2821	3.16	8.030	9.590
Acidez	120	16.8250	17.000	0.6310	3.75	16.000	18.000
Índice C.	120	-0.5414	-0.542	0.0073	1.34	-0.554	-0.490
Redutase	120	256.5000	270.000	59.6000	23.24	60.000	360.000

Tabela A.17 - Estatísticas descritivas das variáveis do produtor 17.

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo
Temperatura	120	26.6920	27.000	2.2850	8.56	18.000	31.000
Densidade	120	1.0318	1.032	0.0011	0.11	1.027	1.035
Gordura	120	3.6492	3.650	0.3445	9.44	2.800	4.500

EST	120	12.5590	12.575	0.3670	2.92	11.510	13.510
ESD	120	8.9153	8.890	0.2442	2.74	7.910	9.500
Acidez	120	16.7750	17.000	0.7040	4.20	14.000	19.000
Índice C.	120	-0.5425	-0.543	0.0071	1.31	-0.561	-0.520
Redutase	120	255.7500	270.000	73.0700	28.57	60.000	360.000

APÊNDICE B

Histogramas da Variável Redutase

Gráfico B.1 - Histograma da variável redutase para o produtor 1.

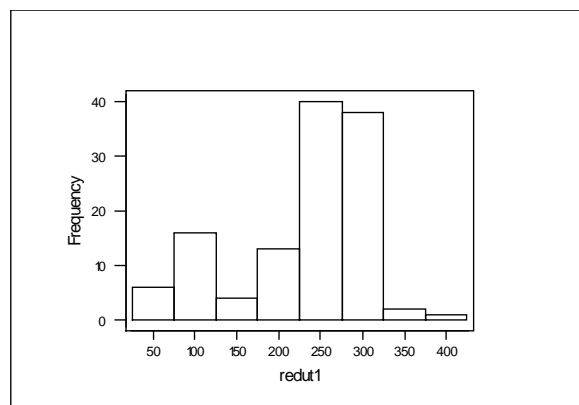


Gráfico B.2 - Histograma da variável redutase para o produtor 2.

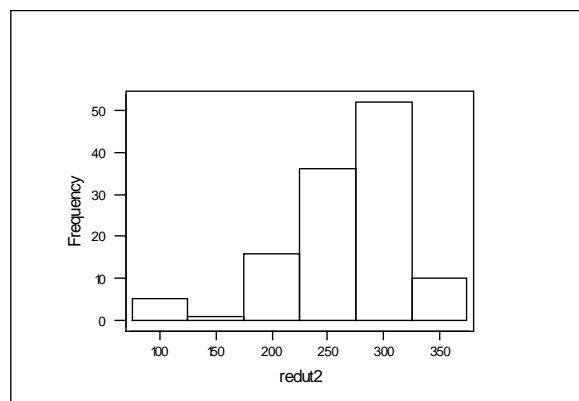


Gráfico B.3 - Histograma da variável redutase para o produtor 3.

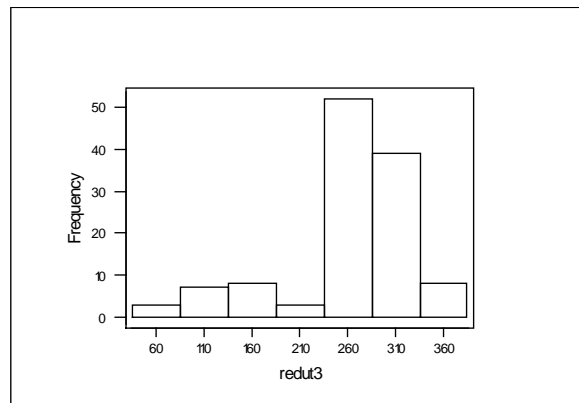


Gráfico B.4 - Histograma da variável redutase para o produtor 4.

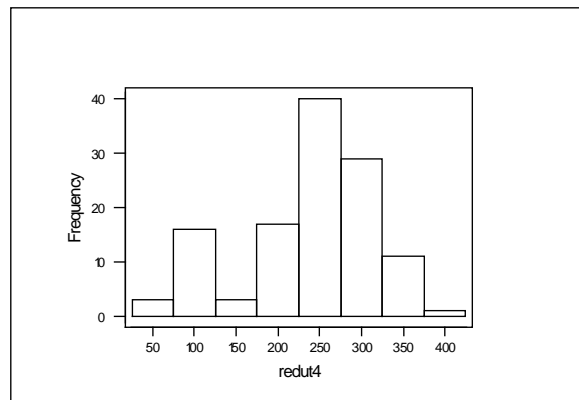


Gráfico B.5 - Histograma da variável redutase para o produtor 5.

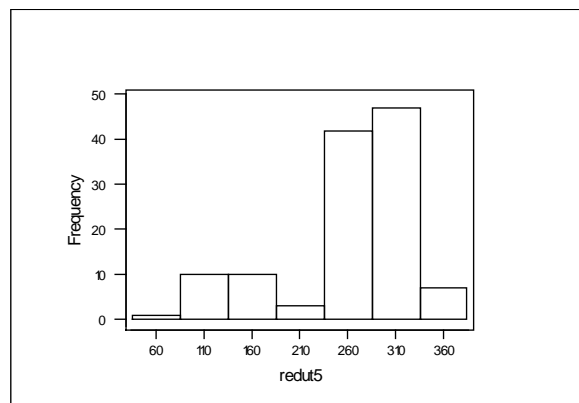


Gráfico B.6 - Histograma da variável redutase para o produtor 6.

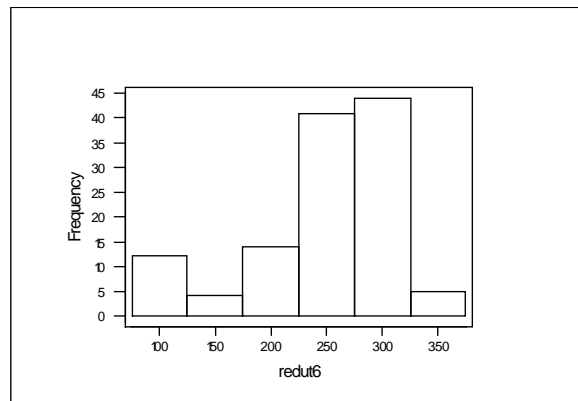


Gráfico B.7 - Histograma da variável redutase para o produtor 7.

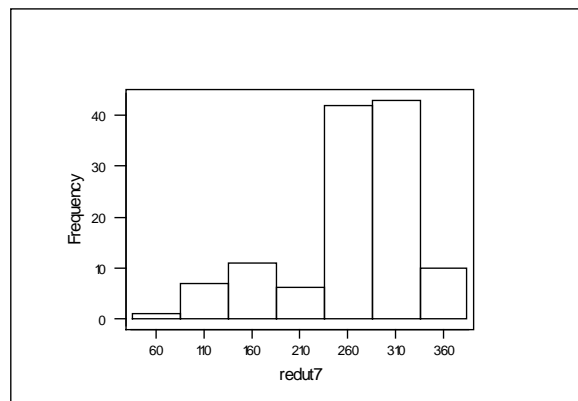


Gráfico B.8 - Histograma da variável redutase para o produtor 8.

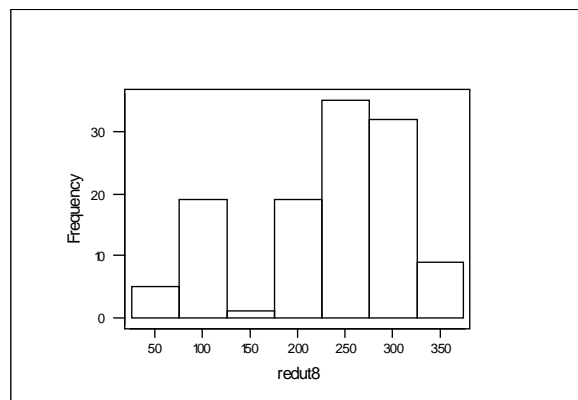


Gráfico B.9 - Histograma da variável redutase para o produtor 9.

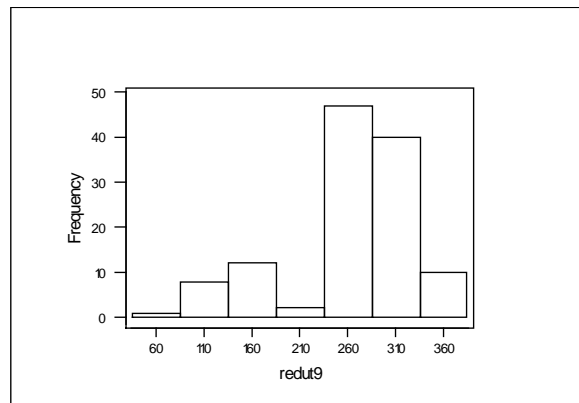


Gráfico B.10 - Histograma da variável redutase para o produtor 10.

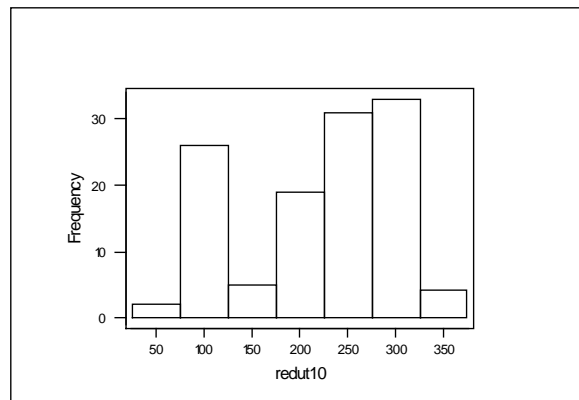


Gráfico B.11 - Histograma da variável redutase para o produtor 11.

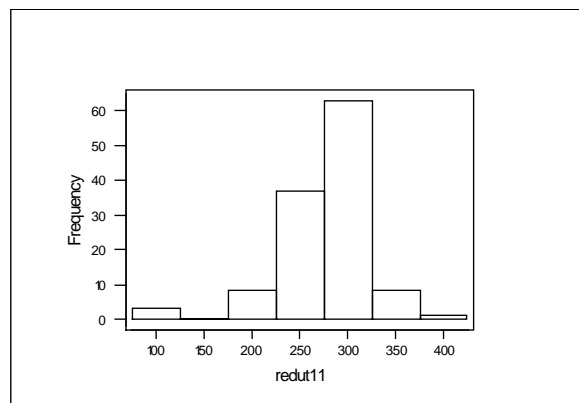


Gráfico B.12 - Histograma da variável redutase para o produtor 12.

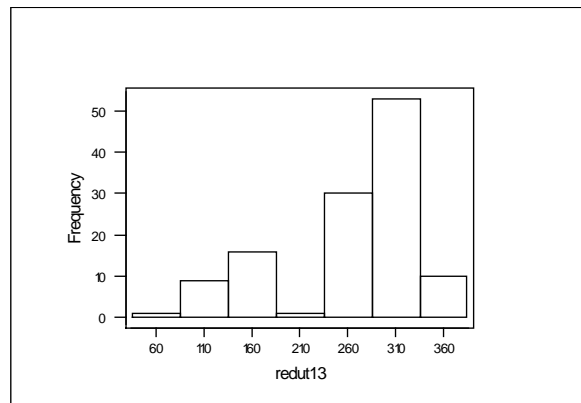


Gráfico B.13 - Histograma da variável redutase para o produtor 13.

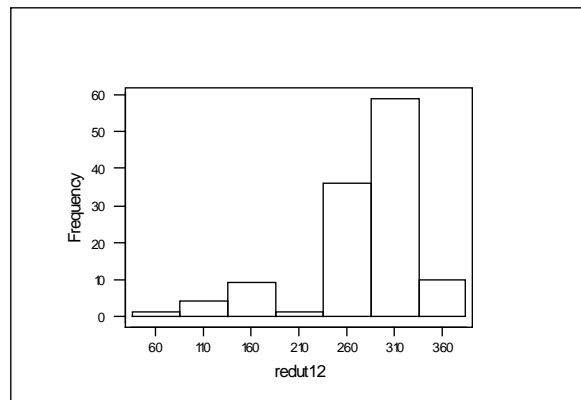


Gráfico B.14 - Histograma da variável redutase para o produtor 14.

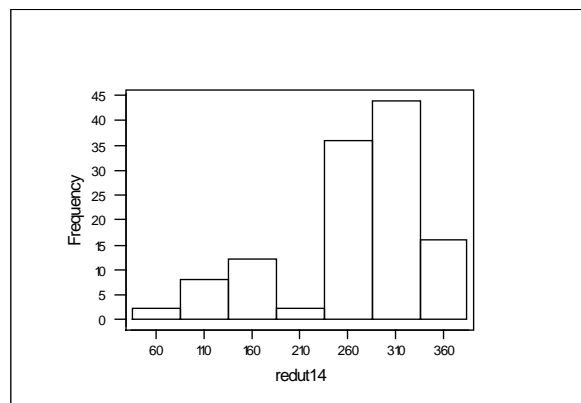


Gráfico B.15 - Histograma da variável redutase para o produtor 15.

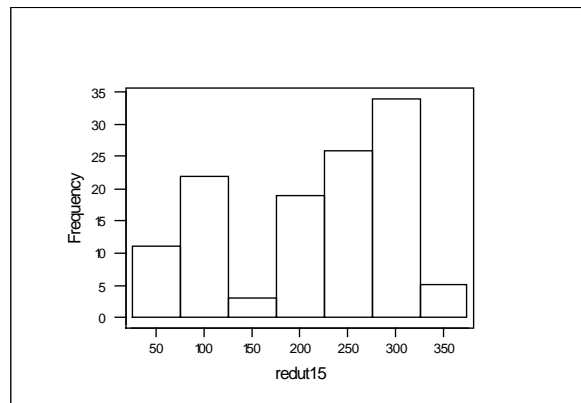


Gráfico B.16 - Histograma da variável redutase para o produtor 16.

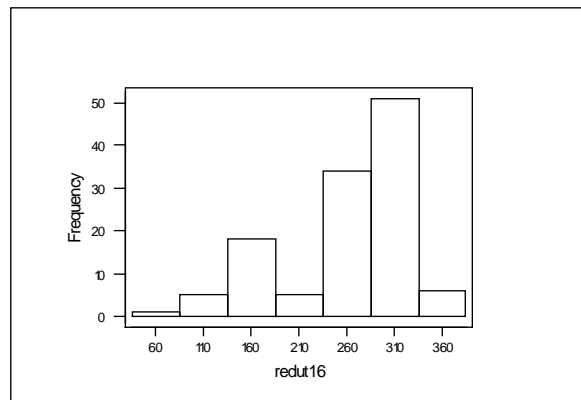
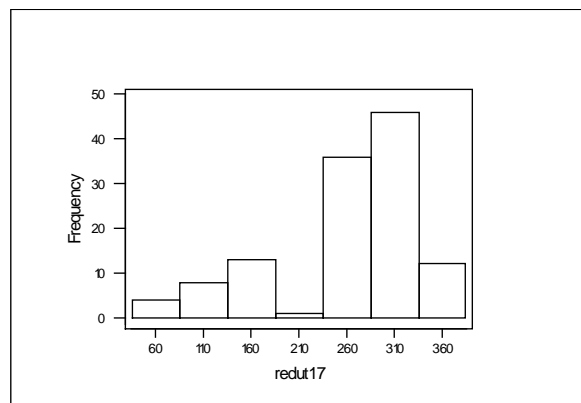


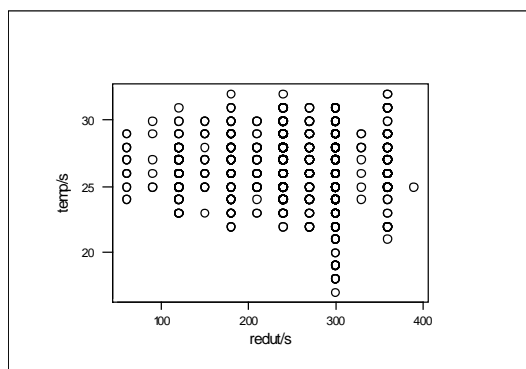
Gráfico B.17 - Histograma da variável redutase para o produtor 17.



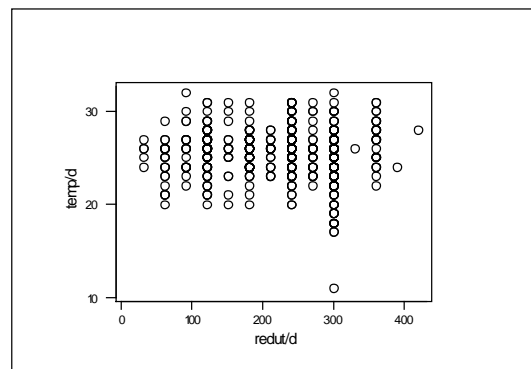
APÊNDICE C

Diagramas de Dispersão

Gráfico C.1 - Diagramas de dispersão entre as variáveis temperatura e redutase.

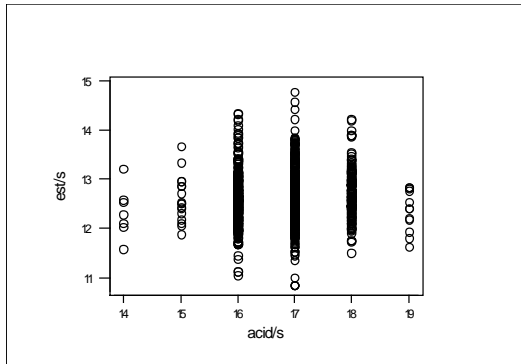


Produtores Satisfatórios

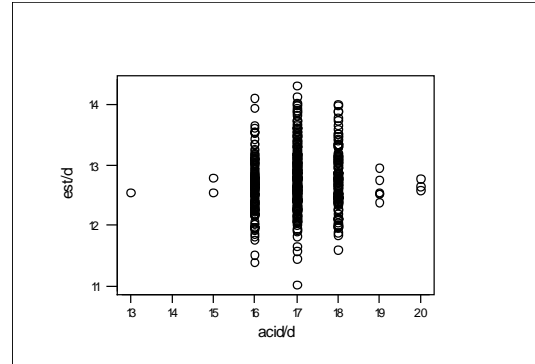


Produtores Deficientes

Gráfico C.2 - Diagramas de dispersão entre as variáveis extrato seco total e acidez.

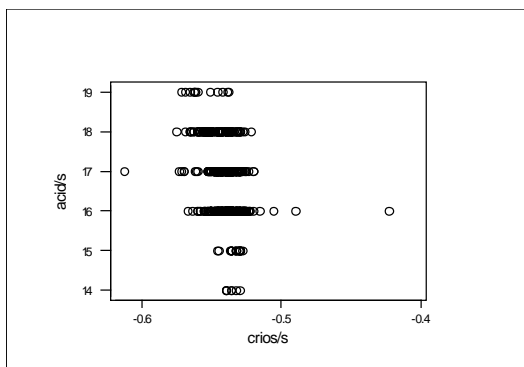


Produtores Satisfatórios

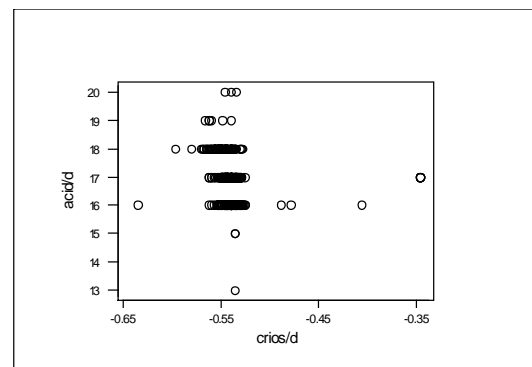


Produtores Deficientes

Gráfico C.3 - Diagramas de dispersão entre as variáveis acidez e índice crioscópico.

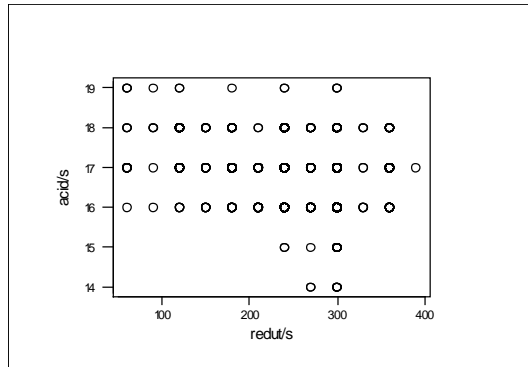


Produtores Satisfatórios

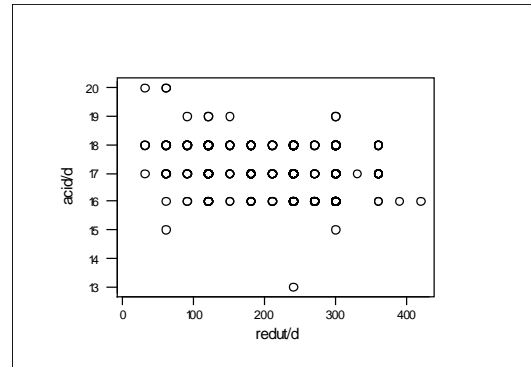


Produtores Deficientes

Gráfico C.4 - Diagramas de dispersão entre as variáveis acidez e redutase.



Produtores Satisfatórios



Produtores Deficientes

APÊNDICE D

Séries das Variáveis Extrato Seco Total e Redutase

Gráfico D.1 - Série de extrato seco total do produtor 1.

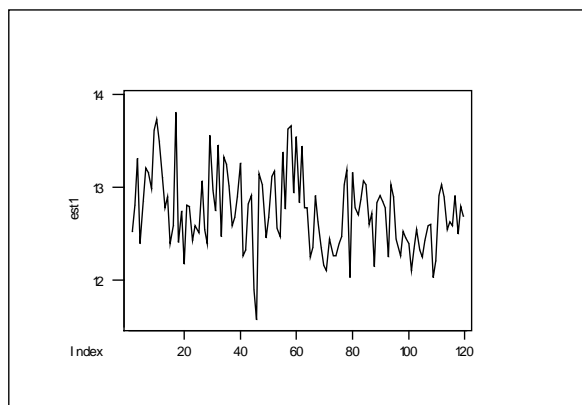


Gráfico D.2 - Série de extrato seco total do produtor 2.

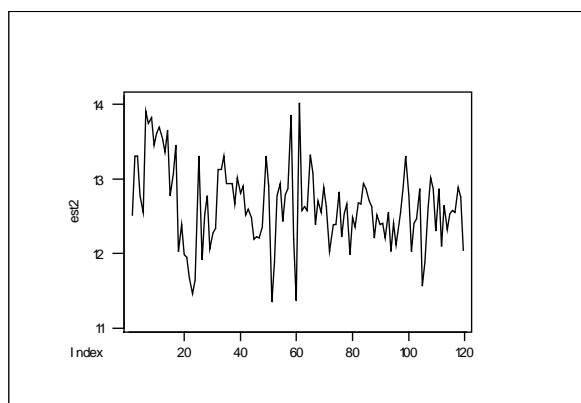


Gráfico D.3 - Série de extrato seco total do produtor 3.

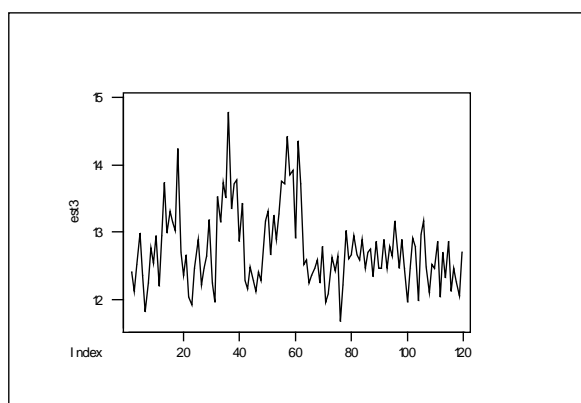


Gráfico D.4 - Série de extrato seco total do produtor 4.

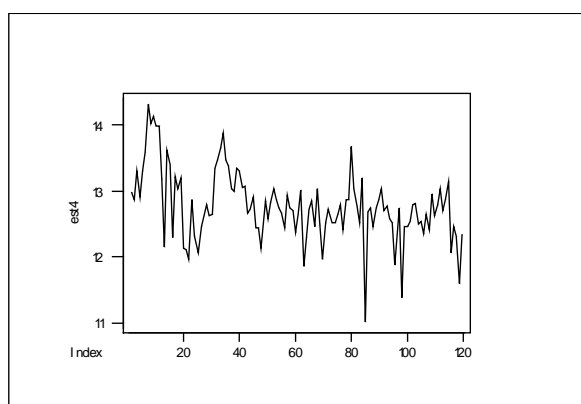


Gráfico D.5 - Série de extrato seco total do produtor 5.

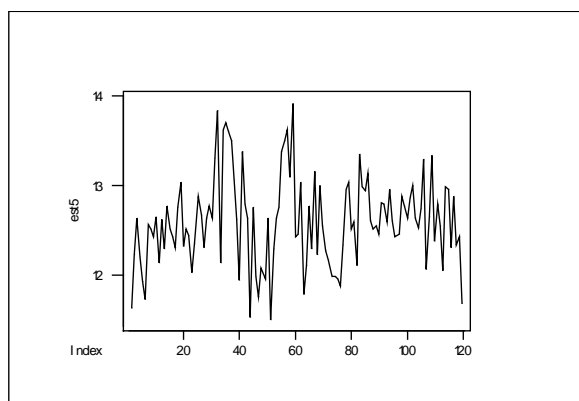


Gráfico D.6 - Série de extrato seco total do produtor 6.

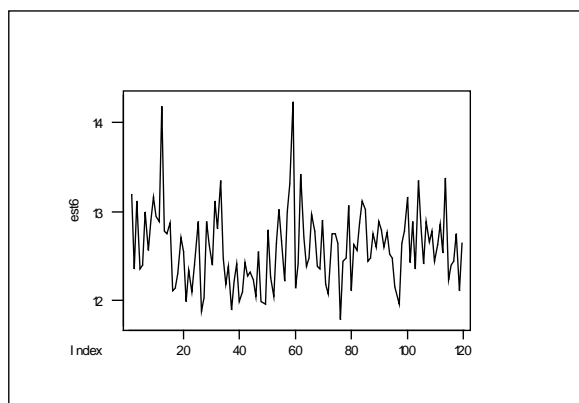


Gráfico D.7 - Série de extrato seco total do produtor 7.

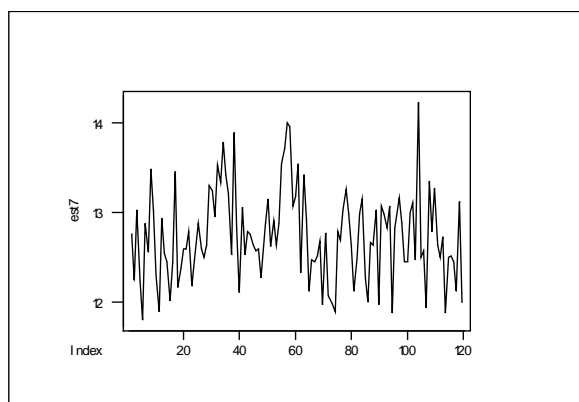


Gráfico D.8 - Série de extrato seco total do produtor 8.

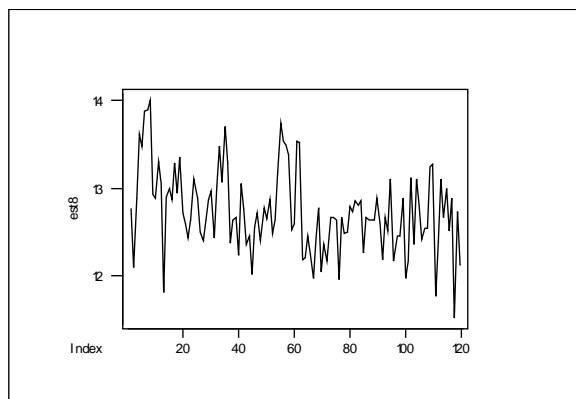


Gráfico D.9 - Série de extrato seco total do produtor 9.

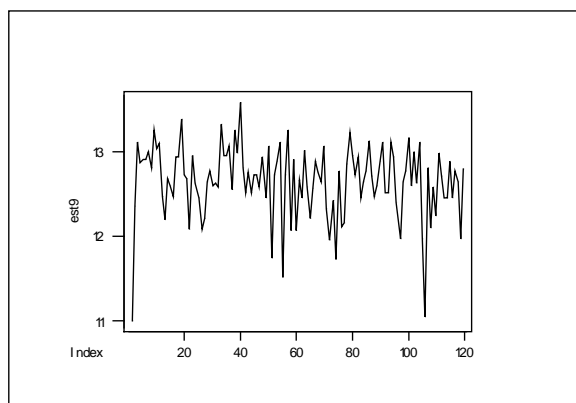


Gráfico D.10 - Série de extrato seco total do produtor 10.

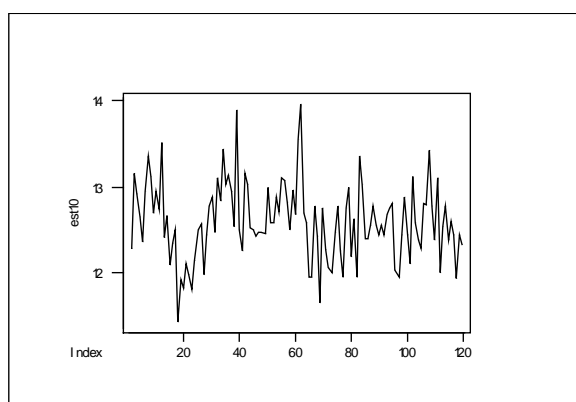


Gráfico D.11 - Série de extrato seco total do produtor 11.

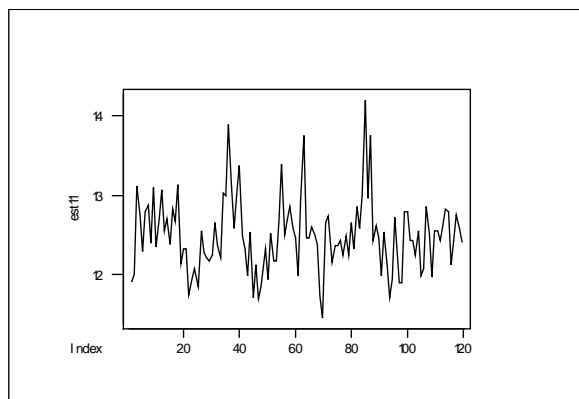


Gráfico D.12 - Série de extrato seco total do produtor 12.

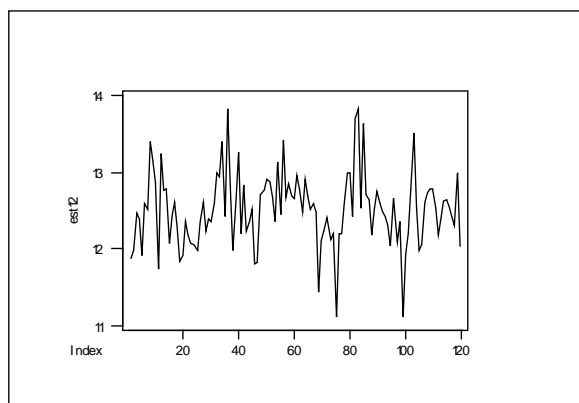


Gráfico D.13 - Série de extrato seco total do produtor 13.

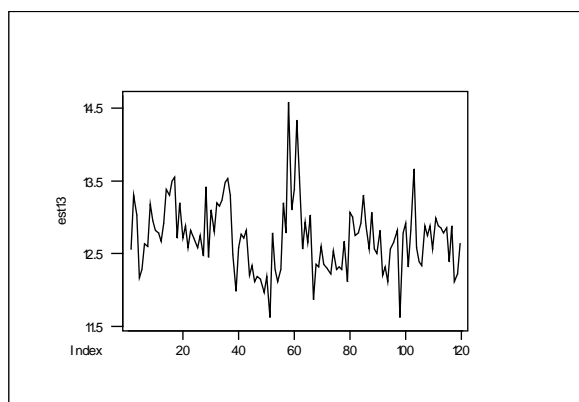


Gráfico D.14 - Série de extrato seco total do produtor 14.

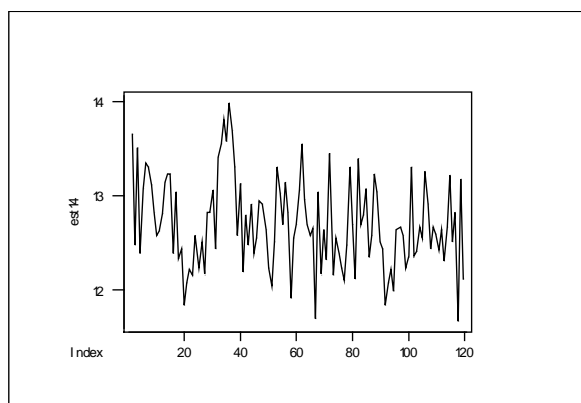


Gráfico D.15 - Série de extrato seco total do produtor 15.

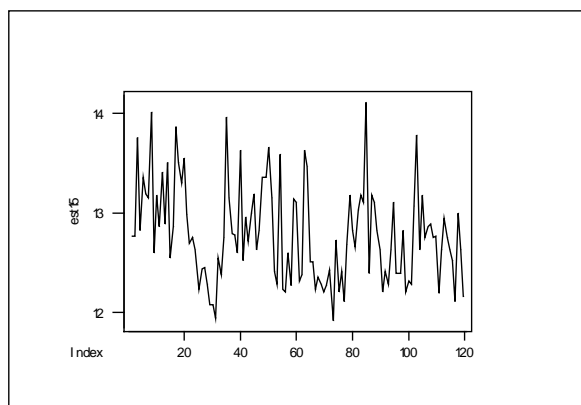


Gráfico D.16 - Série de extrato seco total do produtor 16.

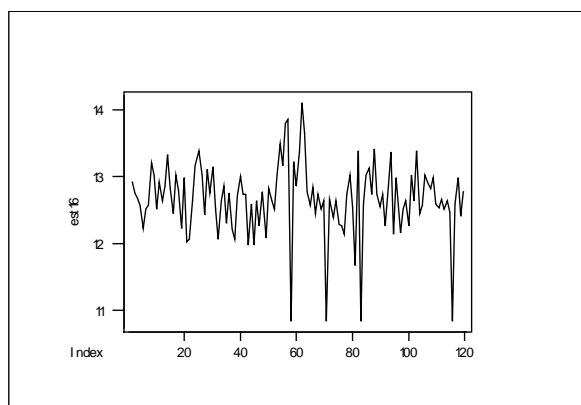


Gráfico D.17 - Série de extrato seco total do produtor 17.

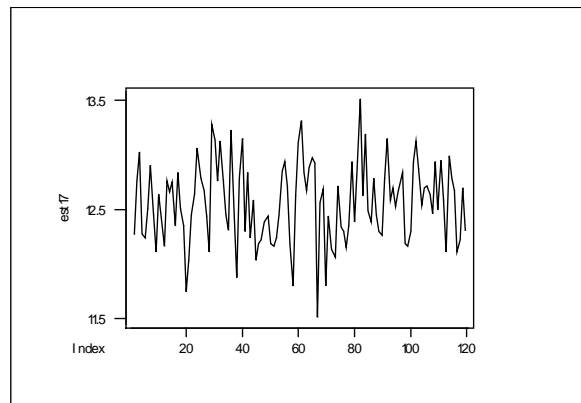


Gráfico D.18 - Série de redutase do produtor 1.

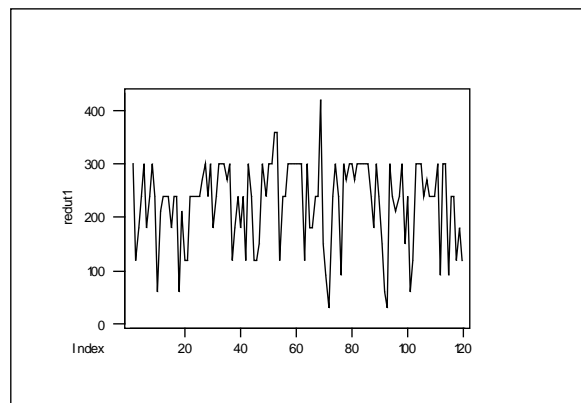


Gráfico D.19 - Série de redutase do produtor 2.

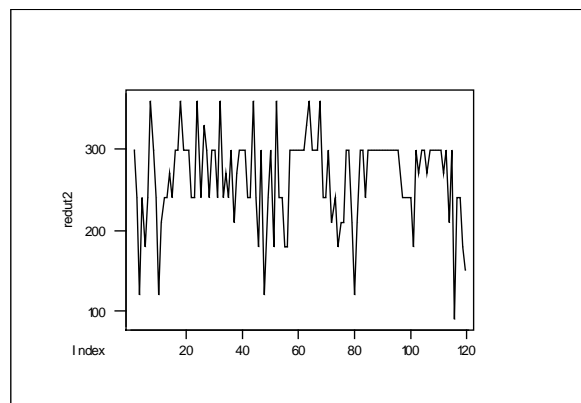


Gráfico D.20 - Série de redutase do produtor 3.

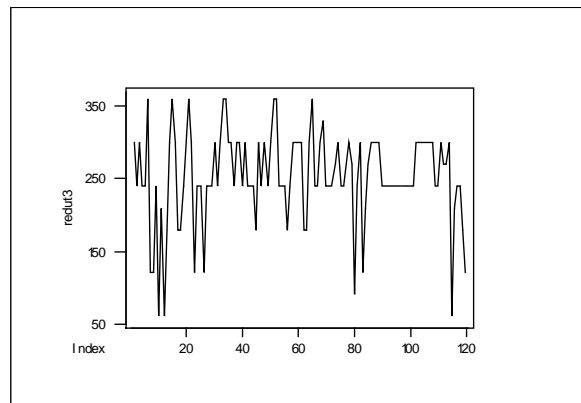


Gráfico D.21 - Série de redutase do produtor 4.

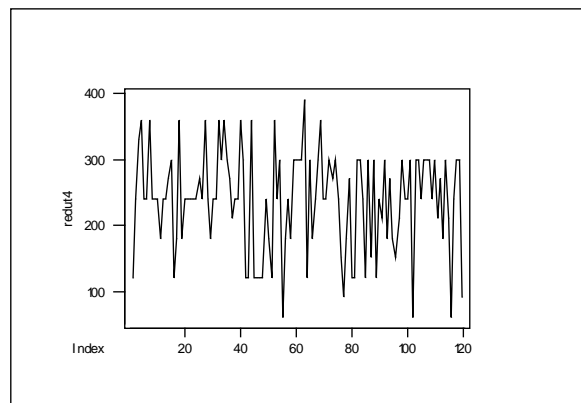


Gráfico D.22 - Série de redutase do produtor 5.

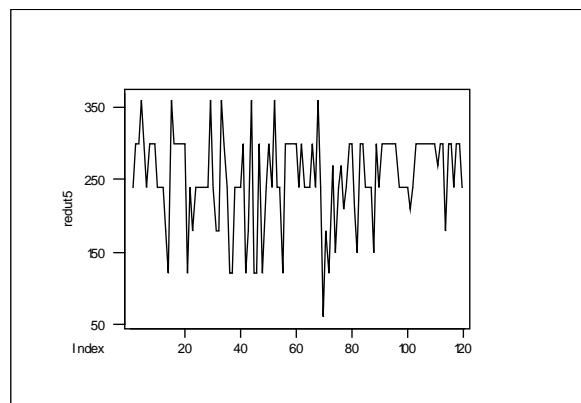


Gráfico D.23 - Série de redutase do produtor 6.

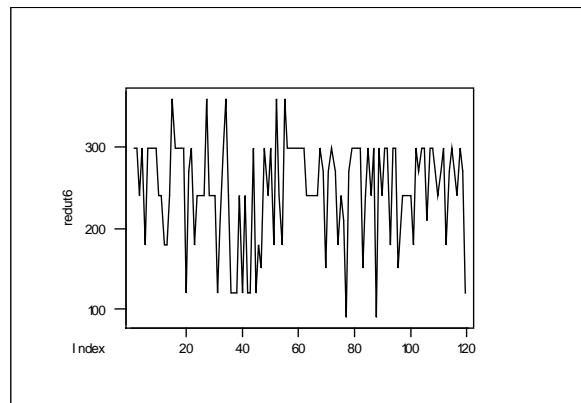


Gráfico D.24 - Série de redutase do produtor 7.

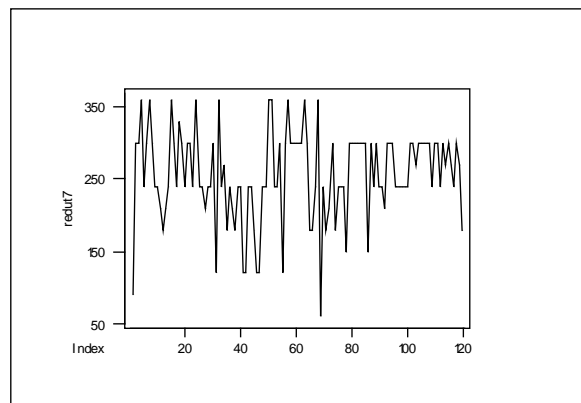


Gráfico D.25 - Série de redutase do produtor 8.

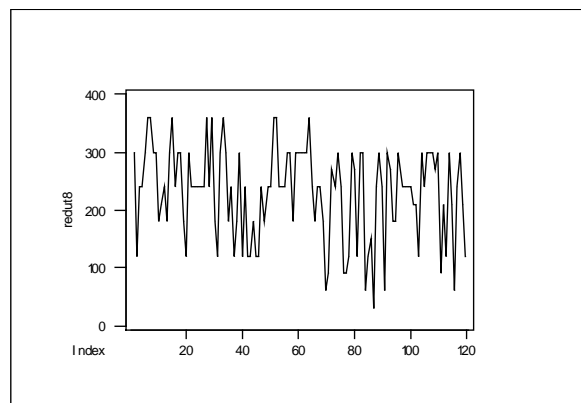


Gráfico D.26 - Série de redutase do produtor 9.

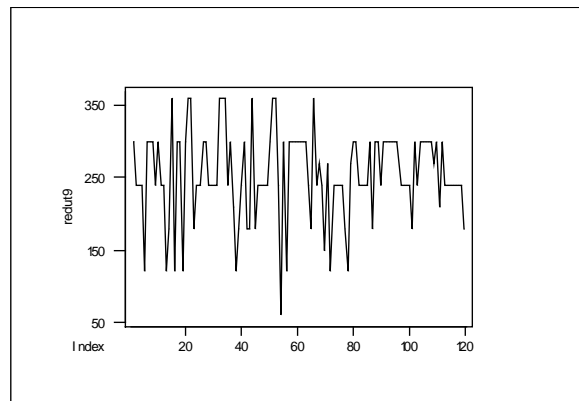


Gráfico D.27 - Série de redutase do produtor 10.

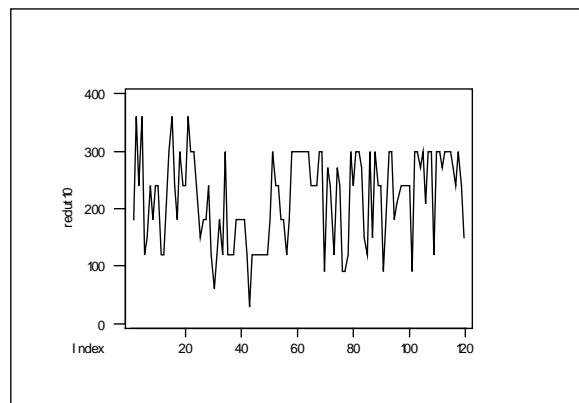


Gráfico D.28 - Série de redutase do produtor 11.

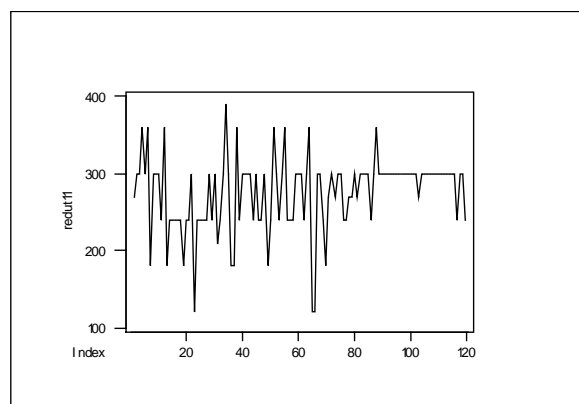


Gráfico D.29 - Série de redutase do produtor 12.

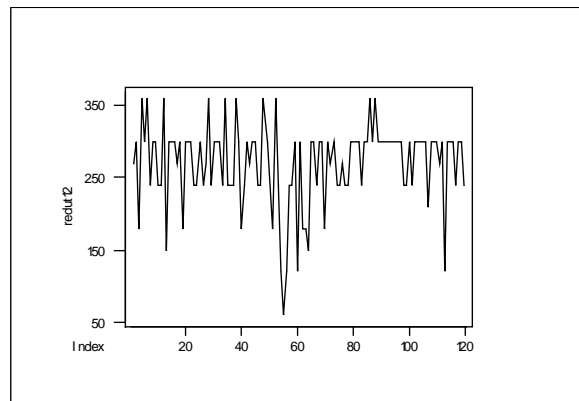


Gráfico D.30 - Série de redutase do produtor 13.

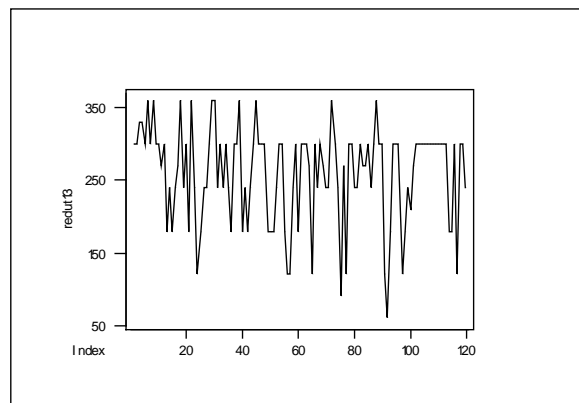


Gráfico D.31 - Série de redutase do produtor 14.

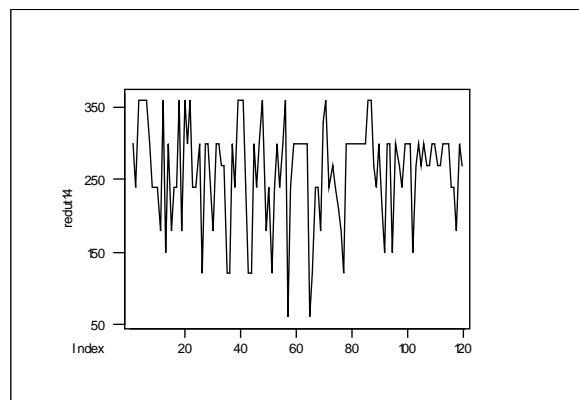


Gráfico D.32 - Série de redutase do produtor 15.

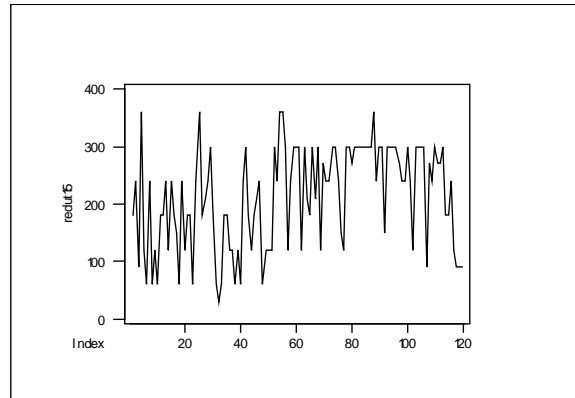


Gráfico D.33 - Série de redutase do produtor 16.

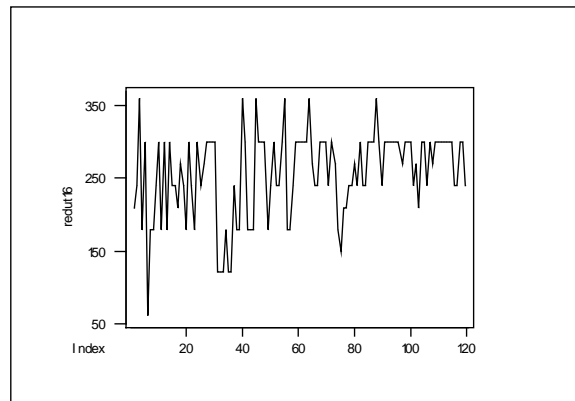
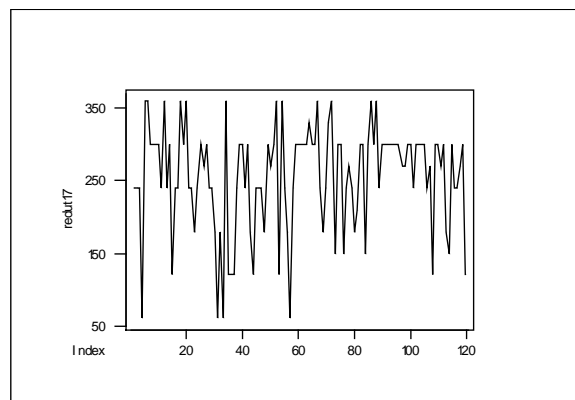


Gráfico D.34 - Série de redutase do produtor 17.



APÊNDICE E

Periodogramas das Séries de Extrato Seco Total (EST)

Gráfico E.1 - Periodograma da série de EST para o produtor 1.

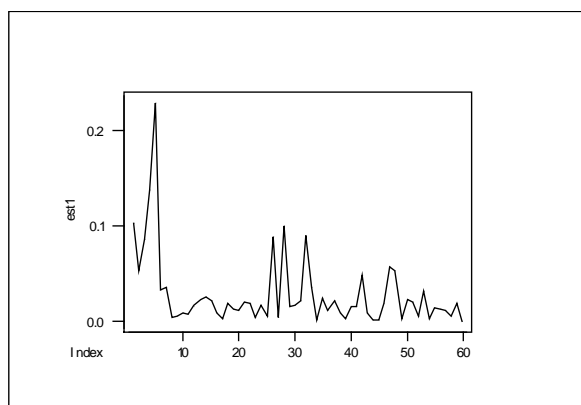


Gráfico E.2 - Periodograma da série de EST para o produtor 2.

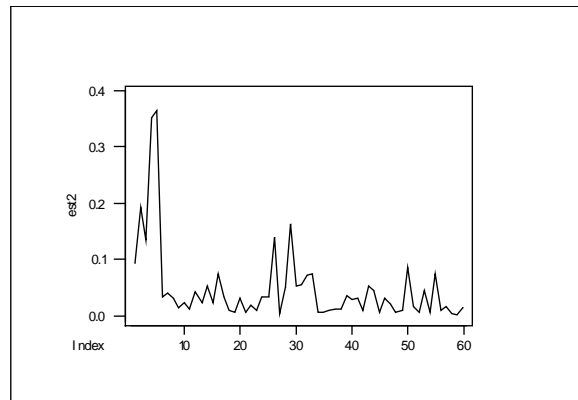


Gráfico E.3 - Periodograma da série de EST para o produtor 3.

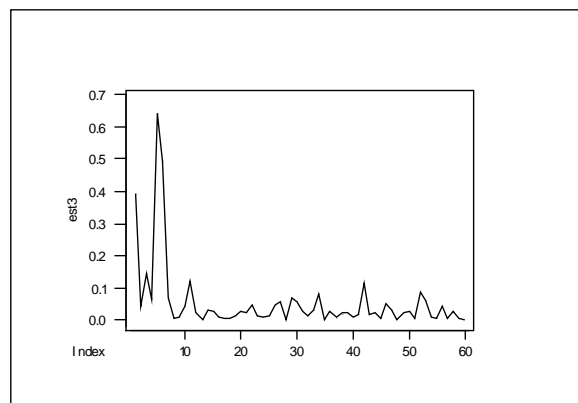


Gráfico E.4 - Periodograma da série de EST para o produtor 4.

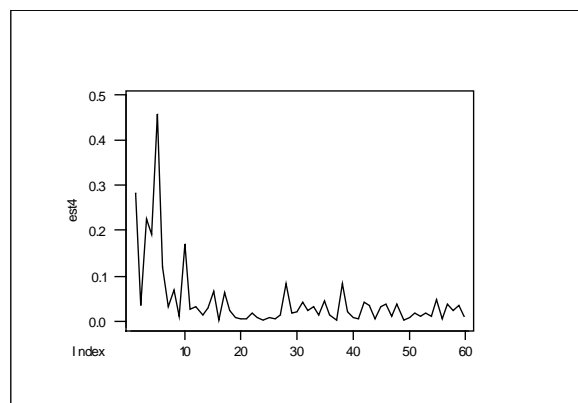


Gráfico E.5 - Periodograma da série de EST para o produtor 5.

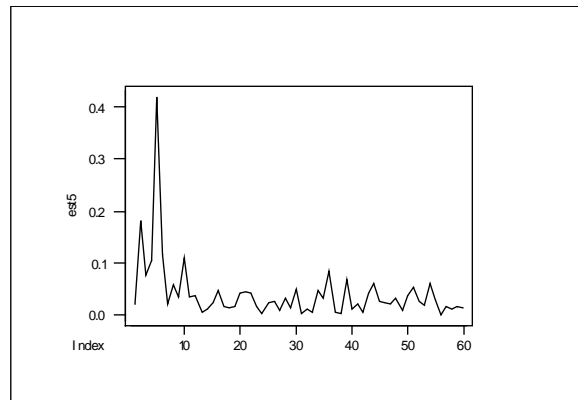


Gráfico E.6 - Periodograma da série de EST para o produtor 6.

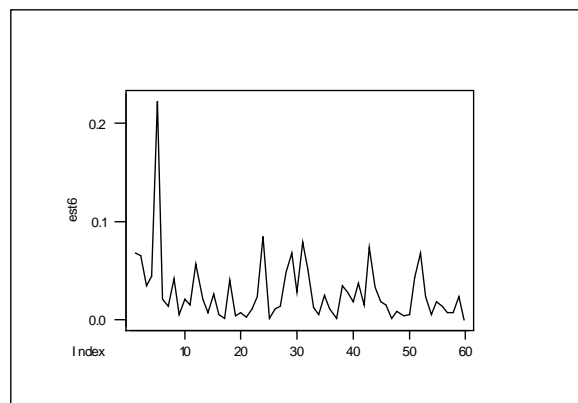


Gráfico E.7 - Periodograma da série de EST para o produtor 7.

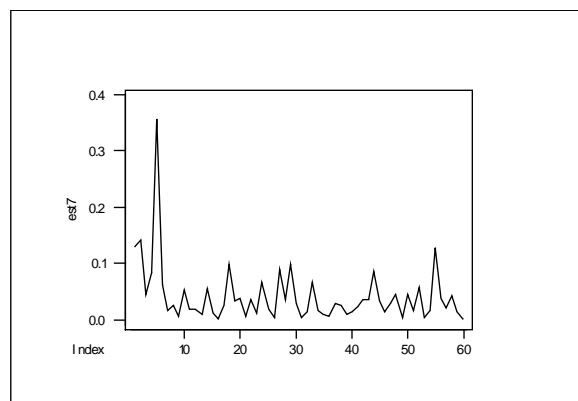


Gráfico E.8 - Periodograma da série de EST para o produtor 8.

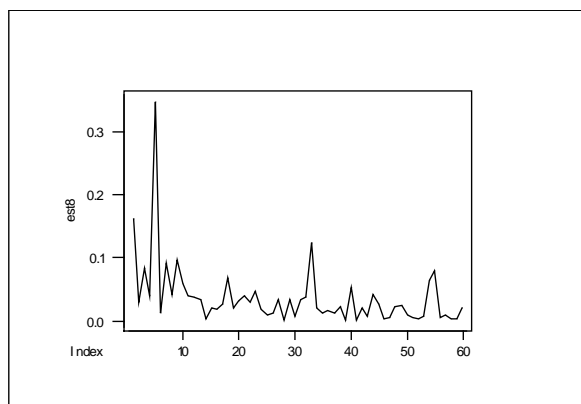


Gráfico E.9 - Periodograma da série de EST para o produtor 9.

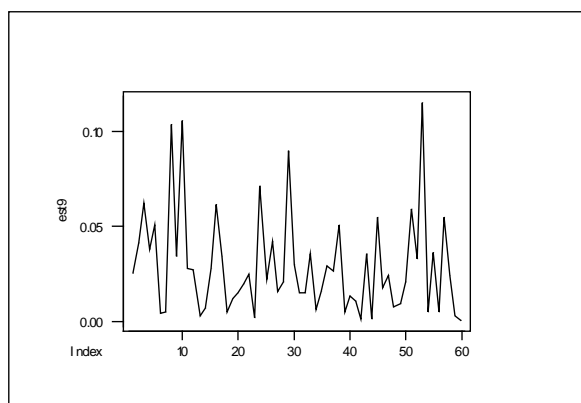


Gráfico E.10 - Periodograma da série de EST para o produtor 10.

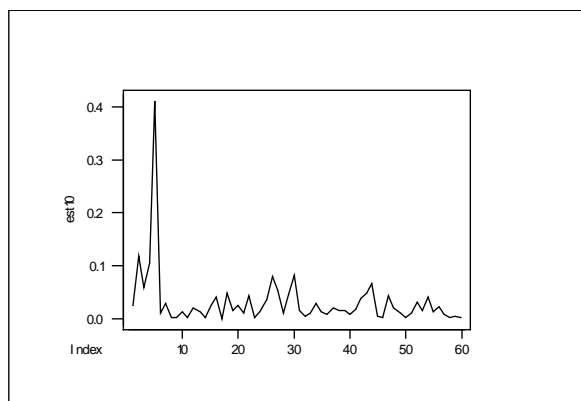


Gráfico E.11 - Periodograma da série de EST para o produtor 11.

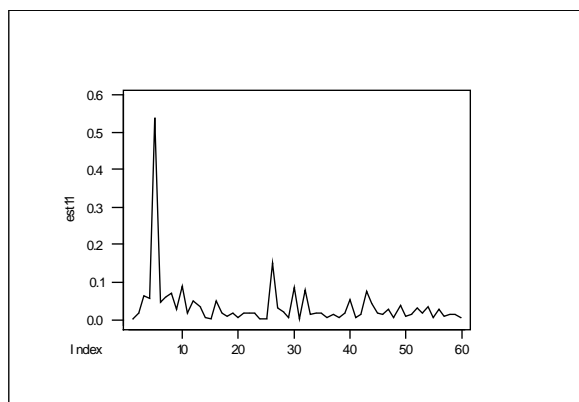


Gráfico E.12 - Periodograma da série de EST para o produtor 12.

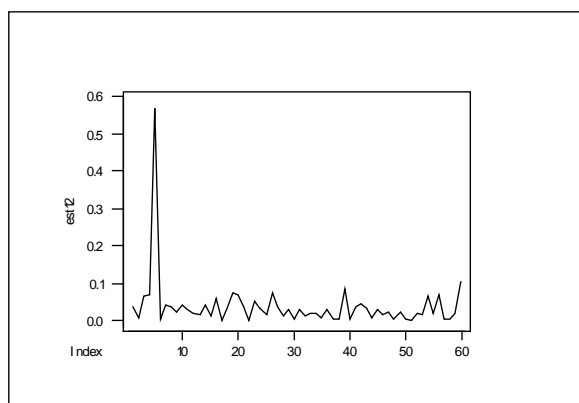


Gráfico E.13 - Periodograma da série de EST para o produtor 13.

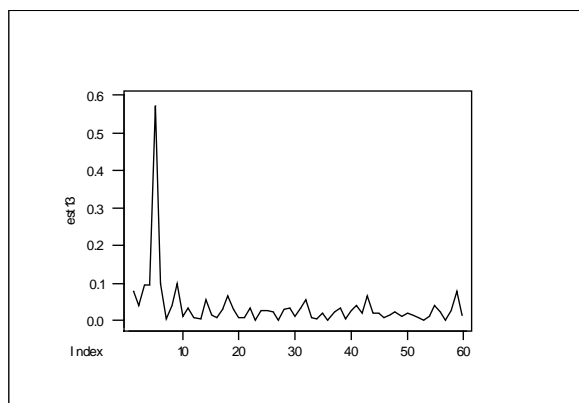


Gráfico E.14 - Periodograma da série de EST para o produtor 14.

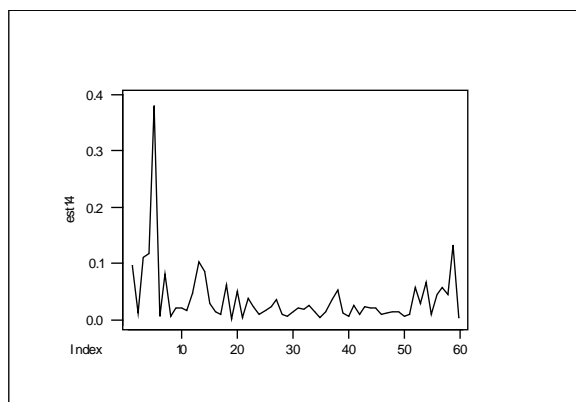


Gráfico E.15 - Periodograma da série de EST para o produtor 15.

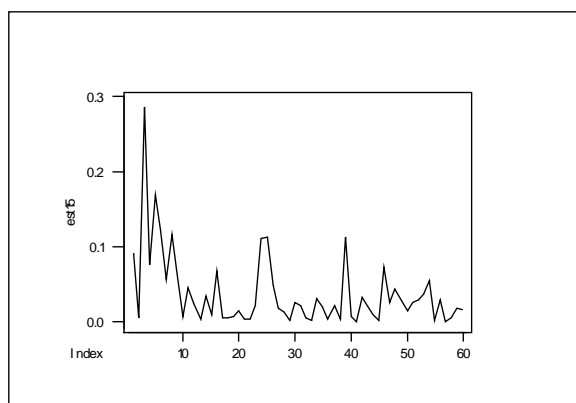


Gráfico E.16 - Periodograma da série de EST para o produtor 16.

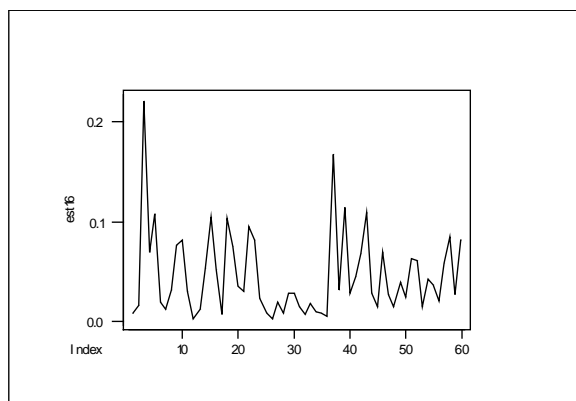
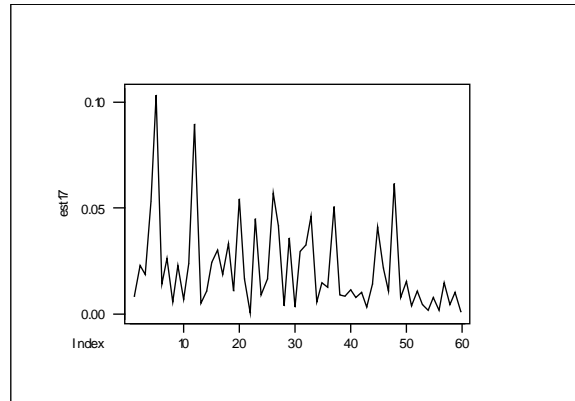


Gráfico E.17 - Periodograma da série de EST para o produtor 17.



APÊNDICE F

Definições

F.1 Função de Autocorrelação

Consideremos um processo $Z = \{ Z(t), t \in T \}$ estacionário (vide seção F.2 do Apêndice F).A sua função de autocorrelação é definida por:

$$\rho(\tau) = \frac{\gamma(\tau)}{\gamma(0)}, \tau = 0, \pm 1, \dots$$

onde $\gamma(\tau) = E\{(Z(t) - \mu)(Z(t + \tau) - \mu)\}$ é chamada função de autocovariância (Morettin e Toloi,1987) do processo Z e μ_t é a média do processo.

Se observarmos uma série temporal Z_1, \dots, Z_N então $\gamma(k)$ será estimada por:

$$C_k = N^{-1} \sum_{t=1}^{N-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z}) \quad , k = 0, 1, \dots, N-1$$

onde $\bar{Z} = N^{-1} \sum_{t=1}^N Z_t$ é a média amostral.

Logo, a função de autocorrelação amostral

$$r_k = \frac{C_k}{C_0} \quad , k = 0, \dots, N-1$$

é um estimador de $\rho(\tau)$.

F.2 Processos Estacionários

Processos estacionários (Morettin e Toloi, 1987) são processos invariantes sob translações do tempo, ou seja, oscilam em torno de uma média $\mu(t)$ constante, com variância também constante, isto é,

$$\mu(t) = \mu$$

$$V(t) = \sigma^2$$

$$\text{Cov}(Z_t, Z_{t+m}) = E[(Z_t - \mu)(Z_{t+m} - \mu)] = \gamma(m)$$

para todo $t \in T$.

A função de autocorrelação de um processo estacionário decai rapidamente para zero e depende somente de diferenças de tempo.

F.3 Função Densidade Espectral e Periodograma

A função densidade espectral (Rocha,1983 e Chiann,1993) de um processo estacionário, tal que $\sum |\gamma(k)| < \infty$, é dada pela transformada de Fourier da função de autocovariância, isto é,

$$f(\omega) = (2\pi)^{-1} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \gamma(k) \exp(-i\omega k)$$

Invertendo a expressão acima temos que:

$$\gamma(k) = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} f(\omega) \exp(i\omega k) d\omega$$

com

$$\gamma(0) = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} f(\omega) d\omega.$$

Assim podemos interpretar a função densidade espectral, $f(\omega)$, como sendo a variância de um processo Z_t em um intervalo de frequência $[\omega, \omega+d\omega]$. Neste caso, o gráfico da função densidade espectral descreve, essencialmente, uma análise de variância do processo como uma função da frequência, que está relacionada com componentes periódicas existentes no processo.

Consideremos agora a série de observações Z_1, \dots, Z_N de um processo estacionário. Temos então que o periodograma é definido por

$$I_j = |T_j^N|^2 = (2\pi N)^{-1} \left| \sum_{t=1}^N Z_t \exp(-i\omega_j t) \right|^2,$$

onde T_j^N é a transformada discreta de Fourier

$$T_j^N = \frac{1}{\sqrt{2\pi N}} \sum_{t=1}^N Z_t \exp(-i\omega_j t)$$

e as frequências de Fourier são dadas por:

$$\omega_j = \frac{2\pi j}{N}, j = 0, \dots, [N/2].$$

Os períodos correspondentes a estas frequências são calculados por:

$$P_j = \frac{1}{\omega_j} = \frac{N}{2\pi j}.$$

O periodograma tem as seguintes propriedades:

- a) $\lim_{N \rightarrow \infty} E[I_j] = f(\omega_j)$
- b) $\lim_{N \rightarrow \infty} \text{Var}[I_j] = f^2(\omega_j)$
- c) $\lim_{N \rightarrow \infty} \text{Cov}[I_j, I_i] = 0, i \neq j.$

As ordenadas com valores altos (picos) indicam quais são as frequências importantes e, conseqüentemente, os períodos da série.

F.4 Teste de Fisher para Periodicidades

Fisher (1929) desenvolveu um teste de significância para o maior pico do periodograma, fornecendo uma tabela de valores críticos para vários comprimentos de série. Este teste foi estendido para incluir o segundo maior pico.

As hipóteses do teste são:

H_0 : Não existe componente periódica na série.

H_1 : Existe componente periódica na série.

Rejeitamos a hipótese H_0 se observarmos um valor para a estatística de Fisher maior que o valor crítico do teste.

A estatística do teste proposto por Fisher é a maior das ordenadas do periodograma nas frequências de Fourier dividida pela soma dessas ordenadas, ou seja:

$$g^{(1)} = \frac{I^{(1)}}{I_1 + \dots + I_m},$$

onde $I^{(1)} = \max\{I_j, j = 1, \dots, m\}$, $m = \lfloor N/2 \rfloor$ e

$$P[g^{(1)} > g] = \sum_{k=1}^{\left\lfloor \frac{1}{g} \right\rfloor} (-1)^{k-1} \binom{m}{k} (1 - kg)^{m-1} \quad (\text{F.4.1}).$$

Se a maior ordenada for significativa, podemos testar a segunda maior ordenada.

Para a segunda maior ordenada, temos:

$$g^{(2)} = \frac{I^{(2)}}{(I_1 + \dots + I_m) - I^{(1)}},$$

onde $I^{(2)} = \max\{I_j, j = 1, \dots, m\}$ e $m = \lfloor (N-1)/2 \rfloor$.

Fisher (1929) publicou uma tabela para a distribuição dada por (F.4.1) com nível de significância 0.05 e dá os valores de g para vários tamanhos de amostra (Tabela F.1).

Temos que m é a metade do número de observações da série e r é a ordenada que está sendo testada, ou seja, utilizamos a coluna 1 para testar a maior ordenada, e a coluna 2 para testar a segunda maior. Existem testes mais adequados para testarmos um número maior de periodicidades em uma série.

Neste projeto temos $m = 60$, o que nos dá um g crítico (valor obtido por interpolação) de 0,10945 para a maior ordenada e 0,07703 para a segunda maior ordenada (o valor do teste de Fisher para o maior pico é fornecido pelo aplicativo ITSM).

Tabela F.1 - Parâmetros de significância para componentes periódicas.

($\alpha = 0,05$ e $m=5$ a 50)

m	r	
	1	2

5	0.68377	
10	0.44495	0.26511
15	0.33461	0.21016
20	0.27040	0.17547
25	0.22805	0.15139
30	0.19784	0.13360
35	0.17513	0.11986
40	0.15738	0.10890
45	0.14310	0.09993
50	0.13135	0.09244

F.5 Análise de Variância em Séries Temporais

A análise preliminar ignorou completamente a variabilidade dentro de cada indivíduo e, conseqüentemente, a dependência entre observações sucessivas. Se houver interesse em verificar a existência de um comportamento comum dentro de cada grupo e, posteriormente, se existe diferença entre os grupos, pode ser utilizada uma metodologia denominada Análise de Variância em Séries Temporais.

F.5.1 Análise de Variância em Séries Temporais utilizando Transformada de Fourier

Quando se tem como medidas de resposta um conjunto de N séries temporais estacionárias, cada uma com T observações $\{Y_{nt}, t = 1, \dots, T \text{ e } n = 1, \dots, N\}$, utiliza-se como ferramenta básica para análise de variância, a transformada de Fourier de cada uma delas, ou seja,

$$\hat{Y}_n(k) = (2\pi T)^{-1/2} \sum_{t=1}^T Y_{nt} e^{-i2\pi kt/T} \quad (\text{F.5.1})$$

para $k = 0, \dots, \frac{[T-1]}{2}$. Pode-se demonstrar que as transformadas de Fourier dadas por

(1) convergem em distribuição para normais assintoticamente independentes. Para maiores detalhes, ver Chiann (1993).

F.5.2 Modelo com um Sinal Comum Determinístico

Caso o interesse seja detectar um sinal (tendência, periodicidade, etc.) em um conjunto de n_l séries temporais, utiliza-se o seguinte modelo:

$$Y_{jt} = \mu_j + \Omega_t + e_{jt} \quad , j = 1, \dots, n_l$$

$$t = 1, \dots, T$$

$$l = 1, \dots, L$$

onde:

μ_j é a média da série da j -ésima série (j -ésimo produtor) e é constante;

Ω_t representa o sinal comum a todas as séries de um mesmo grupo;

e_{jt} são os resíduos.

A hipótese a ser testada é:

$$H_{01}: \Omega_t = 0$$

e quando esta é rejeitada, verifica-se a existência de um sinal comum dentro do grupo.

Pela definição (F.5.1) podemos reescrever o modelo utilizando as transformadas de Fourier e então testar a hipótese de existência do sinal comum, nas frequências de Fourier.

Na Tabela F.2 temos a ANOVA (Análise de Variância usando Fourier) na frequência

$$\lambda_k = \frac{2\pi k}{T}, k = 1, \dots, \frac{[T-1]}{2}, \text{ para testar a hipótese, } H_{01}.$$

Tabela F.2 ANOVA na frequência λ_k .

Fonte	gl	SQ	QM	F
-------	----	----	----	---

Ω_t	2	$N Y.^{\wedge}(k) ^2$	$N Y.^{\wedge}(k) ^2$	$\frac{QM\Omega_t}{QMRes}$
resíduo	$2(N-1)$	$\sum_j \hat{Y}_j(k) - \hat{Y}._{(k)} ^2$	$\sum_j \hat{Y}_j(k) - \hat{Y}._{(k)} ^2 / (N-1)$	
Total	2N	$\sum_j \hat{Y}_j(k) ^2$		

onde: $Y_j^{\wedge}(k)$ é a transformada de Fourier da j-ésima série na frequência λ_k e

$$Y.^{\wedge}(k) = N^{-1} \sum_{n=1}^N Y_n(k) \text{ média das tranformadas na frequência } \lambda_k$$

Sob H_{01} ,

$$F(\lambda_k) = \frac{QM\Omega(k)}{QMRes(k)} \quad (F.5.2)$$

tem distribuição $F(2, (2N-1))$.

F.5.3 Modelo com um Fator Fixo

Para esta análise, considera-se tipo de produtor como um fator contendo L níveis (grupos); uma vez que serão abordados apenas os grupos de interesse, o fator é dito fixo.

O modelo apropriado para esta situação é:

$$Y_{jtl} = \mu_{jl} + \Omega_t + \Gamma_{tl} + \varepsilon_{jtl}, \quad \begin{aligned} j &= 1, \dots, n_l \\ l &= 1, \dots, L \\ t &= 1, \dots, T \\ N &= n_1 + \dots + n_l \end{aligned}$$

onde:

N : total de produtores participantes do estudo;

n_l : número de séries do l-ésimo grupo;

Γ_{tl} : representa o efeito do l-ésimo grupo e é determinístico com a restrição:

$$\sum_{l=1}^L n_l \Gamma_{tl} = 0 ;$$

Ω_t : sinal comum entre todas as séries observadas;

μ_{jl} : média do j-ésimo produtor do l-ésimo grupo;

e_{jtl} : são resíduos.

Para o problema em questão, o interesse é detectar se existe diferença entre os efeitos dos grupos. Para isso, testa-se:

$$H_{02}: \Gamma_{t1} = \Gamma_{t2} = \dots = \Gamma_{tL} = 0, \text{ para todo } t.$$

Caso H_{02} seja rejeitada, a um nível de significância α , pode ser concluído que existe diferença de comportamento entre os grupos.

O modelo pode ser reescrito em termos de transformada de Fourier e assim podemos testar H_{02} através de uma ANOVA (Tabela F.3) para cada frequência de Fourier.

Tabela F.3 ANOVA na frequência λ_k .

Fonte	gl	SQ	QM	F
Ω_t	2	$N Y_{..}^{\wedge}(k) ^2$	$N Y_{..}^{\wedge}(k) ^2$	QM_{Ω} / QM_{Res}
Γ_t	$2(L-1)$	$\sum_l n_l \hat{Y}_{.l}(k) - \hat{Y}_{..}(k) ^2$	$\sum_l n_l \hat{Y}_{.l}(k) - \hat{Y}_{..}(k) ^2 / (L-1)$	QM_{Γ} / QM_{Res}
resíduo	$2(N-L)$	$\sum_l \sum_j \hat{Y}_{jl}(k) - \hat{Y}_{.l}(k) ^2$	$\sum_l \sum_j \hat{Y}_{jl}(k) - \hat{Y}_{.l}(k) ^2 / (N-L)$	
Total	$2N$	$\sum_l \sum_j \hat{Y}_{jl}(k) ^2$		

onde: $Y_{jl}^{\wedge}(k)$ é a transformada de Fourier da j-ésima série do l-ésimo grupo na frequência λ_k ,

$$Y_{..}^{\wedge}(k) = \sum_l n_l Y_{.l}^{\wedge}(k) \text{ é a média geral das transformadas na frequência } \lambda_k$$

$Y_{.l}^{\wedge}(k)$ é a soma das transformadas de Fourier do l-ésimo grupo na frequência λ_k

Sob H_{02} ,

$$F(\lambda_k) = \frac{QM\Gamma(k)}{QMRes(k)} \quad (F.5.3)$$

tem distribuição $F(2,2(N-L))$.

F.6 Modelo com Efeitos Aleatórios

Pode-se utilizar um modelo de dados longitudinais misto com covariáveis para relacionar a variável redutase com as demais variáveis do modelo: EST, ESD, acidez, índice crioscópico, temperatura, densidade e gordura. Um modelo adequado é da forma:

$$Y = X\beta + Zv + \varepsilon \quad (F.6.1)$$

em que:

Y é o vetor formado por todas as séries temporais da variável redutase de todos os produtores envolvidos no experimento, de ordem $(NT \times 1)$

$$Y = [Y_{111}, \dots, Y_{11T}, \dots, Y_{1n_11}, \dots, Y_{1n_1T}, Y_{211}, \dots, Y_{21T}, \dots, Y_{2n_21}, \dots, Y_{2n_2T}]^t$$

X é uma matriz bloco diagonal de ordem $(NT \times 7L)$ em que cada bloco é formado pelas séries temporais de todas as variáveis explicativas: ESD, EST, índice crioscópico, acidez, gordura, densidade e temperatura, para cada grupo, ver apêndice.

β é o vetor dos parâmetros fixos desconhecidos de cada grupo, associados a cada uma das variáveis explicativas. É de ordem $(7L \times 1)$.

$$\beta = \left[\underbrace{\alpha_1, \chi_1, \delta_1, \phi_1, \varphi_1, \gamma_1, \eta_1, \dots, \alpha_L, \chi_L, \delta_L, \phi_L, \varphi_L, \gamma_L, \eta_L}_{\text{}} \right]^t = [\beta_1, \dots, \beta_L]^t$$

\mathbf{Z} é a matriz associada aos efeitos aleatórios (inicialmente, coloca-se $\mathbf{Z} = \mathbf{X}$), de ordem $(NT \times 7L)$;

\mathbf{v} é o vetor de ordem $(7L \times 1)$ efeitos aleatórios associado às variáveis explicativas.

ε : vetor de erros correlacionados de ordem $(NT \times 1)$.

$$N = n_1 + \dots + n_L$$

$$L = 1, 2$$

$$T = 1, \dots, 120.$$

Os vetores \mathbf{v} e ε são não correlacionados e têm distribuição normal multivariada com

$$E[\mathbf{v}] = \mathbf{0}, E[\varepsilon] = \mathbf{0}, \mathbf{Cov}[\mathbf{v}] = \mathbf{G} \text{ e } \mathbf{Cov}[\varepsilon] = \mathbf{R}.$$

Desta forma, $\mathbf{Y} \sim N(\mathbf{X}\beta, \mathbf{ZGZ}^t + \mathbf{R})$.

Para maiores detalhes, ver Diggle et al. (1994) e Andreoni (1989).

Utilizando-se esta metodologia, pode-se:

1. Verificar se existe efeito das variáveis explicativas, dentro de cada grupo sobre a variável redutase, isto é, testar

$$H_{01}: \beta_i = \mathbf{0},$$

para cada um dos grupos $i = 1, \dots, L$.

Se H_{01} for rejeitada, pode-se utilizar contrastes e testar igualdade de subconjuntos de interesse do vetor β , dentro de cada grupo

2. Verificar se o efeito das variáveis explicativas, ou de algumas delas, difere entre o grupos, isto é, testar

$$H_{02}: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_L.$$

Se H_{02} for rejeitada, pode-se utilizar contrastes para verificar se existem grupos com comportamentos semelhantes.

Nesta análise, assume-se normalidade da variável Y . Além disso, para este problema, o mais adequado é escolher uma estrutura AR(1) de autocorrelação residual, isto é, $\mathbf{R} = s^2 \Omega(r)$, em que

$$\Omega = \begin{bmatrix} 1 & r & r^2 & \dots & r^{NT-1} \\ r & 1 & r & \dots & r^{NT-2} \\ r^2 & r & 1 & \dots & r^{NT-3} \\ \vdots & & & \ddots & \\ r^{NT-1} & r^{NT-2} & \dots & r & 1 \end{bmatrix}$$

NT x NT

Para a análise neste projeto utilizou-se o pacote estatístico SAS (Proc Mixed), o qual ajusta modelos lineares para médias, oferece várias opções para estrutura de covariância, permite a escolha do método de estimação (Método de Estimação de Máxima Verossimilhança (MV) ou Método de Estimação de Máxima Verossimilhança Restrita (MVR)) e do processo iterativo a ser utilizado (Newton-Raphson, Fisher scoring ou algoritmo EM). Para maiores detalhes, ver Diggle et al. (1994).

A saída do pacote estatístico SAS permite verificar as seguintes informações:

- estimativas de MV (MV ou MVR) dos parâmetros do modelo e as respectivas estimativas dos erros padrões assintóticos;
- valor do logaritmo da função de verossimilhança;
- valor relativo ao Critério de Informação de Akaike (AIC), bem como o valor relativo ao Critério Bayesiano de Schwartz (BIC);
- valores observados e resíduos.

APÊNDICE G

Saídas da Rotina “Lowess”

Gráfico G.1 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis acidez e redutase para o grupo dos produtores satisfatórios

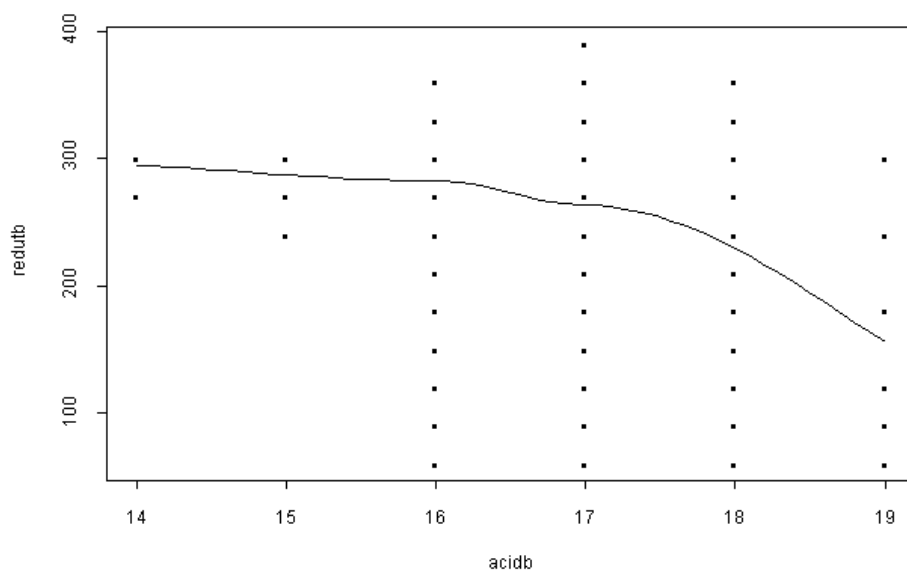


Gráfico G.2 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis acidez e redutase para o grupo dos produtores deficientes

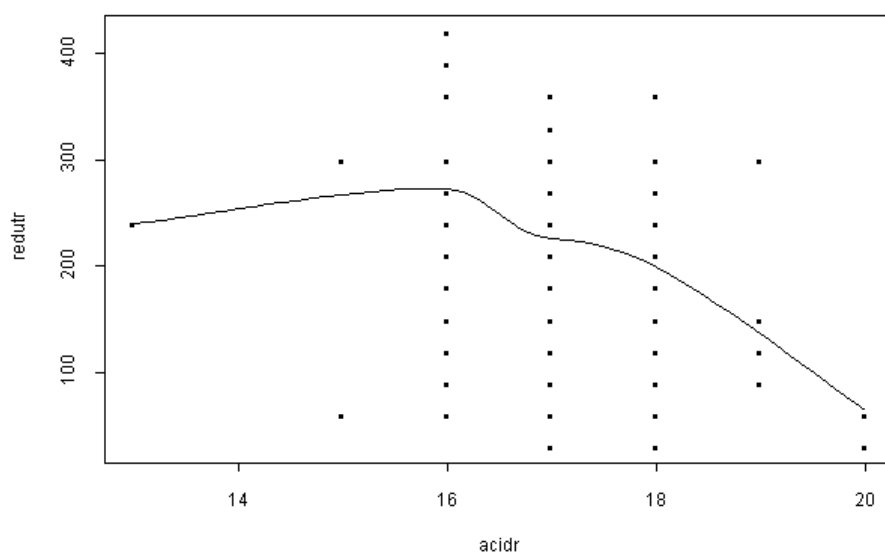


Gráfico G.3 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis acidez e índice crioscópico para o grupo dos produtores satisfatórios

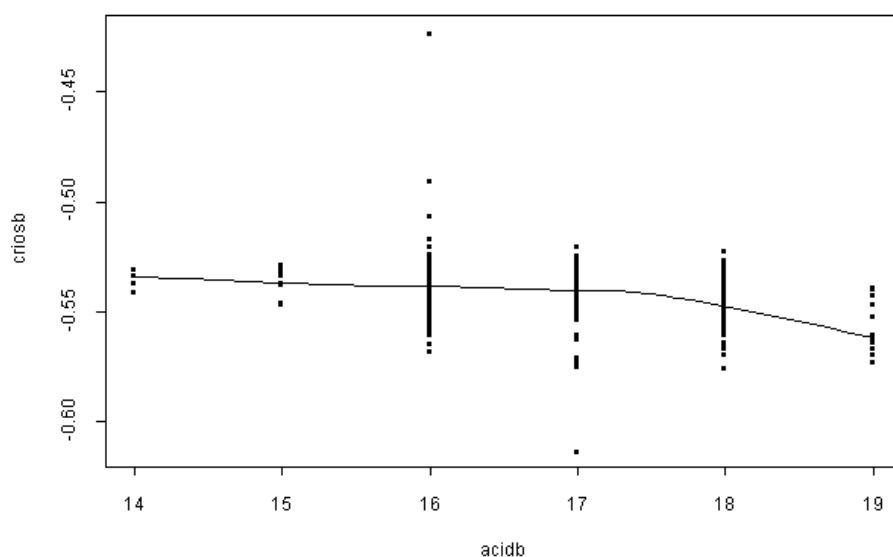


Gráfico G.4 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis acidez e índice Crioscópico para o grupo dos produtores deficientes

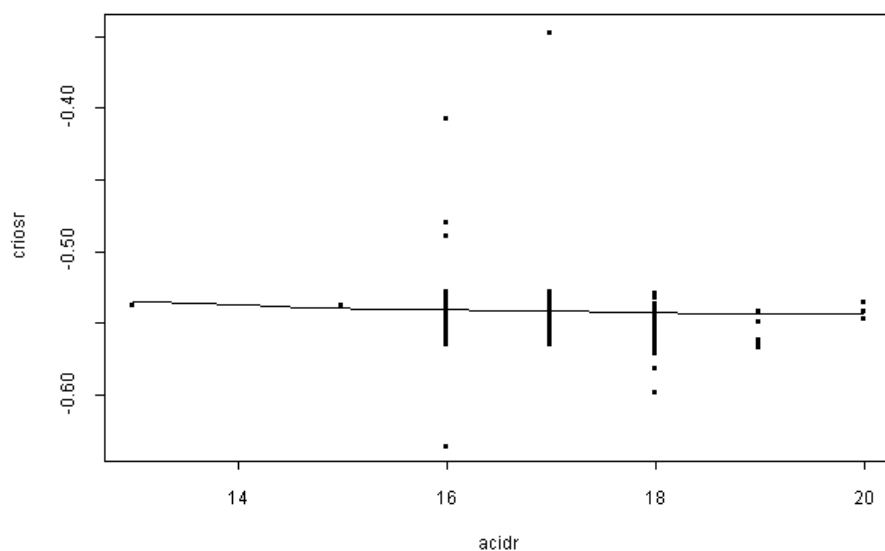


Gráfico G.5 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis temperatura e redutase para o grupo dos produtores satisfatórios

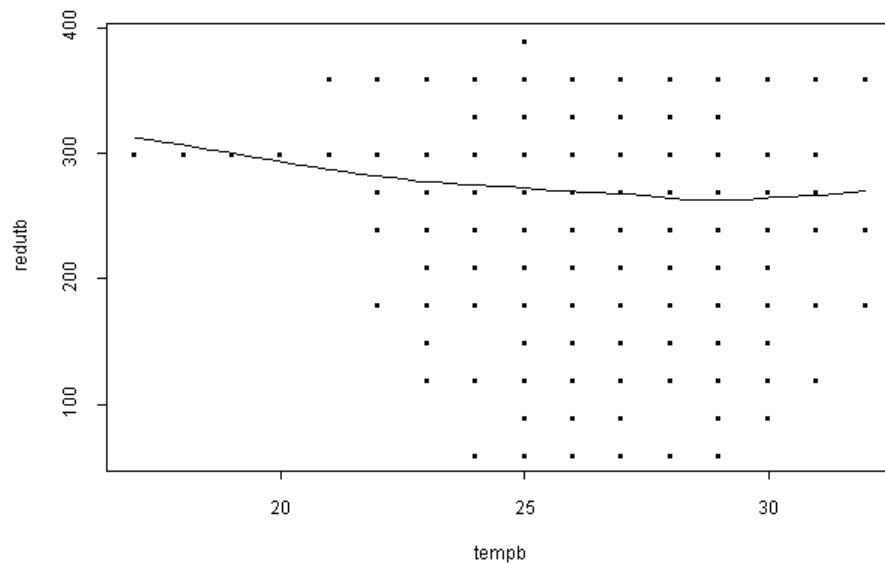


Gráfico G.6 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis temperatura e redutase para o grupo dos produtores deficientes

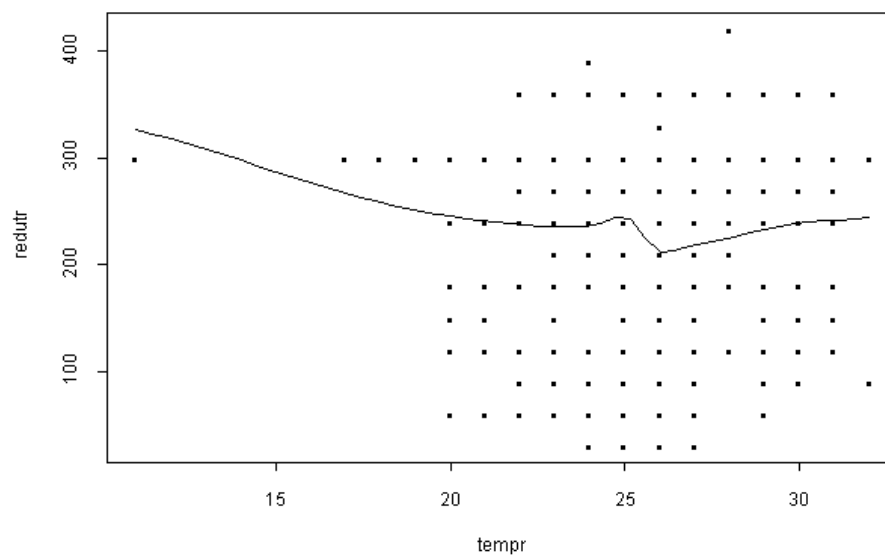


Gráfico G.7 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis extrato seco total e acidez para o grupo dos produtores satisfatórios

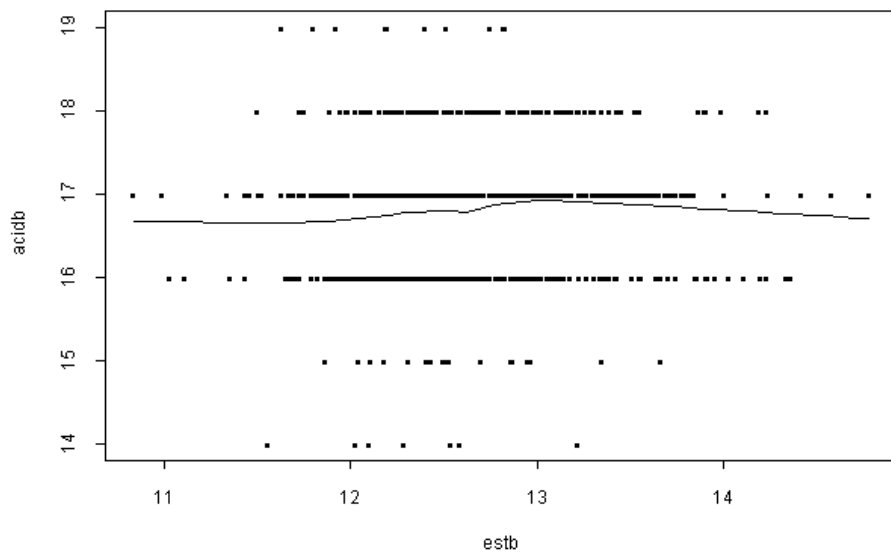
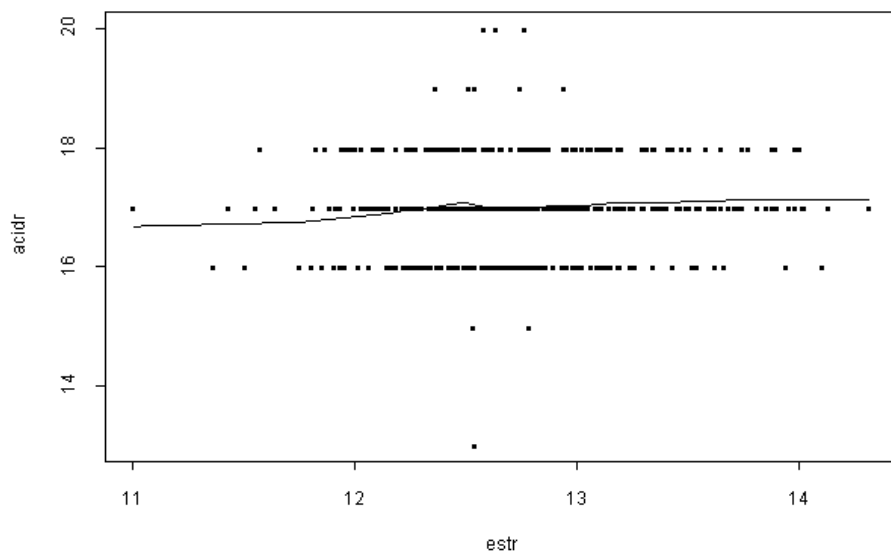


Gráfico G.8 - Diagrama de dispersão da rotina Lowess entre as variáveis extrato seco total e acidez para o grupo dos produtores deficientes



APÊNDICE H

Funções de Autocorrelação dos Resíduos dos Modelos (6.2) e (6.4) por Produtor

o **Gráfico H.1 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2) para produtor 1.**

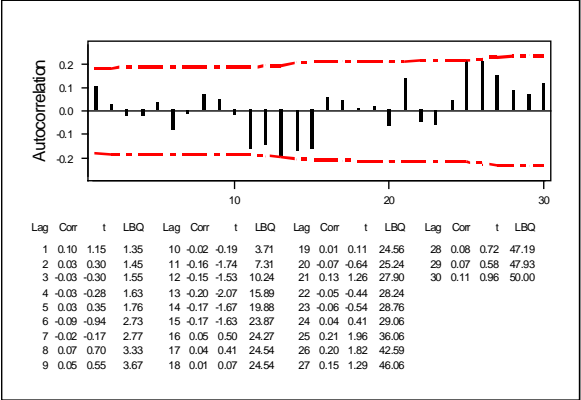


Gráfico H.2 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2) para o produtor 2.

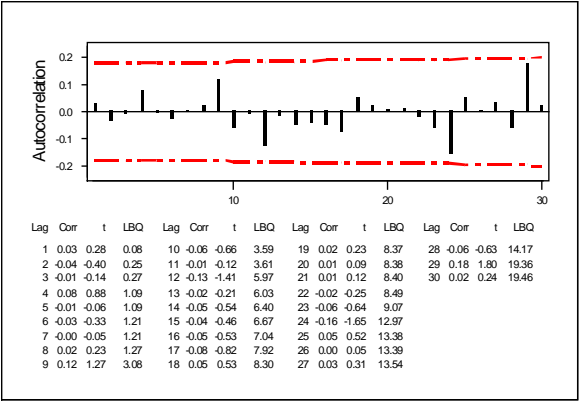
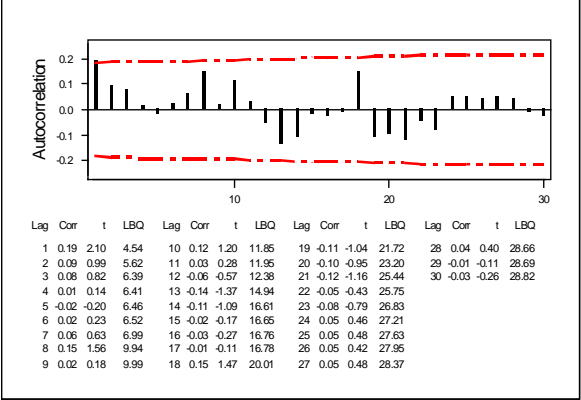
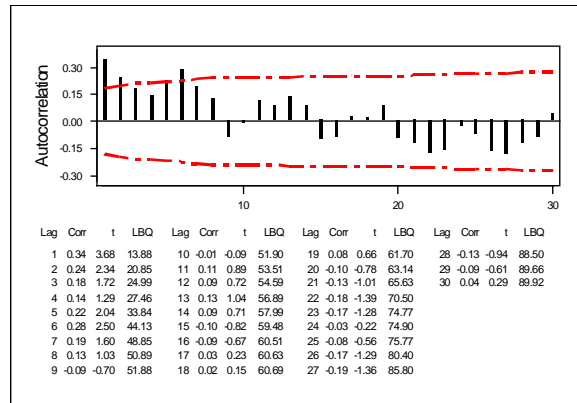


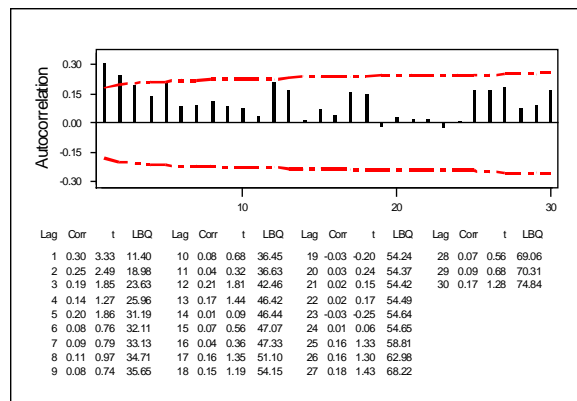
Gráfico H.3 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2) para o produtor 3.



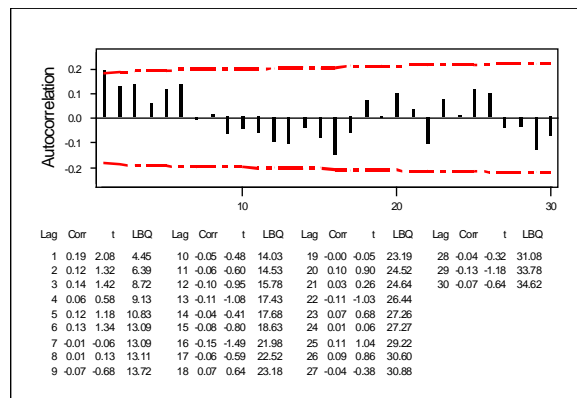
**Gráfico H.4 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 4.**



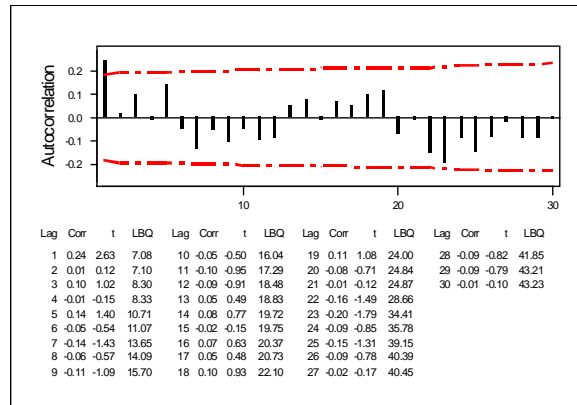
**Gráfico H.5 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 5.**



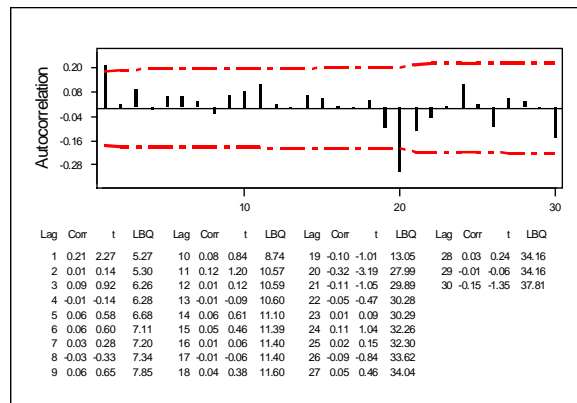
**Gráfico H.6 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 6.**



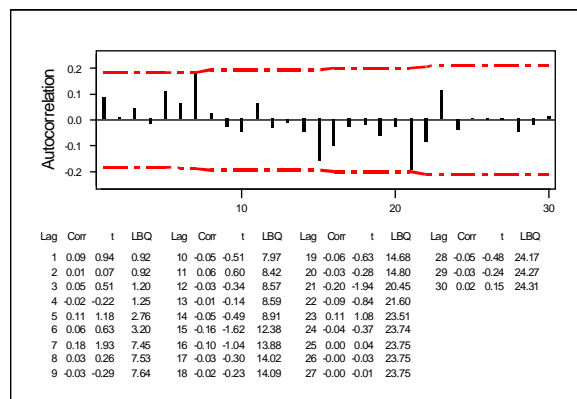
**Gráfico H.7 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 7.**



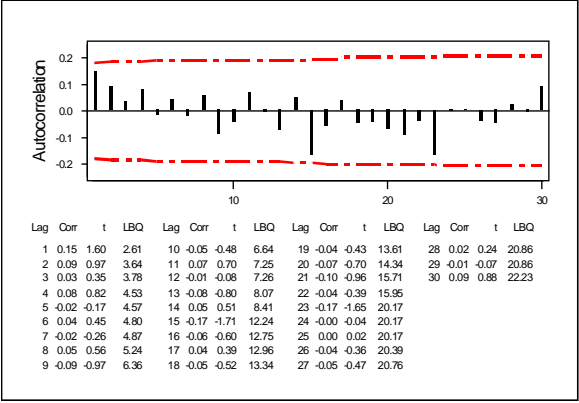
**Gráfico H.8 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 8.**



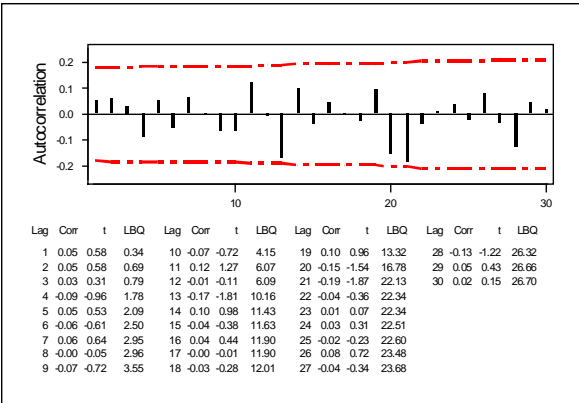
**Gráfico H.9 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 9.**



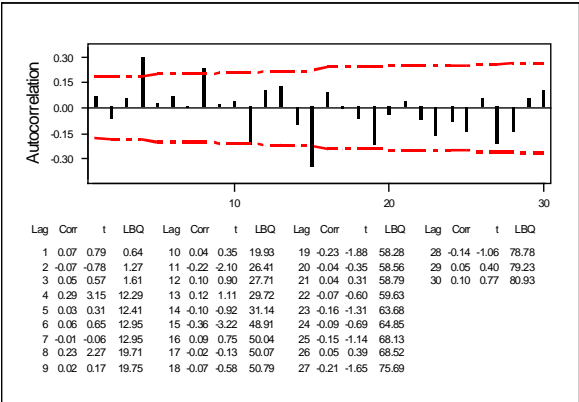
**Gráfico H.10 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 10.**



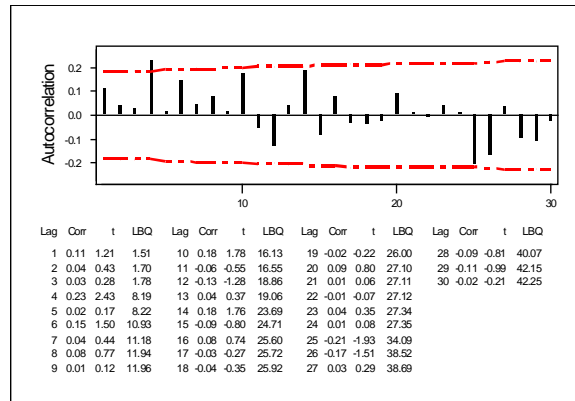
**Gráfico H.11 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 11.**



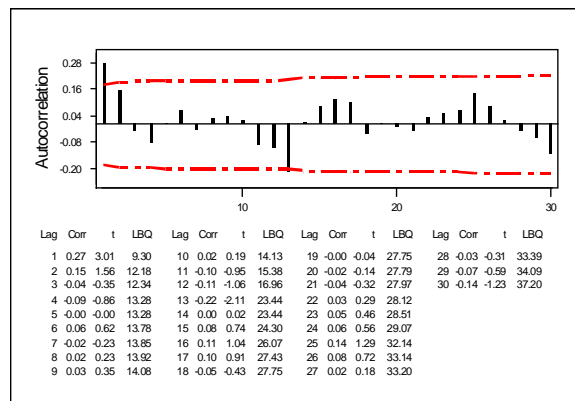
**Gráfico H.12 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 12.**



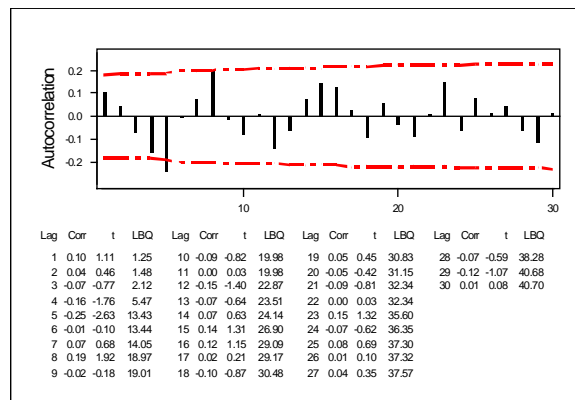
**Gráfico H.13 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 13.**



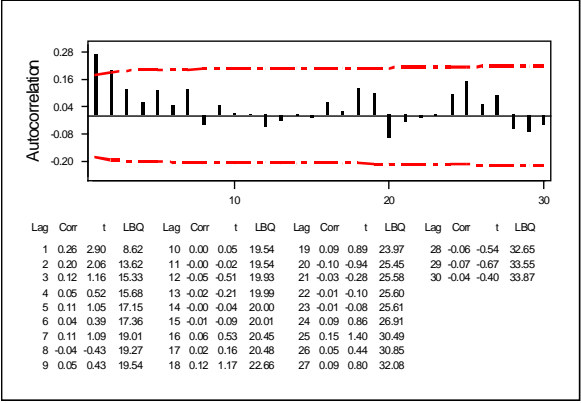
**Gráfico H.14 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 14.**



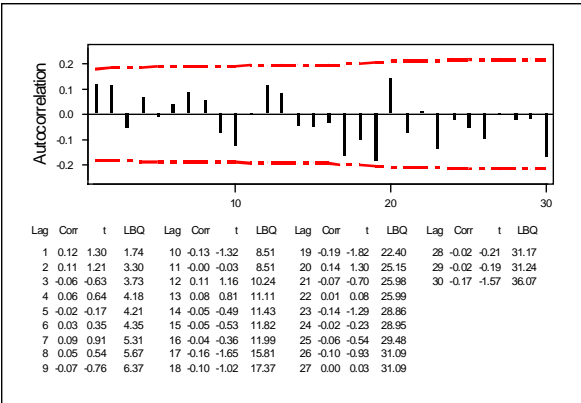
**Gráfico H.15 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 15.**



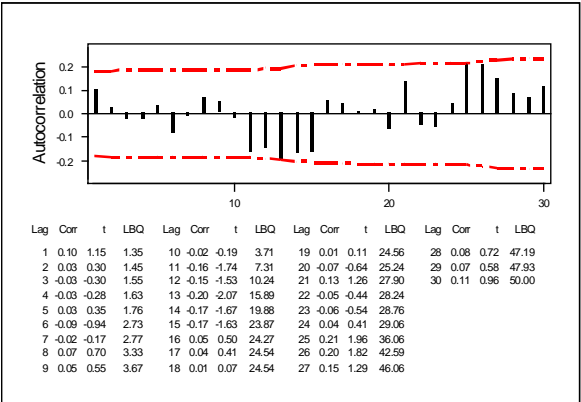
**Gráfico H.16 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 16.**



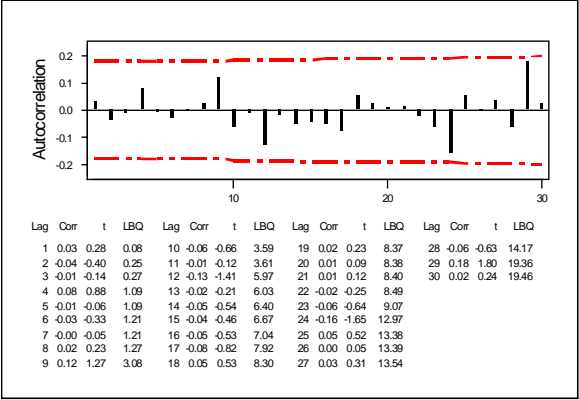
**Gráfico H.17 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.2)
para o produtor 17.**



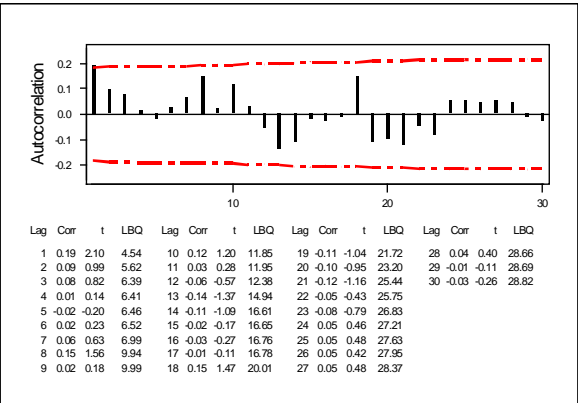
**Gráfico H.18 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 1.**



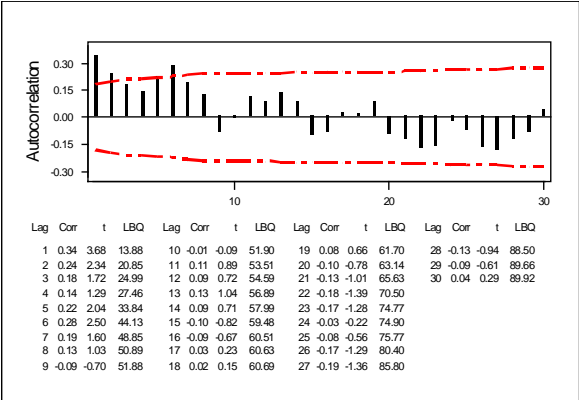
**Gráfico H.19 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 2.**



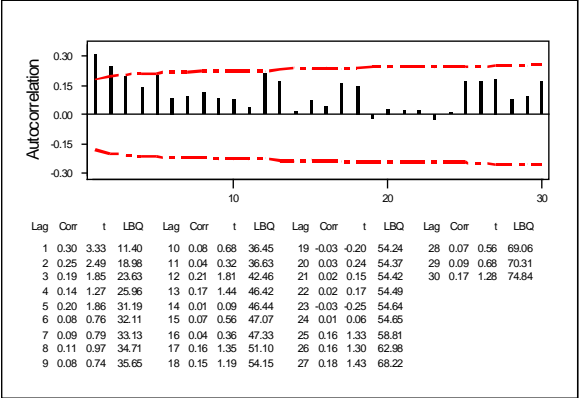
**Gráfico H.20 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 3.**



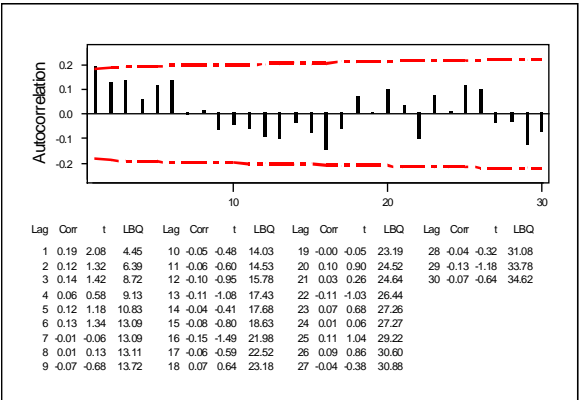
**Gráfico H.21 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 4.**



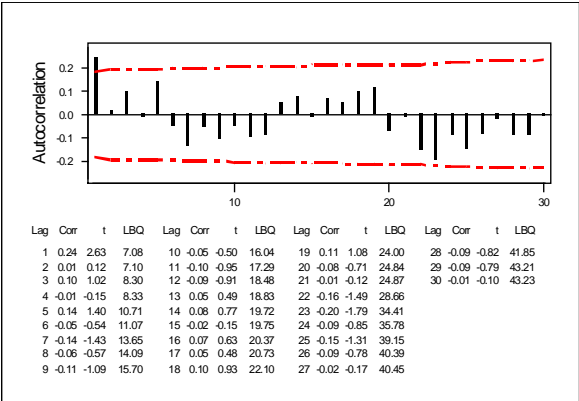
**Gráfico H.22 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 5.**



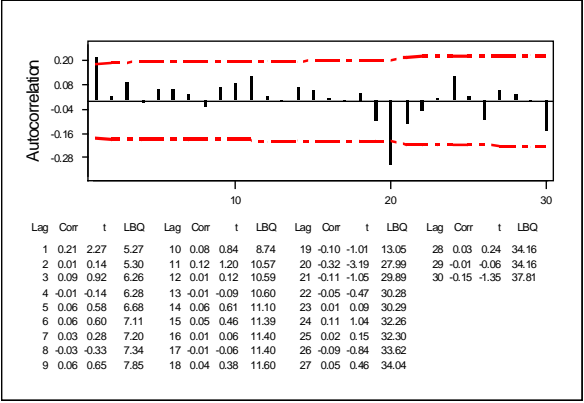
**Gráfico H.23 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 6.**



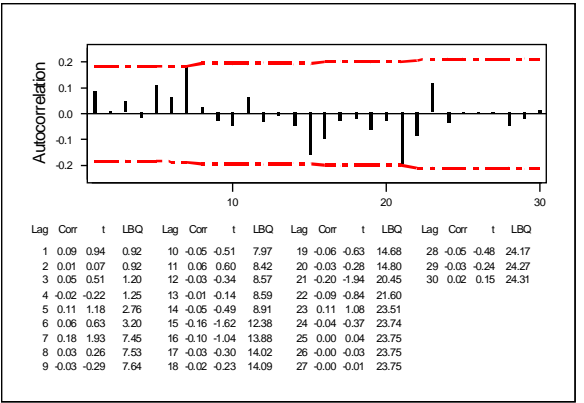
**Gráfico H.24 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 7.**



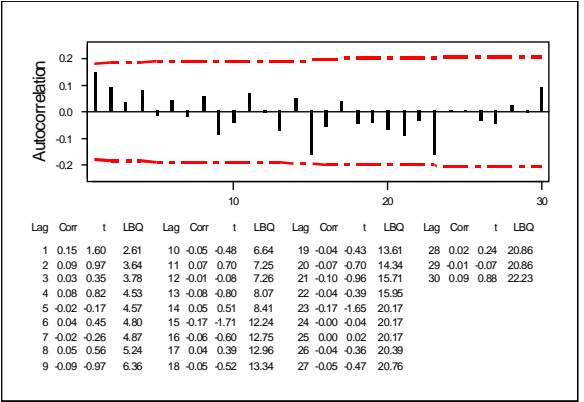
**Gráfico H.25 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 8.**



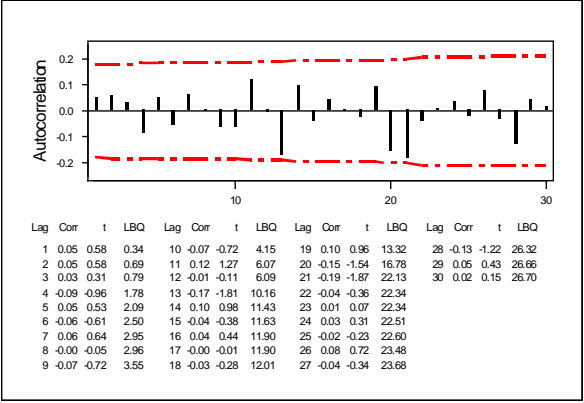
**Gráfico H.26 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 9.**



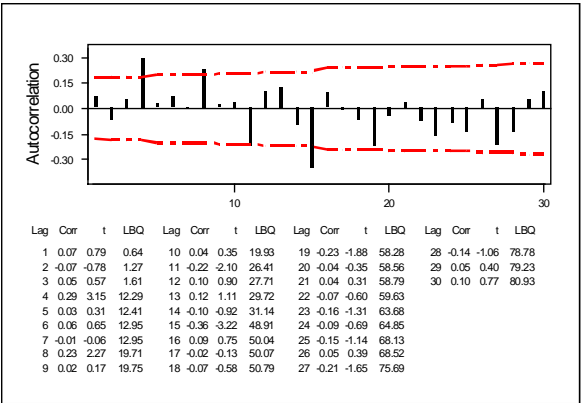
**Gráfico H.27 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 10.**



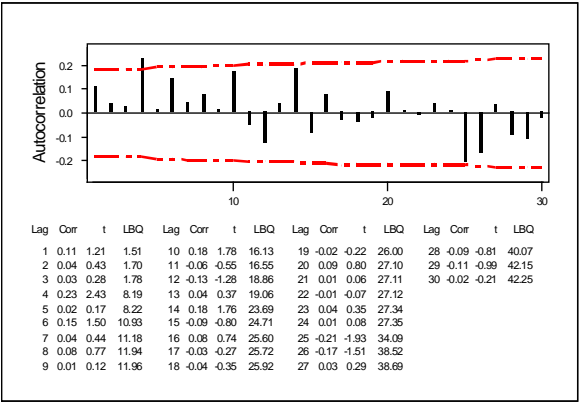
**Gráfico H.28 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 11.**



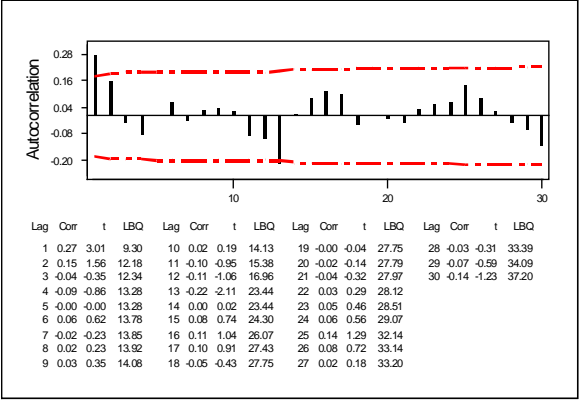
**Gráfico H.29 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 12.**



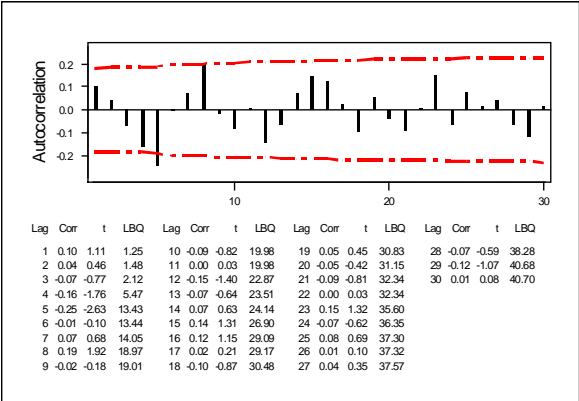
**Gráfico H.30 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 13.**



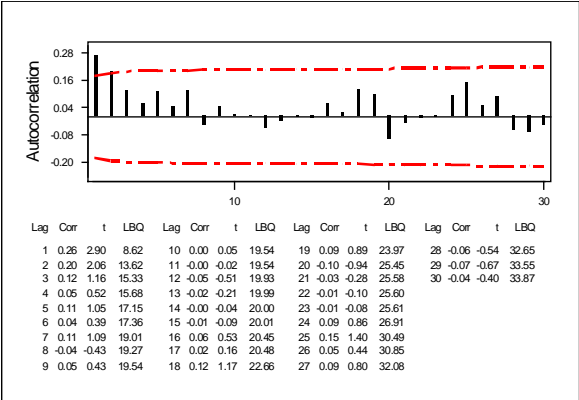
**Gráfico H.31 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 14.**



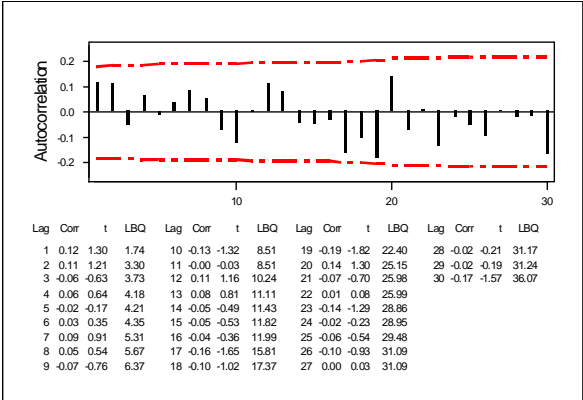
**Gráfico H.32 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 15.**



**Gráfico H.33 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 16.**



**Gráfico H.34 - Função de autocorrelação dos resíduos do modelo (6.4)
para o produtor 17.**



APÊNDICE I

Programas

I.1 Programa SINAL.BAS

Este programa calcula a estatística F para testar a hipótese

$$H_0: \Omega(t) = 0,$$

do modelo com sinal comum,

$$Y_n(t) = \mu_n + \Omega(t) + \varepsilon_n(t)$$

utilizando os coeficientes de Fourier da série com T pontos. O arquivo de entrada tem o seguinte formato: as $(2n-1)$ -ésima e $(2n)$ -ésima colunas correspondem aos coeficientes de Fourier da n -ésima série da amostra. O arquivo de saída contém os valores da estatística F em cada frequência. A listagem do programa é:

```
CLS
INPUT "O nome do arquivo de entrada.....?:" , arq$
INPUT "O numero de series a serem analisadas..?:" , amost%
INPUT "O tamanho de cada serie.....?:" , num%
INPUT "O nome do arquivo de saida.....?:" , arqs$
linha% = num%: coluna% = amost% + 3
DIM f(linha%), x(linha%, coluna%), y(linha%, coluna%)
OPEN "I", #1, arq$: OPEN "O", #2, arqs$
FOR lin% = 1 TO num%
  FOR col% = 1 TO amost%
    INPUT #1, x(lin%, col%): INPUT #1, y(lin%, col%)
  NEXT
NEXT
FOR lin% = 1 TO num%
  FOR col% = 1 TO amost%
    x(lin%, amost% + 1) = x(lin%, amost% + 1) + x(lin%, col%)
    y(lin%, amost% + 1) = y(lin%, amost% + 1) + y(lin%, col%)
  NEXT
  x(lin%, amost% + 1) = x(lin%, amost% + 1) / amost%
  y(lin%, amost% + 1) = y(lin%, amost% + 1) / amost%
  x(lin%, amost% + 2) = x(lin%, amost% + 1) ^ 2 * amost%
  y(lin%, amost% + 2) = y(lin%, amost% + 1) ^ 2 * amost%
  FOR col% = 1 TO amost%
    quadrado1 = (x(lin%, col%) - x(lin%, amost% + 1)) ^ 2
    quadrado2 = (y(lin%, col%) - y(lin%, amost% + 1)) ^ 2
    x(lin%, amost% + 3) = x(lin%, amost% + 3) + quadrado1
```



```

    y(lin%, amost% + 3) = y(lin%, amost% + 3) + quadrado2
NEXT
teste1 = (x(lin%, amost% + 2) + y(lin%, amost% + 2)) * (amost% - 1)
teste2 = x(lin%, amost% + 3) + y(lin%, amost% + 3)
testef = teste1 / teste2
f(lin%) = testef
NEXT
FOR lin% = 1 TO num%
    PRINT #2, f(lin%)
NEXT
SYSTEM

```

I.2 - Programa ANOVA.F.C

Este programa calcula as estatísticas F para testar as hipóteses

$$H_{01}: \Omega(t) = 0,$$

$$H_{02}: \Gamma_1(t) = \dots = \Gamma_M(t) = 0,$$

do modelo com um fator fixo,

$$Y_{lm} = \mu_{lm} + \Omega(t) + \Gamma_m(t) + \varepsilon_{lm}(t)$$

O arquivo de entrada tem o mesmo formato do anterior. Temos, aqui, dois arquivos de saída, uma para o teste do sinal comum e o outro para o teste do efeito de grupo. A listagem do programa é

```

#define N1 5
#define N2 12
#define N (N1+N2)
#define K 60
#define L 2

```

```

#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<math.h>
#include<ctype.h>

```

```

void main()
{

```

```

FILE *fpin, *fpout;
float R1[N1][K], R2[N2][K], I1[N1][K], I2[N2][K], RY1, RY2, IY1, IY2,
      RY, IY, S1, S2, RES, TOT, F;
int j, k;
char arquivo[30], continua;
printf("\nDigite o nome do arquivo de saida: ");
scanf("%s",&arquivo);
if ((fpout= fopen(arquivo,"w")) == NULL){
    printf("\nErro");
    exit(0);
}
continua='S';
do {
    printf("\nDigite o nome do arquivo do grupo 1: ");
    scanf("%s",&arquivo);
    if ((fpin= fopen(arquivo,"r")) == NULL) {
        printf("\nNao foi possivel abrir o arquivo %s", arquivo);
        printf("\nDeseja continuar (S/N)?");
        continua= getc(stdin);
        if (toupper(continua)=='N') exit(0);
    }
    else continua= 'N';
} while (continua != 'N');
for (j=0; j < N1; j++)
    for (k=0; k < K; k++) {
        fscanf(fpin,"%f",&R1[j][k]);
        fscanf(fpin,"%f",&I1[j][k]);
    }
continua='S';
do {
    printf("\nDigite o nome do arquivo do grupo 2: ");
    scanf("%s",&arquivo);
    if ((fpin= fopen(arquivo,"r")) == NULL) {
        printf("\nNao foi possivel abrir o arquivo %s", arquivo);
        printf("\nDeseja continuar (S/N)?");
        continua= getc(stdin);
        if (toupper(continua)=='N') exit(0);
    }
    else continua= 'N';
} while (continua != 'N');
for (j=0; j < N2; j++)
    for (k=0; k < K; k++) {
        fscanf(fpin,"%f",&R2[j][k]);
        fscanf(fpin,"%f",&I2[j][k]);
    }

```

```

RY1= RY2= IY1= IY2= RY= IY= 0.0;
for (k=0; k<K; k++) {
    for(j=0; j<N1; j++) {
        RY1+= R1[j][k];
        IY1+= I1[j][k];
    }
    for(j=0; j<N2; j++) {
        RY2+= R2[j][k];
        IY2+= I2[j][k];
    }
    RY= (N1*RY1+N2*RY2)/N;
    IY= (N1*IY1+N2*IY2)/N;
    S1= N*(RY*RY+IY*IY);
    S2= N1*(pow((RY1-RY),2) + pow((IY1-IY),2)) + N2*(pow((RY2-RY),2) +
        pow((IY2-IY),2));
    for (j=0, RES=0.0, TOT=0.0; j < N1; j++) {
        RES+= pow((R1[j][k]-RY1),2) + pow((I1[j][k]-IY1),2);
        TOT+= pow(R1[j][k],2) + pow(I1[j][k],2);
    }
    for (j=0; j < N2; j++) {
        RES+= pow((R2[j][k]-RY2),2) + pow((I2[j][k]-IY2),2);
        TOT+= pow(R2[j][k],2) + pow(I2[j][k],2);
    }
    F=((N-L)*S1)/RES;
    fprintf(fpout,"%g    ",F);
    F=((N-L)*S2)/RES;
    fprintf(fpout,"%g\n",F);
}
fclose(fpin);
fclose(fpout);
}

```