

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA - USP**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA – 05P23**

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Efeito da radiação e do armazenamento em ovos crus e processados sobre a estabilidade oxidativa do colesterol”.

PESQUISADORA: Marliz Klaumann Julca Medina

ORIENTADOR: Alfredo Tenuta Filho

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP

FINALIDADE: Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Júlia Maria Pavan Soler

Aurora Kyoko Nakati

Marco Aurélio Hirata

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

SOLER, J.P.M., HIRATA, M.A. e NAKATI, A.K.. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Efeito da radiação e do armazenamento em ovos crus e processados sobre a estabilidade oxidativa do colesterol”**. São Paulo, IME-USP, 2005. (RAE – CEA – 05P23)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BUSSAB, W.O. e MORETTIN, P.A. (2004). **Estatística Básica**. 5ª ed. São Paulo: Saraiva.

BERTECHINI, A.G.(2003). **Mitos e verdades sobre ovos de consumo**. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS. Campinas. Anais Apinco 2003. Campinas:FACTA.

FAO-WHO Global Forum of Food Safety Regulators.htm

NETER, J., KUTNER, M.H., NACHTSHEIM, C.J. and WASSERMAN, W. (1996). **Applied Linear Statistical Models**. 4. ed. Boston: Mc Graw Hill. 1408p.

TAI, C.-Y.; CHEN, Y.C. and CHEN, B.H. (1999). **Analysis, formation and inhibition of cholesterol oxidation products in foods: an overview**. J. Food Drug Anal., Nankang,

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

Microsoft Excel versão XP

Microsoft Word versão XP

S-PLUS 2000

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS:

Análise descritiva Unidimensional (03:010)

Análise de Variância com Modelos Mistos (08:030)

Comparações Múltiplas (08:090)

ÁREA DE APLICAÇÃO:

Bioestatística (14:030)

ÍNDICE

Resumo	5
1. Introdução	6
2. Objetivos	7
3. Descrição do Experimento	7
4. Descrição das Variáveis	8
4.1. Experimento Estocagem e Radiação	8
4.2. Experimento Processamento	9
4.3. Experimento Análise de cor.....	9
5. Análise descritiva	10
5.1. Experimento Estocagem e Radiação	10
5.2. Experimento Processamento	12
5.3. Experimento Análise de cor.....	13
6. Análise Inferencial	14
6.1. Experimento Estocagem e Radiação	14
6.2. Experimento Processamento	15
6.3. Experimento Análise de cor.....	16
7. Conclusões	16
Apêndice A – Gráficos	20
Apêndice B – Tabelas.....	54
Apêndice C – Planejamento	68
Apêndice D – Aspectos teóricos	71
Apêndice E –Tabelas da Análise Inferencial	73
Apêndice F – Gráficos da Análise Inferencial.....	85

Resumo

O objetivo principal do estudo é avaliar o possível aumento da concentração de óxidos de colesterol em ovos provocado pela radiação ionizante. Além do efeito da radiação, deseja-se estudar os efeitos causados pelo tempo de estocagem e tipo de processamento dos ovos. Adicionalmente, é de interesse verificar a mudança da cor da gema causada pela radiação e a existência de correlação entre os óxidos de colesterol e malonaldeído.

O estudo foi dividido em três experimentos distintos. No primeiro experimento os ovos são submetidos às combinações de três níveis de radiação (0, 1, 2 e 3kGy) e dois períodos de estocagem (0 e 30 dias). Para cada combinação são medidas as concentrações do colesterol e seus óxidos, umidade, viscosidade, pH, lípidos totais e malonaldeído. No segundo experimento os ovos são submetidos a três diferentes processamentos (cru, cozido e frito) sob um mesmo nível de radiação (3kGy) e mensuram-se as concentrações dos óxidos de colesterol, malonaldeído e a porcentagem de umidade. Já no terceiro experimento os ovos são submetidos a três níveis de radiação (0, 1, 2 e 3kGy) e mensuram-se a luminosidade e a variação da cor da gema. Cada um dos experimentos foi realizado três vezes e para cada repetição foram feitas misturas de ovos e retiradas para a análise 3 sub-amostras.

Pela análise inferencial foi possível verificar que no experimento Estocagem e Radiação para alguns óxidos de colesterol (7α -hidroxicolesterol e 7β -hidroxicolesterol) há efeito significativo apenas do tempo de estocagem, já para os demais óxidos não há evidência de efeito de nenhum dos fatores de estudo.

No experimento Processamento não foi detectado efeito significativo na concentração dos óxidos de colesterol. No experimento Análise de cor detectou-se que o nível de radiação influencia na variação da cor da gema, isto é, o nível de radiação faz com que a cor da gema mude consideravelmente.

1. Introdução

Sabe-se que parte da população de países desenvolvidos adoece devido à contaminação alimentar. Pessoas pobres são as mais susceptíveis a estes tipos de doenças. Diarréias causadas por água ou comida contaminada é o principal sintoma e pode levar à morte em países menos desenvolvidos (FAO/WHO).

Considerando a importância das doenças microbianas ou parasitárias relacionadas aos alimentos, a segurança alimentar deve ser garantida até o nível de consumidor final. Programas preventivos devem ser prioritários, incluindo o desenvolvimento de tecnologias de processamento de alimentos mais seguros.

A irradiação de alimentos visa reduzir às perdas dos mesmos devido à infestação, contaminação e decomposição. Há uma preocupação crescente com doenças tais como a salmonelose.

Algumas bactérias da espécie *Salmonella* são mais relacionadas com ovos e seus derivados, diminuindo o consumo desse alimento. Apesar do baixo custo e de apresentar a maior quantidade de nutrientes essenciais totais (é constituído de mais de 13 proteínas, vitaminas, fosfolipídios, ácidos graxos essenciais e minerais) à nutrição humana, em relação ao seu conteúdo calórico, quando comparado com qualquer outro alimento, o ovo é tido como um alimento a ser evitado, pelo seu alto conteúdo de colesterol, situado exclusivamente na gema, e sua relação com doenças cardiovasculares (BERTECHINI, 2003).

O colesterol é um lipídio monoinsaturado, sendo passível de oxidação durante o processamento ou estocagem com a influência de uma série de fatores tais como oxigênio, temperatura, luz, radiação, radicais livres e íons metálicos.

Dezenas de óxidos de colesterol já foram identificados. Os mais comuns em alimentos são: 7-cetocolesterol (7-ceto), 7 α -hidroxicolesterol (7 α -OH), 7 β -hidroxicolesterol (7 β -OH), 5,6 α -epoxicolesterol (5,6 α -epoxi), 5,6 β -epoxicolesterol (5,6 β -epoxi), 20-hidroxicolesterol (20-OH), 25-hidroxicolesterol (25-OH) e colestanol (triol).

Apesar da radiação ionizante ser uma possibilidade para a eliminação da *salmonella* em ovos, acredita-se que este mesmo processo pode desencadear alterações químicas e gerar produtos de decomposição ou oxidação, como os óxidos de colesterol,

que são muito estudados pelos seus efeitos citotóxicos, aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos (TAI *et al.*, 1999).

2. Objetivos

Este projeto tem como objetivo avaliar o efeito da radiação ionizante durante o armazenamento (tempos 0 e 30 dias) de ovos mantidos em temperatura de refrigeração (4°C) sobre as concentrações de óxidos de colesterol, bem como o efeito da radiação ionizante (nos níveis 0, 1, 2 e 3 kGy) sobre a cor da gema. Além disso, tem-se interesse em avaliar o efeito do tipo de processamento na qualidade do alimento.

3. Descrição do Experimento

Na realização do estudo foram considerados três experimentos distintos (Estocagem e Radiação, Processamento e Análise de cor). Será chamada de realização a repetição dos experimentos (total de 3 realizações). Como descrito a seguir, em cada experimento foram utilizados ovos provenientes do mesmo fornecedor.

Para o experimento Estocagem e Radiação foram utilizadas 12 dúzias. Para cada combinação de níveis de radiação (0, 1, 2 e 3 kGy) e tempo de estocagem (0 ou 30 dias), foram atribuídos 18 ovos, dos quais foram utilizados 15 ovos para compor a amostra final (ver Figura C.1). Foi obtida uma mistura homogênea com os 15 ovos (utilizando apenas as gemas) e dela foram retiradas 3 sub-amostras.

Para o experimento Processamento foram utilizadas 3 dúzias de ovos. A cada tratamento (cru, cozido e frito) foi atribuída 1 dúzia de ovos, dos quais foram utilizados 10 ovos para compor a amostra final. Os ovos foram irradiados a 3 kGy e analisados no dia seguinte. Para esta análise as gemas do tratamento cru foram misturadas até formarem uma mistura líquida homogênea e dela foram retiradas 3 sub-amostras. Nos processamentos cozido e frito as gemas foram passados no processador de alimentos, resultando em uma massa homogênea e delas foram retiradas 3 sub-amostras (ver Figura C.2).

No experimento Análise de cor para avaliar o efeito da radiação na cor da gema foram utilizadas 4 dúzias de ovos. A cada nível de radiação (0, 1, 2 e 3kGy) foi atribuída 1 dúzia de ovos, dos quais foram utilizados 10 ovos para compor a amostra final. Os ovos foram irradiados e analisados no dia seguinte. Também neste caso, para cada nível de radiação foi obtida uma mistura homogênea das gemas e desta foram retiradas 3 sub-amostras (ver Figura C.3).

4. Descrição das Variáveis

A seguir serão apresentadas as variáveis observadas para cada experimento.

4.1. Experimento Estocagem e Radiação

Fatores considerados:

- Estocagem – tempo de estocagem: 0 ou 30dias;
- Radiação - nível de radiação utilizada: 0,1,2 ou 3 quilo-grey (kGy).

Variáveis:

- Colesterol – concentração de colesterol na gema, em mg/100g;
- 7-Cetocolesterol – concentração do óxido de colesterol 7-Cetocolesterol, em µg/g;
- 7 α -hidroxicolesterol – concentração do óxido de colesterol 7 α -hidroxicolesterol, em µg/g;
- 7 β -hidroxicolesterol - concentração do óxido de colesterol 7 β -hidroxicolesterol, em µg/g;
- 25-hidroxicolesterol - concentração do óxido de colesterol 25-hidroxicolesterol, em µg/g;
- Cops – somatória dos óxidos de colesterol, em µg/g;
- Lípides Total – quantidade total de lípides na amostra, em porcentagem;
- pH da clara;
- pH da gema;
- TBARS – concentração de malonaldeído, em mg/kg;

- Umidade – umidade dos ovos, em g/100g;
- Viscosidade da clara, em mPas;
- Viscosidade da gema, em mPas.

4.2. Experimento Processamento

Fator considerado:

- Processamento: cru, cozido ou frito.

Variáveis:

- 7-Cetocolesterol – concentração do óxido de colesterol 7-Cetocolesterol, em $\mu\text{g/g}$;
- 7 α -hidroxicoolesterol – concentração do óxido de colesterol 7 α -hidroxicoolesterol, em $\mu\text{g/g}$;
- 7 β -hidroxicoolesterol - concentração do óxido de colesterol 7 β -hidroxicoolesterol, em $\mu\text{g/g}$;
- 25-hidroxicoolesterol - concentração do óxido de colesterol 25-hidroxicoolesterol, em $\mu\text{g/g}$;
- Cops – somatória dos óxidos de colesterol, em $\mu\text{g/g}$;
- TBARS – concentração de malonaldeído, em mg/kg;
- Umidade – umidade dos ovos, em g/100g.

4.3. Experimento Análise de cor

Fator considerado:

- Radiação - nível de radiação utilizada: 0,1, 2 ou 3 quilo-grey (kGy).

Variáveis:

- variação da cor verde-vermelho;
- variação da cor azul-amarelo;
- Luminosidade – luminosidade da gema.

5. Análise descritiva

Foram calculadas algumas medidas descritivas tais como média, mediana, desvio padrão, entre outras, para cada variável deste estudo. Foram também construídos alguns gráficos para visualizar melhor o comportamento de cada variável dentro de cada um dos tratamentos de interesse, por exemplo, box-plot, dot-plot, gráfico de dispersão e gráfico de perfis médios. Maiores detalhes sobre tais análises podem ser encontrados em Bussab e Moretin (2004).

Nas análises, cada experimento foi considerado separadamente, são eles: Experimento Estocagem e Radiação, Experimento Processamento e Experimento Análise de cor.

De acordo com o delineamento experimental utilizado, a unidade experimental (unidade que recebe o tratamento) considerada no estudo é a mistura de ovos. Além disso, dado que de cada unidade experimental foram obtidas 3 sub-amostras, as unidades observacionais (unidade onde as mensurações são realizadas) do estudo correspondem às sub-amostras das misturas (Neter et al., 1996). Deste modo, dentro de cada tratamento, a fonte de variação total das observações pode ser particionada nas componentes de variância entre unidades observacionais (variância devido às variações de técnica) e entre unidades experimentais (variância devido às diferenças entre os lotes de ovos e às variações de técnica). Na análise descritiva dos dados optou-se pela utilização de um tamanho amostral igual a 9.

5.1. Experimento Estocagem e Radiação

Para algumas variáveis a concentração média aumenta muito devido à exposição à radiação e ao tempo de estocagem, como por exemplo, o 7-cetocolesterol que é considerado o mais importante entre os óxidos, pois é encontrado em maior quantidade na gema (cerca de 40,62µg/g). A concentração média deste óxido é cerca de 3 vezes a concentração de todos os outros óxidos; a diferença entre o controle (estocagem 0 e radiação 0) pode variar de 0,30µg/g (Estocagem 30 e radiação 1) até 18,81µg/g

(Estocagem 30 e radiação 3). Além disso sua concentração aumenta com o tempo de estocagem e com o aumento dos níveis de radiação com exceção de 1kGy (Tabela B.1).

A variabilidade das respostas não parece ser homogênea para os diferentes níveis de radiação, como ocorre na variável 25-hidroxicolesterol (Tabela B.4 e Figura A.4). Também pode haver alteração na variabilidade dos dados devido ao fator tempo de estocagem, como na variável 7-cetocolesterol (Figura A.1).

Foram observadas algumas observações aberrantes (“outliers”) para a variável 7 β -hidroxicoolesterol (Figura A.3), sendo que tais valores pertencem à mesma realização (mesma mistura), isto é, referem-se à variação entre as unidades observacionais.

Na análise, foi observado que para algumas variáveis (25-hidroxicoolesterol, TBARS e viscosidade da clara) o efeito do nível de radiação (independente do tempo de estocagem) parece ser evidente, pois na variável TBARS a concentração mediana aumenta, na viscosidade da clara a concentração mediana diminui (Figuras A.4, A.7 e A.9).

Já para as variáveis 7-cetocolesterol, 7 β -hidroxicoolesterol, Cops, colesterol, viscosidade da gema e pH da gema, o efeito do tempo de estocagem (independente do nível de radiação) parece ser evidente, fazendo com que a mediana das respostas aumentem com o armazenamento dos ovos com exceção no nível de radiação 2 para a variável 7 β -hidroxicoolesterol (Figuras A.1, A.3, A.5, A.6, A.10 e A.13).

Nas variáveis 7 α -hidroxicoolesterol, umidade e pH da gema parece existir um efeito simultâneo do tempo de estocagem e do nível de radiação (Figuras A.2, A.11 e A.13).

Além disso, há interesse da pesquisadora em estudar a associação entre os óxidos e a variável TBARS. Para tal finalidade foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis, considerando cada tipo de processamento.

A variável TBARS obteve uma alta correlação positiva (0,81) com a variável 7 α -hidroxicoolesterol no tratamento controle (tempo de estocagem 0 e nível de radiação 0). Contudo, quando os ovos são irradiados ao nível de 1 e 2kGy essas correlações tornam-se negativas (-0,31 e -0,76, para radiação 1 e 2kGy, respectivamente) sendo que, quando os ovos são irradiados ao nível de 3kGy, essa correlação volta a ser positiva (0,85), isto é, a radiação afeta a correlação (Tabelas B.24 a B.27). Comportamento, difícil de explicar,

como esse, também foi observado para os demais óxidos (7-cetocolesterol e 25-hidroxicolesterol).

5.2. Experimento Processamento

Considerando os diferentes tipos de processamento dos ovos, o valor médio do 7-cetocolesterol na condição cru ($41,37\mu\text{g/g}$) é cerca de duas vezes maior que o valor médio dos outros óxidos, confirmando sua importância. Para esta variável, quando a mistura de gemas é submetida aos processamentos cozido e frito a variabilidade das respostas aumenta (Tabela B.14).

Vale ressaltar, que o processamento cru é considerado como referência para as comparações entre as concentrações dos óxidos presente nos ovos (em particular, na gema).

Observa-se que as variáveis 7-cetocolesterol, 7β -hidroxicolesterol, 25-hidroxicolesterol, COPS parecem ser influenciadas pelo tipo de processamento, já que são encontradas maiores concentrações médias nos processamento cozido e menor concentração no processamento cru (Figuras A.39, A.41 a A.43, A.46 e A.48 a A.50).

A variável TBARS também parece ser influenciada pelo tipo de processamento, já que são encontradas maiores concentrações médias nos processamento frito e menor concentração no processamento cru (Figuras A.44 e A.51)

A variável 7α -hidroxicolesterol parece ser influenciada pelo tipo de processamento, mas a concentração observada é encontrada em menor quantidade no processamento cozido e em maior quantidade no processamento cru (Figuras A.40 e A.47).

A variável umidade parece ser influenciada pelo tipo de processamento, a concentração observada é encontrada em menor quantidade no processamento frito e em maior quantidade no processamento cru (Figuras A.45 e A.52).

Há interesse da pesquisadora em observar associações entre os óxidos e TBARS. Nas Tabelas B.32 a B.34 estão apresentados os valores do coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis para cada tipo de processamento.

No processamento cru a variável TBARS obteve correlação positiva com a variável 7 α -hidroxicoolesterol e com as demais variáveis as correlações foram negativas.

No processamento cozido essas correlações invertem-se, ou seja, o que era positivo no processamento cru passa a ser negativo, por exemplo, no 7 α -hidroxicoolesterol a correlação no cru é 0,85, passando a ser -0,79 no cozido. Já no processamento frito somente no 7-cetocolesterol a correlação se inverte comparando-se com o processamento cru, ou seja, no 7-cetocolesterol a correlação no cru é -0,12, passando a ser no frito 0,94 (Tabelas B.32 a B.34).

5.3. Experimento Análise de cor

Considerando a variação de cor verde-vermelho, nota-se que a média da resposta teve um decrescimento linear conforme a dose de radiação é aumentada. Isso significa que quanto maior a dose de radiação a cor do ovo fica menos avermelhada (Figura A.63 e Tabela B.21).

Para a variação de cor azul-amarelo, a média da resposta teve um decrescimento linear com o aumento da dose de radiação. Isso significa que quanto maior a dose de radiação a cor do ovo fica menos amarelada (Figura A.64 e Tabela B.22).

Na variável luminosidade houve um crescimento linear com o aumento da dose de radiação. Isso significa que quanto maior a radiação mais a luz é refletida, o que ocorre devido à alteração das cores verde-vermelho e azul-amarelo, pois a cor do ovo está cada vez mais “clara” e isso faz com que a luz seja mais refletida (Figura A.65 e Tabela B.23).

6. Análise Inferencial

Para cada variável medida foi ajustado um modelo de análise de variância – ANOVA (NETER et al., 1996), tendo como resposta as diversas variáveis medidas e como controle a radiação 0 ou o processamento cru (mais detalhes dos modelos utilizados encontram-se no Apêndice D).

Para tomar as decisões foi adotado o nível de descritivo de 5%.

6.1. Experimento Estocagem e Radiação

Para todas as variáveis foi considerado o modelo completo, isto é, consideramos como efeitos, a influência do tempo de estocagem, do nível de radiação e da interação entre tempo de estocagem e nível de radiação. Os modelos foram ajustados com auxílio do *software* Splus e encontram-se no Apêndice E, assim como as tabelas de comparações múltiplas, as tabelas das estimativas das médias e os gráficos de perfis médios com erros padrão calculados a partir dos modelos ajustados para as variáveis encontrados no Apêndice F. O modelo de ANOVA adotado considera dois componentes de variância, a variabilidade entre unidades experimentais e entre unidades observacionais. A técnica de análise de variância requer a validade de algumas suposições distribucionais. Assim, para os vários modelos completos ajustados, foram feitas análises de resíduos referentes à adequação do ajuste.

Nos modelos ajustados verificou-se que há efeito de tempo de estocagem para as variáveis 7 α -hidroxicoolesterol, 7 β -hidroxicoolesterol, Cops, Viscosidade de clara, Umidade e pH da gema (Tabelas E.3, E.5, E.9, E.17, E.21 e E.25). Para as variáveis TBARS, Viscosidade da clara e pH da clara nota-se que há efeito de Radiação e além disso nota-se que há efeito de interação entre tempo de Estocagem e Radiação para as variáveis Viscosidade da clara e pH da clara. Nas variáveis 7-Cetocolesterol, 25-hidroxicoolesterol, Colesterol, Lípides Totais e Viscosidade da gema não houve evidência amostral para detecção de efeito significativo dos fatores sob estudo (Tabelas E.1, E.7, E.11, E.15 e E.19). Vale ressaltar que caso a pesquisadora queira adotar um nível descritivo menos

rigoroso (6%), nota-se que há efeito do tempo de estocagem para a variável 7-cetocolesterol.

Para as variáveis que tiveram efeito de estocagem detectou-se que as concentrações médias para o tempo 30 são maiores do que as concentrações médias para o tempo 0 (Tabelas E.4, E.6, E.10, E.22 e E.25).

Para a variável TBARS, a partir das comparações múltiplas pode-se concluir que as médias das concentrações são crescentes com o aumento do nível de radiação (Tabela E.14).

Na variável pH da clara conclui-se, por meio de comparações múltiplas, que somente há diferença entre o pH médio das radiações 1, 2 e 3 em relação à radiação 0 (controle) no período 0. (Tabela E.24)

No tempo de estocagem 0 nota-se que a radiação 0 apresenta maior concentração média e as radiações 1, 2 e 3 tem concentrações médias iguais. No tempo de estocagem 30 nota-se o mesmo padrão que no tempo de estocagem 0, mas a concentração média da radiação 1 é maior do que na radiação 3.

Para as variáveis em que não foi detectado efeito significativo dos fatores sob estudo foi estimada a média geral da resposta independente de qualquer efeito (Tabelas E.2, E.8, E.12, E.16 e E.20).

6.2. Experimento Processamento

Nos modelos ajustados para todas as variáveis verificou-se que há efeito de Processamento somente nas variáveis TBARS e Umidade (Tabelas E.37 e E.39).

Na variável TBARS foi constatada que a concentração média é maior no processamento frito do que no processamento cozido, a qual é maior que a média do processamento cru (Tabela E.38).

Para a variável Umidade foi constatado que as médias de todos os tipos de processamentos diferem entre si (Tabela E.40). A umidade média do processamento cru é maior que a do processamento cozido que é maior que a média do processamento frito.

Para as variáveis em que não foi detectado efeito significativo de processamento foi estimada a média geral da resposta com os correspondentes erros padrão e Intervalos de confiança (Tabelas E.27 a E.36).

6.3. Experimento Análise de cor

No modelo ajustado para a variável variação de cor verde-vermelho verificou-se que há efeito de radiação, ou seja, existe diferença significativa entre as médias relativamente nos níveis de radiação (Tabela E.41). Para verificar as diferenças entre as médias foram feitas comparações múltiplas pelo método de Tukey (Tabela E.42) que forneceu níveis descritivos (valor p) menores que 0,005. Por meio dessas comparações pode-se verificar que o valor médio associado à variação de cor diminui com o aumento do nível de radiação, ou seja, quanto maior o nível de radiação mais esverdeada fica a mistura de gemas.

No modelo para a variável variação de cor azul-amarelo verificou-se que há efeito de Radiação (Tabela E.43). Para verificar as diferenças entre as médias foram feitas comparações múltiplas pelo método de Tukey (Tabela E.44), nessas comparações não foi possível constatar diferença significativa na média da variação de cor para a radiação 0 e 1 (p-valor 0,175). Para os outros níveis de radiações os valores médios diminuem com o aumento do nível de radiação ($p < 0,008$).

No modelo ajustado para a Luminosidade nota-se que não foi detectado efeito significativo de radiação, ou seja, não há diferença entre as médias para cada nível de radiação (Tabela E.45 e E.46).

7. Conclusões

É importante notar que as conclusões deste estudo sobre o comportamento dos óxidos de colesterol levam em conta o comportamento das respostas em misturas de ovos, que são as unidades experimentais deste trabalho. Vale ressaltar que os resultados da ANOVA indicaram que a variabilidade entre unidades experimentais dentro dos

tratamentos é muito alta, para a maioria das variáveis, o que, possivelmente, dificultou a detecção de efeitos dos fatores sob estudo.

No experimento Estocagem e Radiação, nas variáveis em que se detectou efeito de estocagem as concentrações médias no tempo 30 são maiores do que as concentrações médias no tempo 0. Em geral, nas variáveis em que se detectou efeito de Radiação as concentrações médias das respostas aumentaram com o aumento do nível de radiação.

Um resumo das conclusões pode ser observado na Figura1 e nos Gráficos F.1 a F.13.

Para o experimento Processamento somente foi detectado efeito significativo para as variáveis TBARS e Umidade, como pode ser observado na Figura2. e nos Gráficos F.14 a F.20.

Para o experimento Análise de cor o efeito da radiação é decrescente sobre os valores médios das variáveis variação de cor verde-vermelho e azul-amarelo, isto é, quanto maior o nível, menor a média dessas variáveis. Com isso observa-se na variação de cor verde-vermelho que a mistura das gemas vai perdendo a tonalidade vermelha e para a variação de cor azul-amarelo vai perdendo a tonalidade amarela.

Para a variável Luminosidade não foi detectado efeito significativo de radiação, como pode ser observado na Figura3 e nos Gráficos F.21 a F.23.

Figura1. Efeito dos fatores –Experimento Estocagem e Radiação

Variável	estocagem	radiação	interação	conclusão
7-cetocolesterol				$\hat{\mu} = 47,057$
7 α -hidroxicoolesterol	X			$\mu_{per0} < \mu_{per30}$
7 β -hidroxicoolesterol	X			$\mu_{per0} < \mu_{per30}$
25-hidroxicoolesterol				$\hat{\mu} = 5,712$
Cops	X			$\mu_{per0} < \mu_{per30}$
Colesterol				$\hat{\mu} = 2293,339$
TBARS		X		$\mu_{rad0} < \mu_{rad1} < (\mu_{rad2} = \mu_{rad3})$
Lípides Totais				$\hat{\mu} = 66,298$
Viscosidade Clara			X	$\mu_{rad0,per0} > (\mu_{rad1,per0} = \mu_{rad2,per0} = \mu_{rad3,per0})$ $\mu_{rad0,per30} > \mu_{rad1,per30} > \mu_{rad3,per30}$ $\mu_{rad1,per30} = \mu_{rad2,per30}$ $\mu_{rad2,per30} = \mu_{rad3,per30}$
Viscosidade Gema				$\hat{\mu} = 732,500$
Umidade	X			$\mu_{per0} < \mu_{per30}$
pH Clara			X	$\mu_{rad0,per0} > (\mu_{rad1,per0} = \mu_{rad2,per0} = \mu_{rad3,per0})$
pH Gema	X			$\mu_{per0} < \mu_{per30}$

Figura2. Efeito do fator - Experimento Processamento

Variável	conclusão
7-cetocolesterol	$\hat{\mu} = 43,910$
7 α -hidroxicoolesterol	$\hat{\mu} = 16,274$
7 β -hidroxicoolesterol	$\hat{\mu} = 12,248$
25-hidroxicoolesterol	$\hat{\mu} = 8,156$
Cops	$\hat{\mu} = 80,587$
TBARS	$\mu_{cru} < \mu_{cozido} < \mu_{frito}$
Umidade	$\mu_{cru} > \mu_{cozido} > \mu_{frito}$

Figura3. Efeito do fator - Experimento Análise de cor

Variável	conclusão
Verde-Vermelho	$\mu_{\text{rad}0} > \mu_{\text{rad}1} > \mu_{\text{rad}2} > \mu_{\text{rad}3}$
Azul-Amarelo	$\mu_{\text{rad}0} = \mu_{\text{rad}1} > \mu_{\text{rad}2} > \mu_{\text{rad}3}$
Luminosidade	$\hat{\mu} = 62,090$

Apêndice A – Gráficos

Figura A.1. Box-Plot da variável 7-cetocolesterol considerando os fatores Estocagem e Radiação

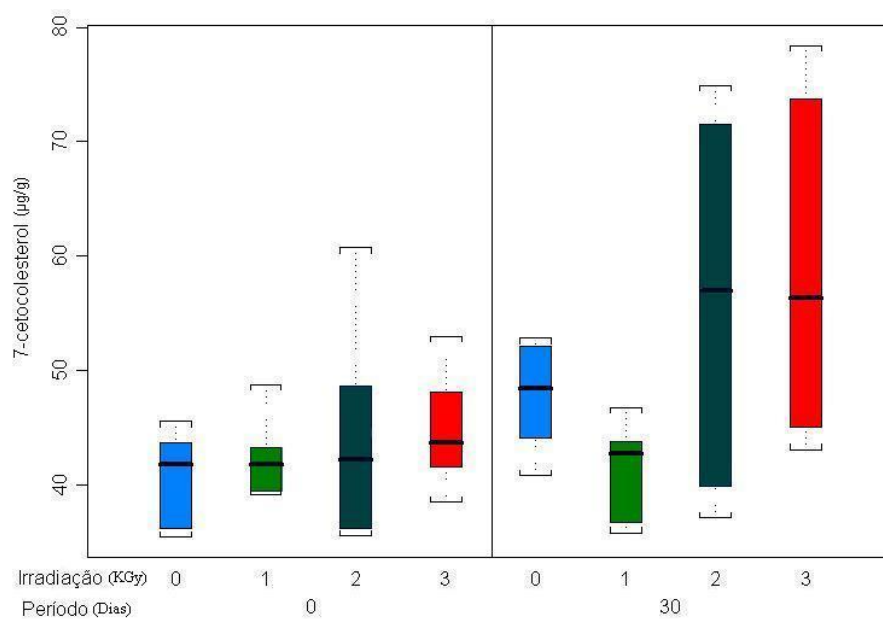


Figura A.2. Box-Plot da variável 7 α -hidroxicoolesterol considerando os fatores Estocagem e Radiação

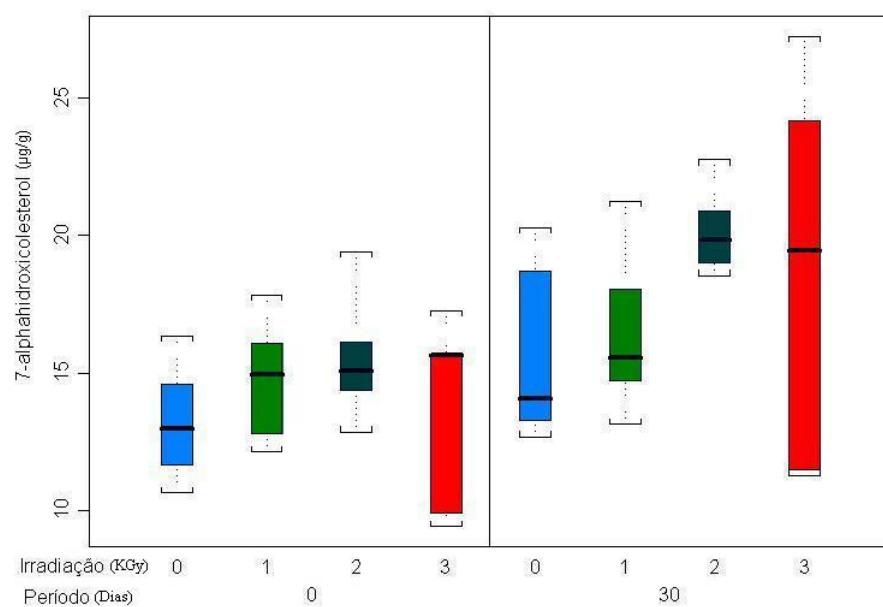


Figura A.3. Box-Plot da variável 7 β -hidroxicolesterol considerando os fatores Estocagem e Radiação

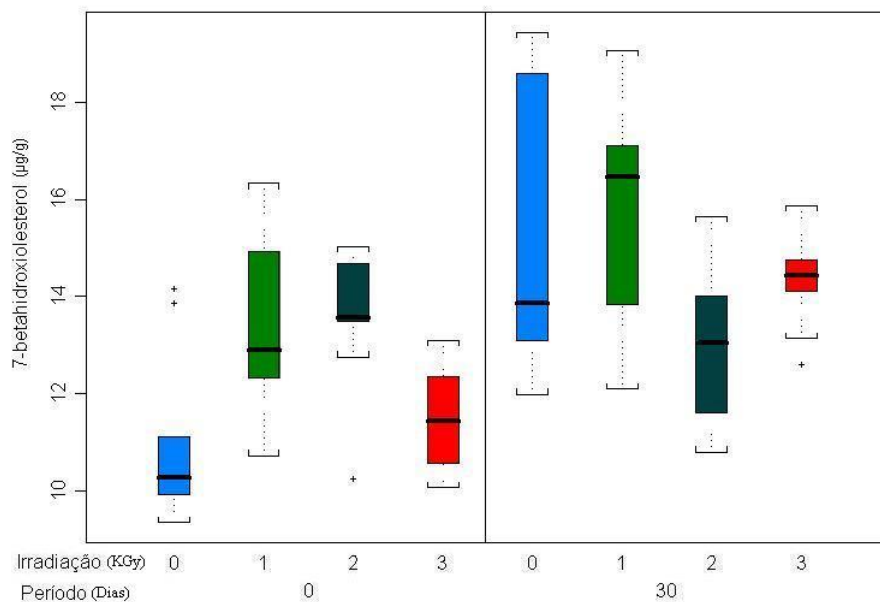


Figura A.4. Box-Plot da variável 25-hidroxicolesterol considerando os fatores Estocagem e Radiação

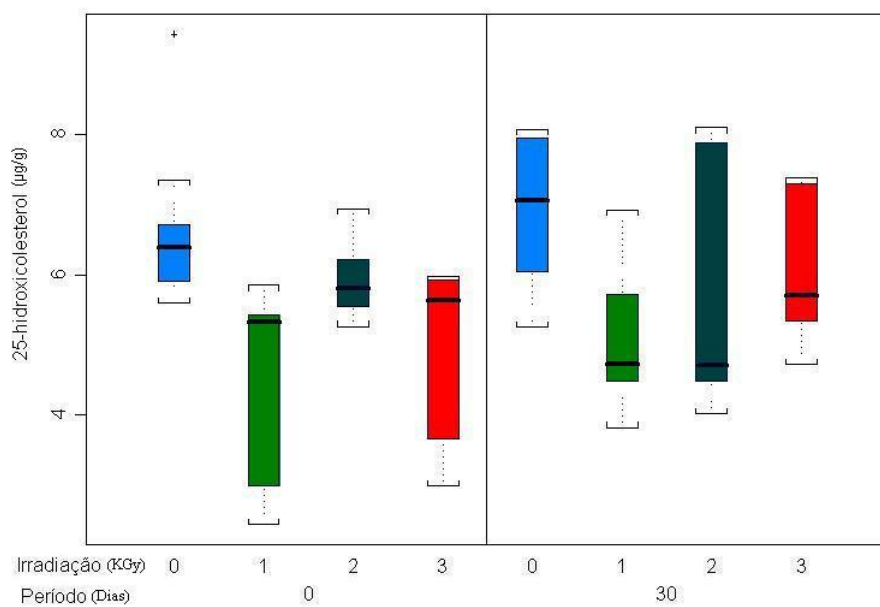


Figura A.5. Box-Plot da variável COPS considerando os fatores Estocagem e Radiação

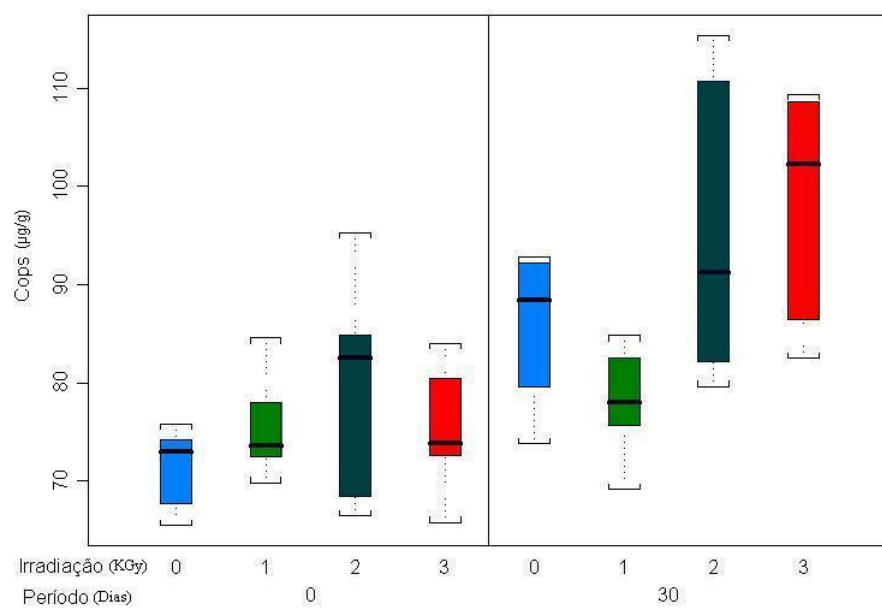


Figura A.6. Box-Plot da variável Colesterol considerando os fatores Estocagem e Radiação

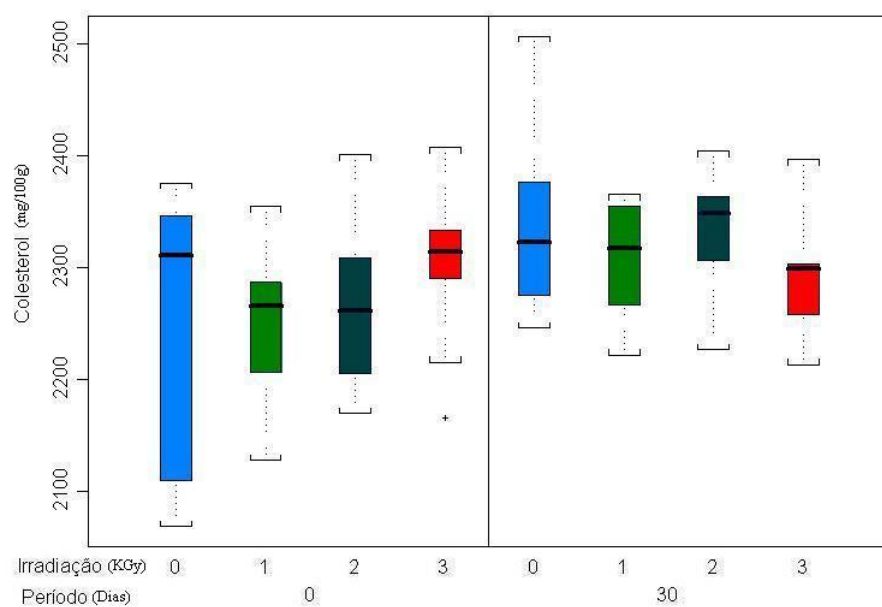


Figura A.7. Box-Plot da variável TBARS considerando os fatores Estocagem e Radiação

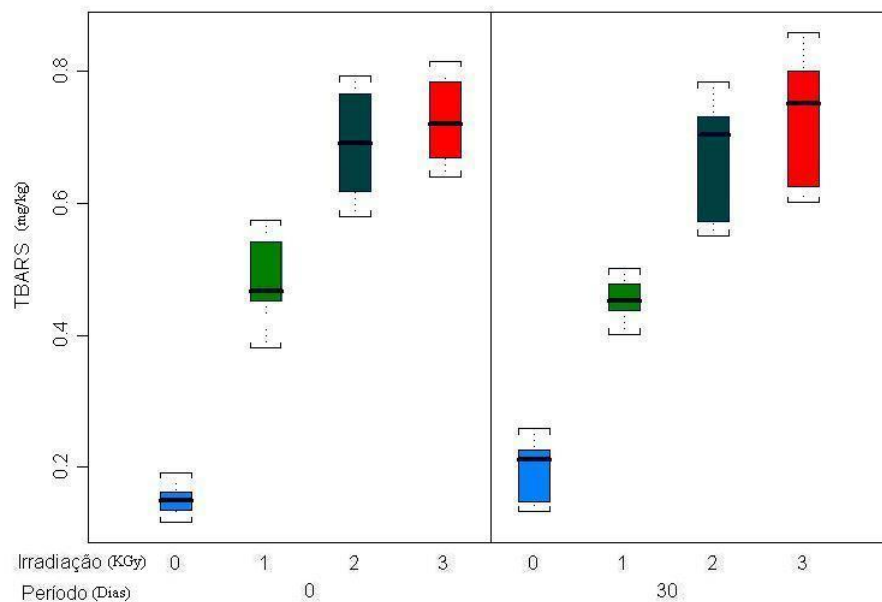


Figura A.8. Box-Plot da variável Lipídes Totais considerando os fatores Estocagem e Radiação

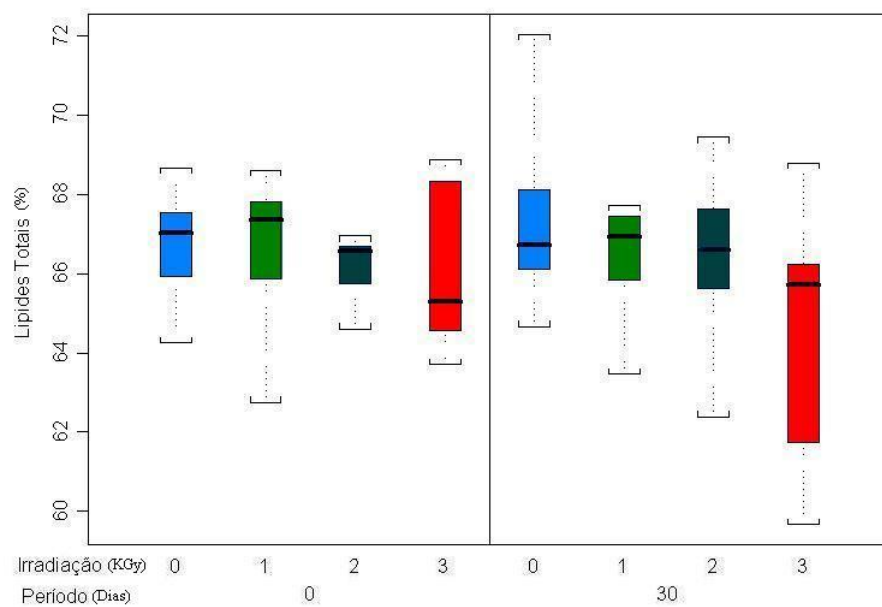


Figura A.9. Box-Plot da variável Viscosidade da Clara considerando os fatores Estocagem e Radiação

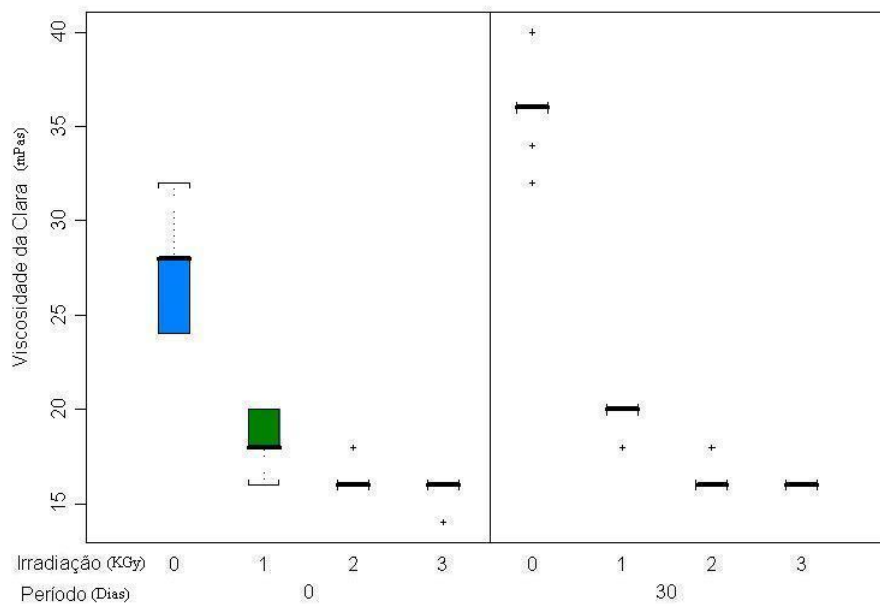


Figura A.10. Box-Plot da variável Viscosidade da Gema considerando os fatores Estocagem e Radiação

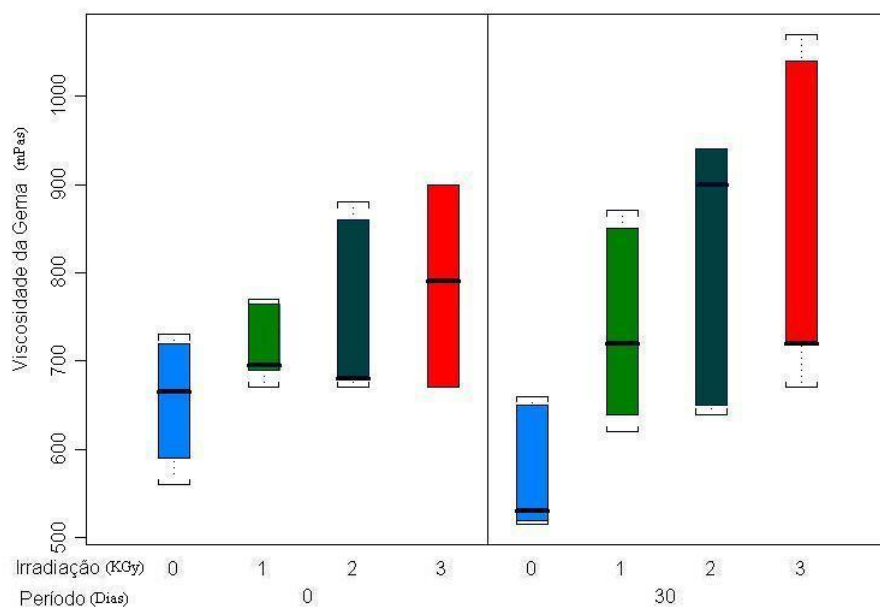


Figura A.11. Box-Plot da variável Umidade considerando os fatores Estocagem e Radiação

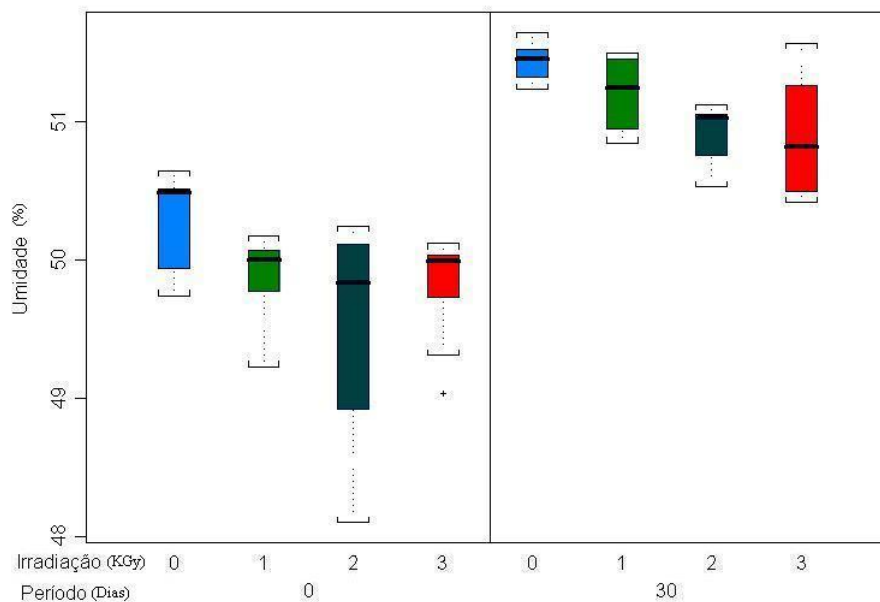


Figura A.12. Dot-Plot da variável pH da Clara considerando os fatores Estocagem e Radiação

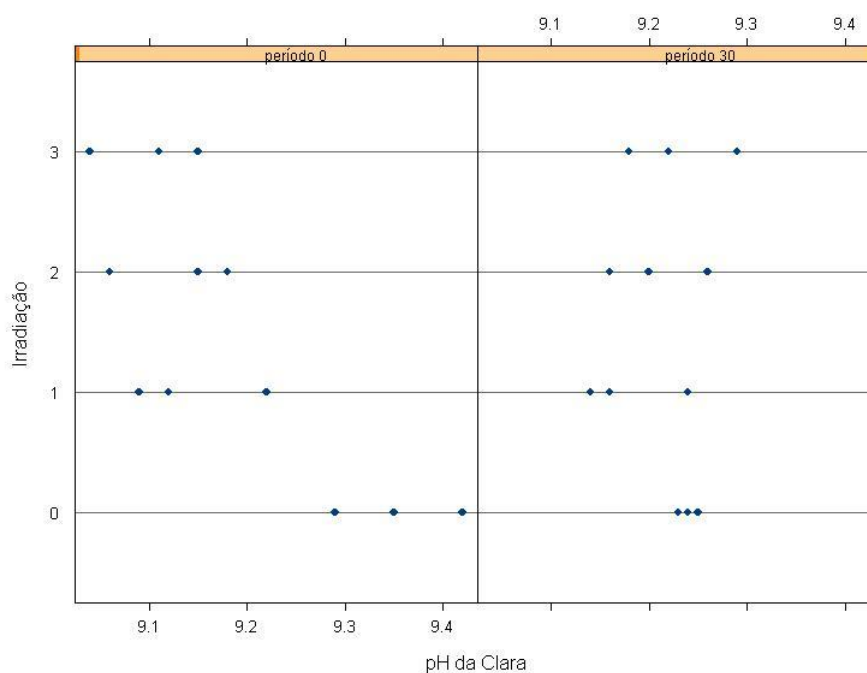


Figura A.13. Dot-Plot da variável pH da Gema considerando os fatores Estocagem e Radiação

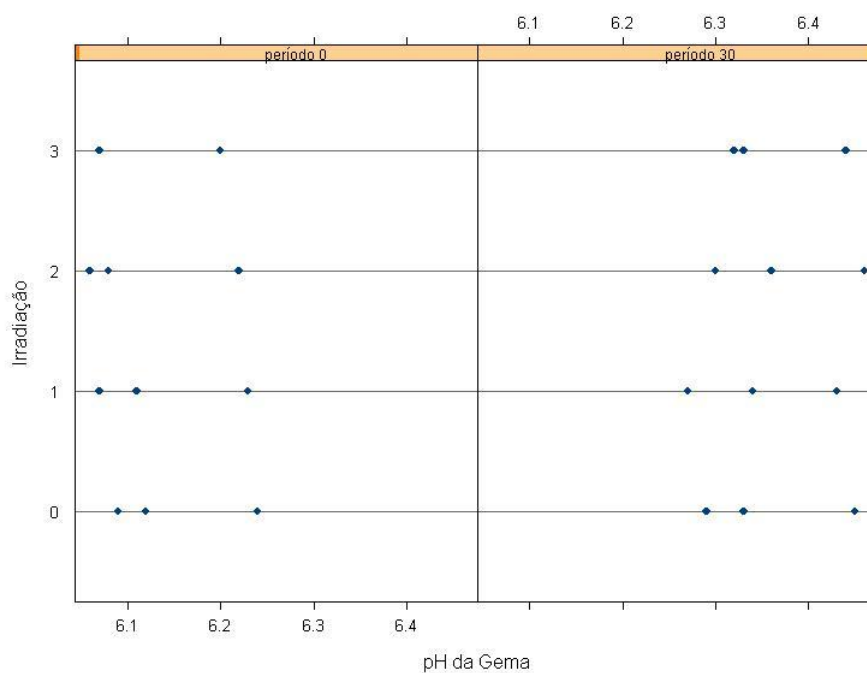


Figura A.14. Perfis Médios da variável 7-cetocolesterol

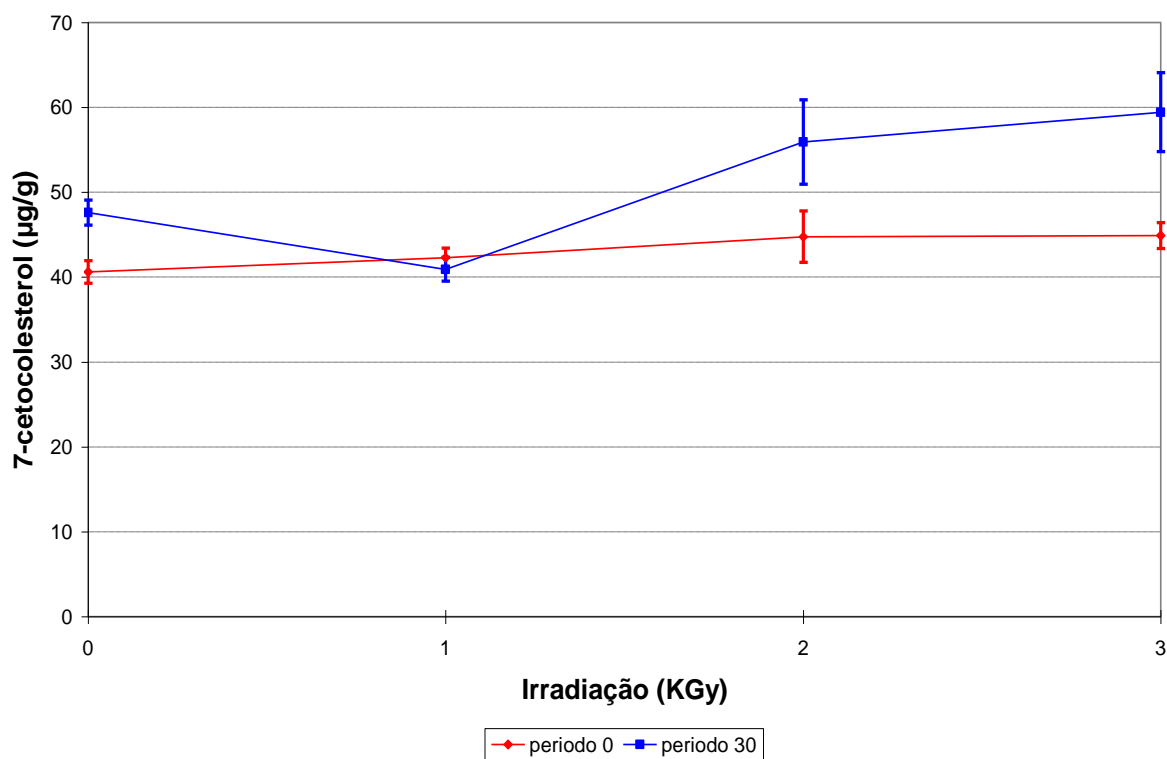


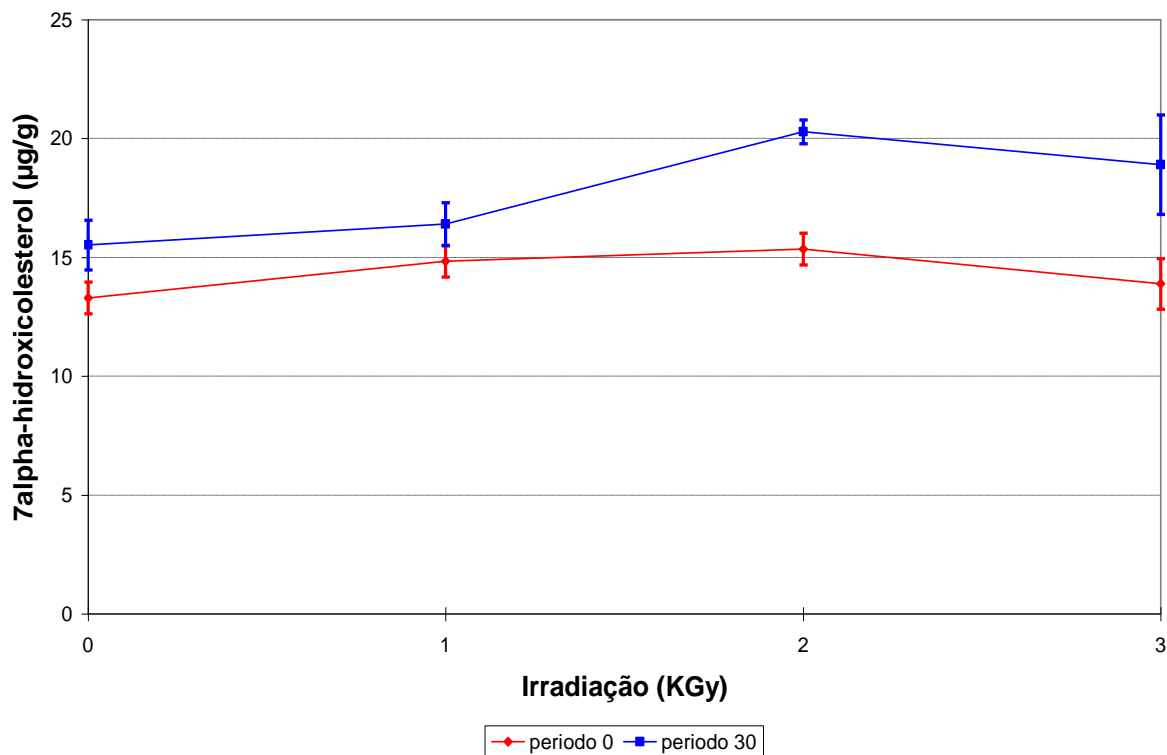
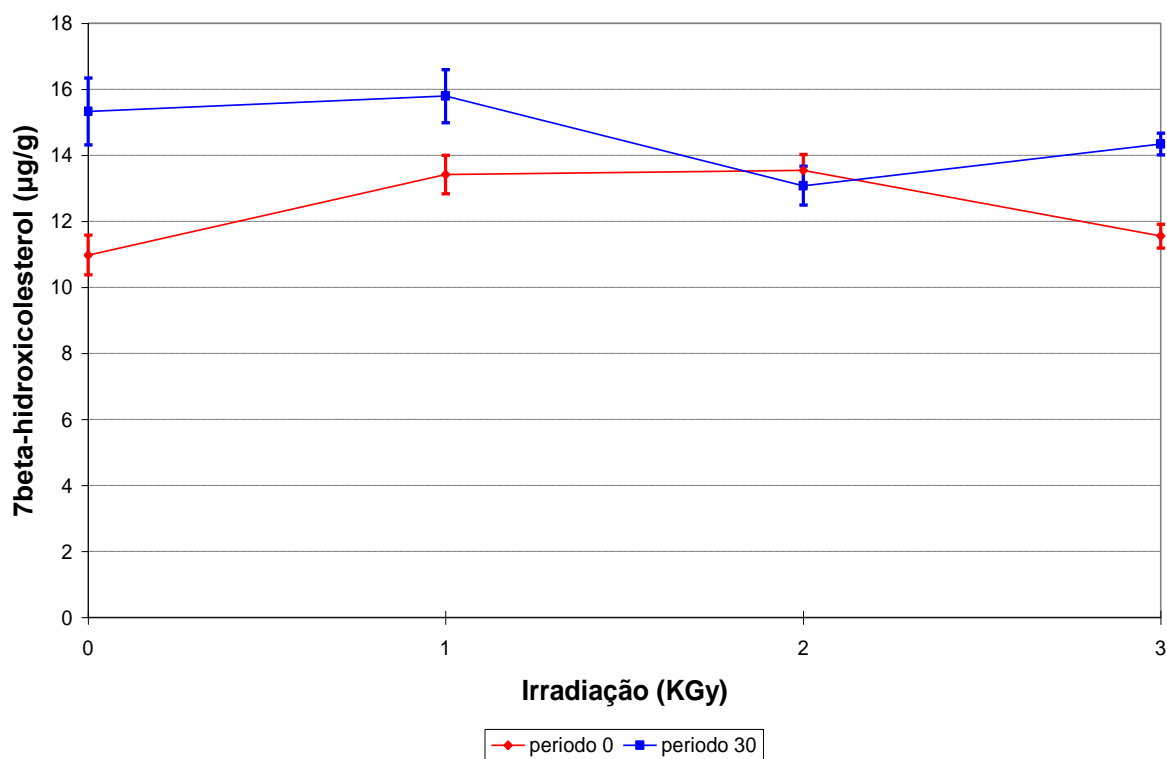
Figura A.15. Perfis Médios da variável 7 α -hidroxicolesterolFigura A.16. Perfis Médios da variável 7 β -hidroxicolesterol

Figura A.17. Perfis Médios da variável 25-hidroxicolesterol

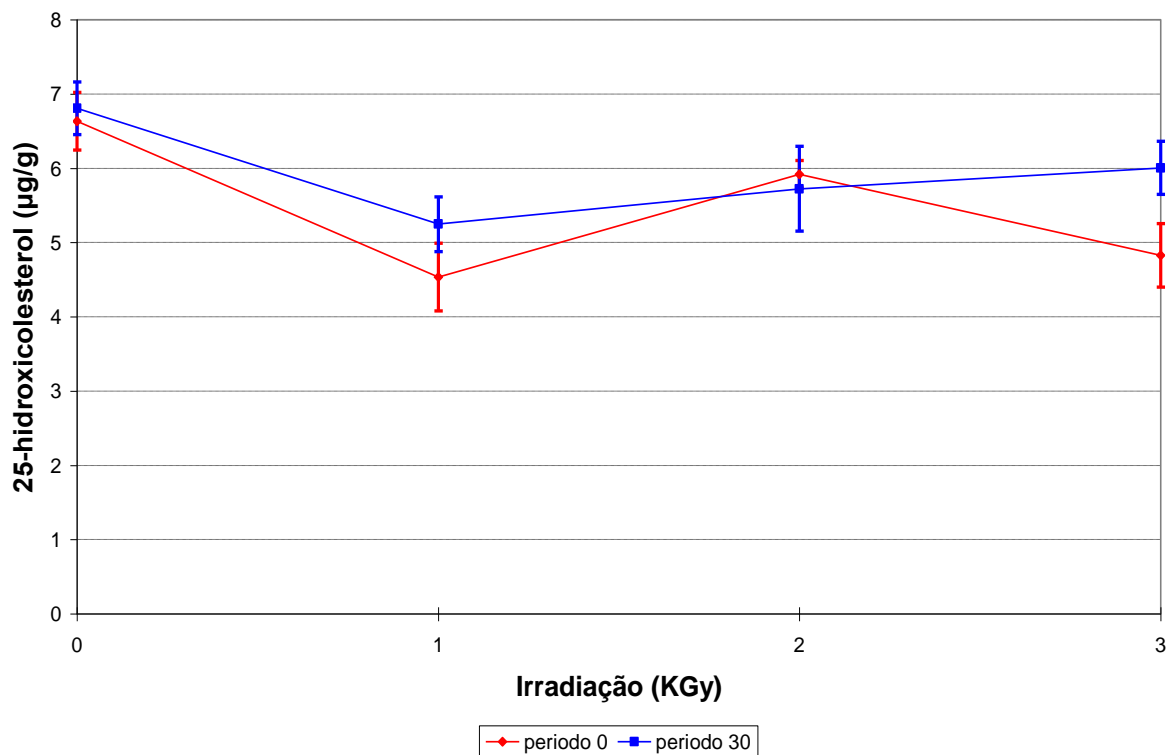


Figura A.18. Perfis Médios da variável COPS

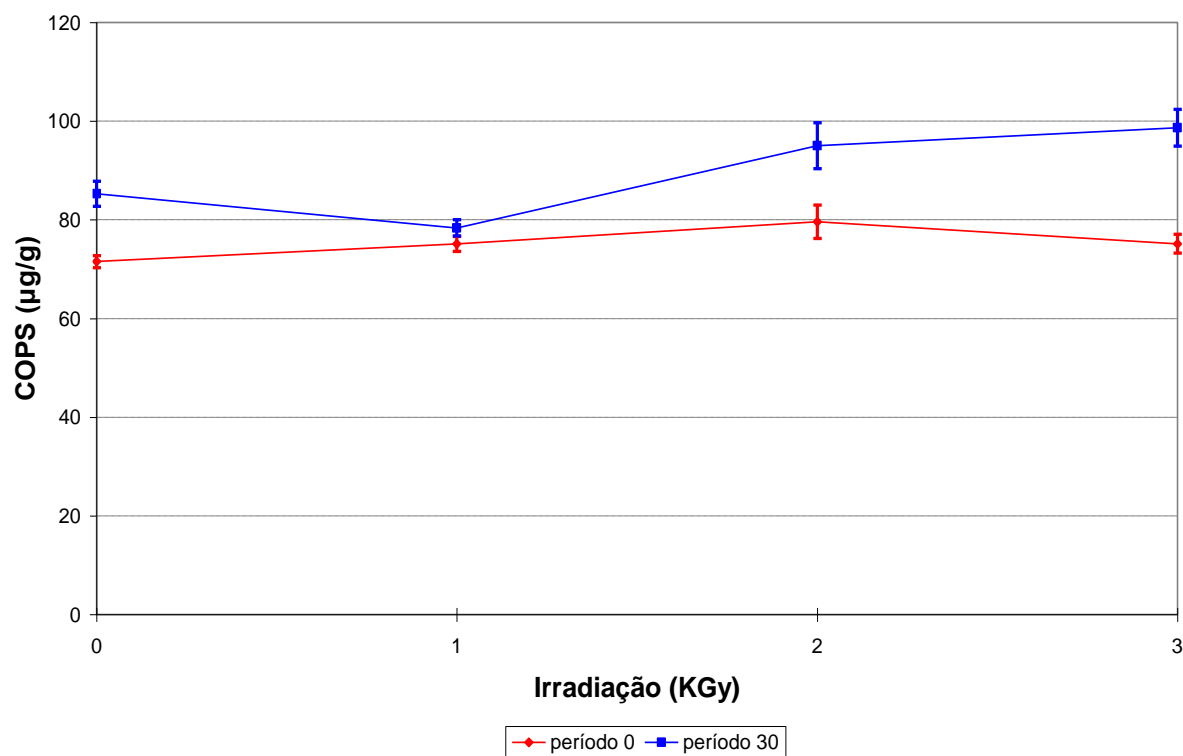


Figura A.19. Perfis Médios da variável Colesterol

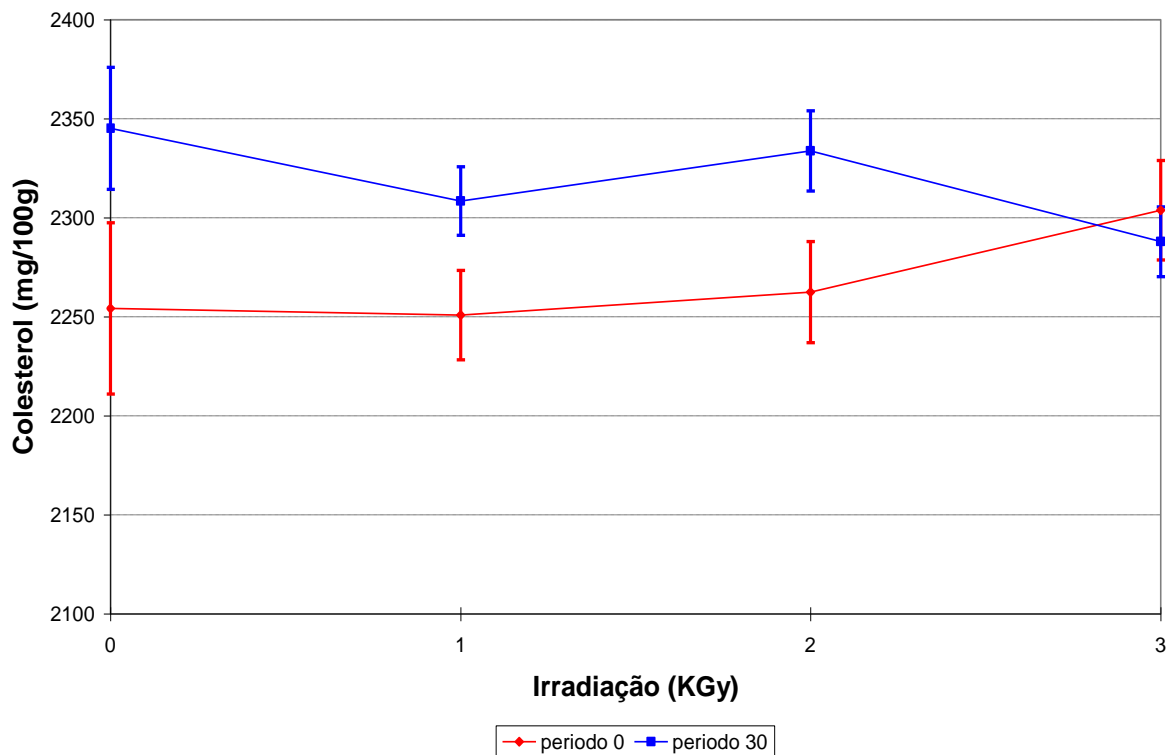


Figura A.20. Perfis Médios da variável TBARS

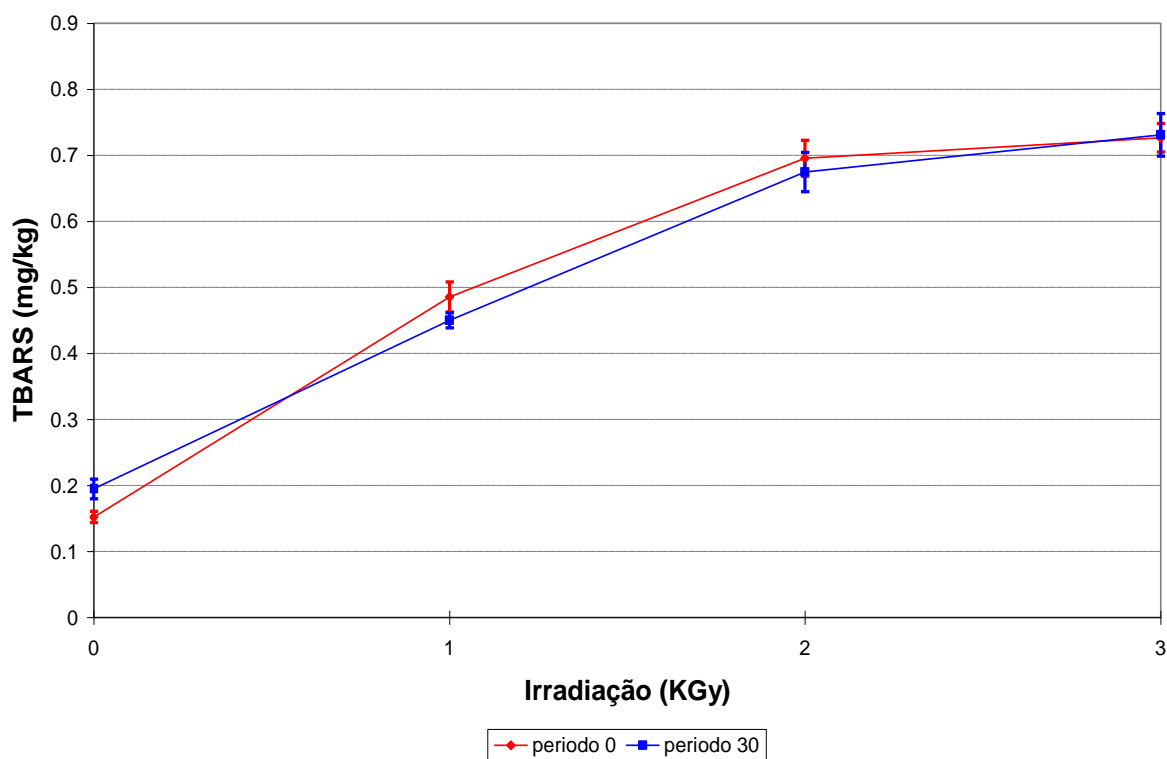


Figura A.21. Perfis Médios da variável Lipídes Totais

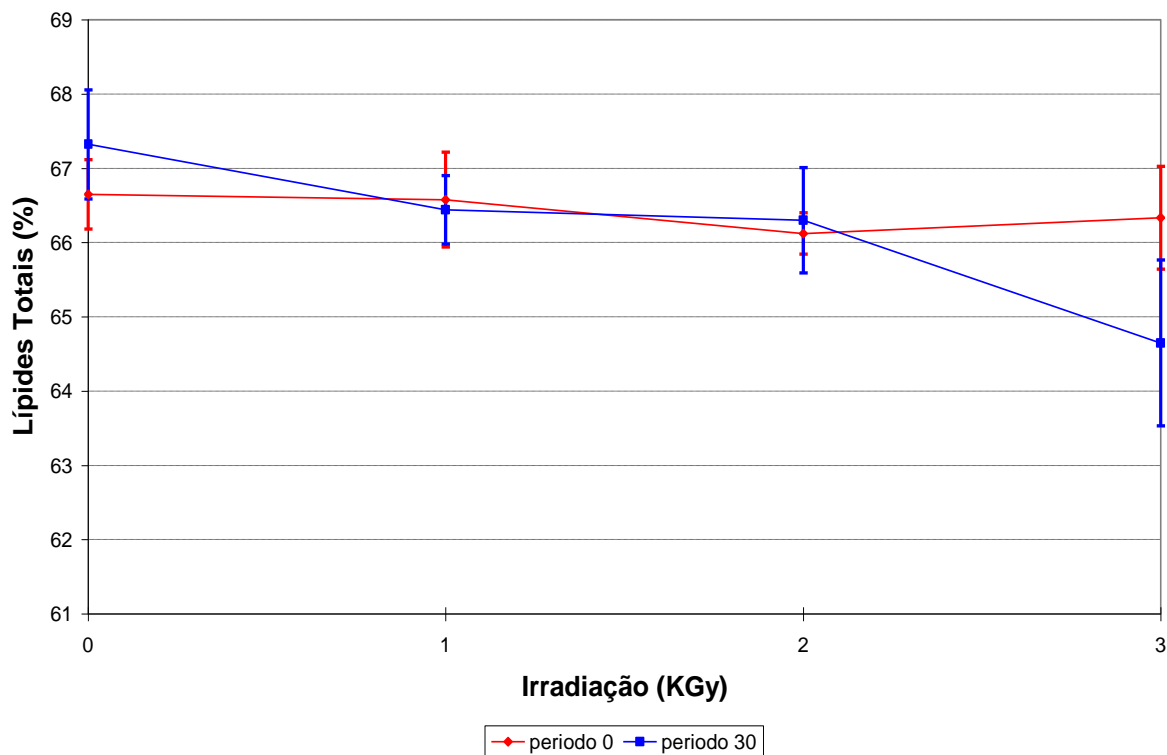


Figura A.22. Perfis Médios da variável Viscosidade da Clara

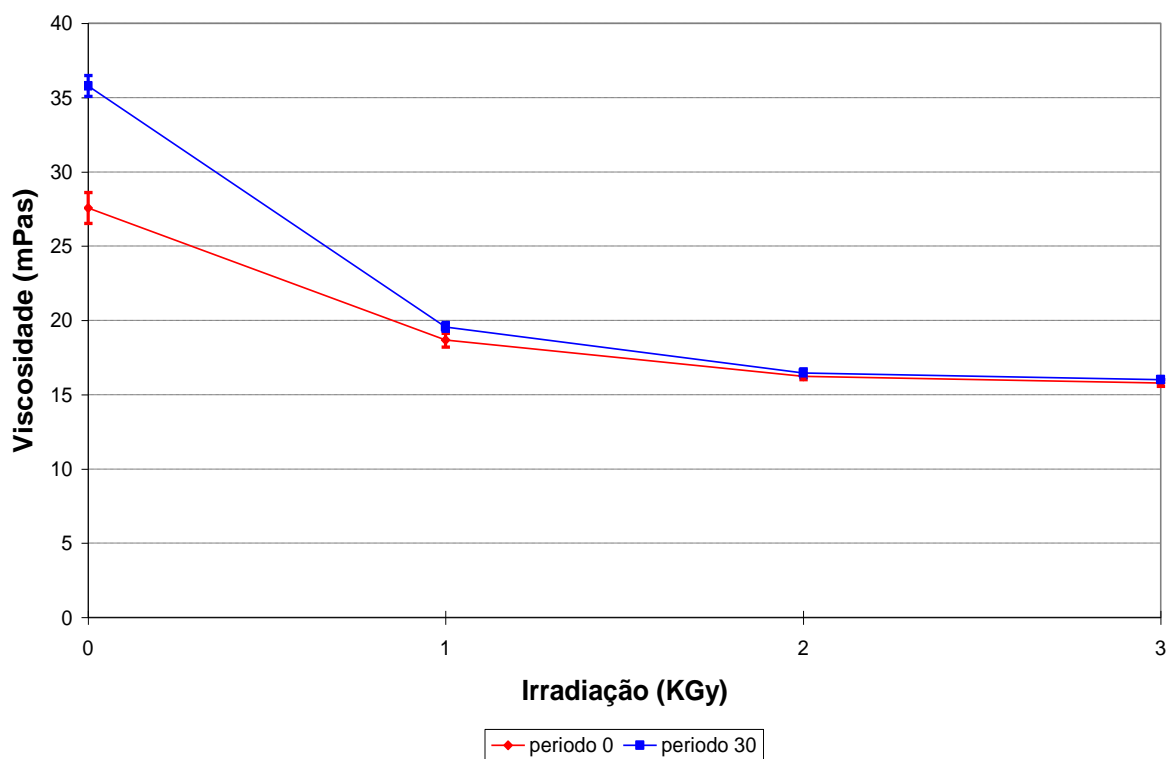


Figura A.23. Perfis Médios da variável Viscosidade da Gema

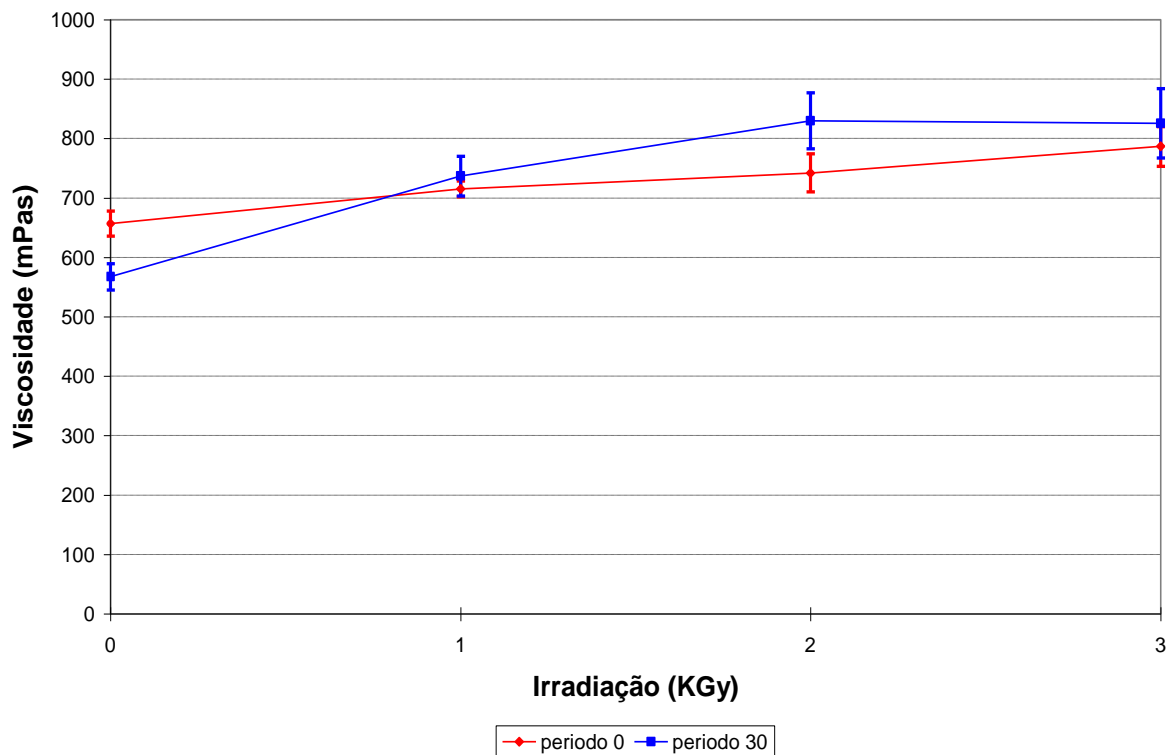


Figura A.24. Perfis Médios da variável Umidade

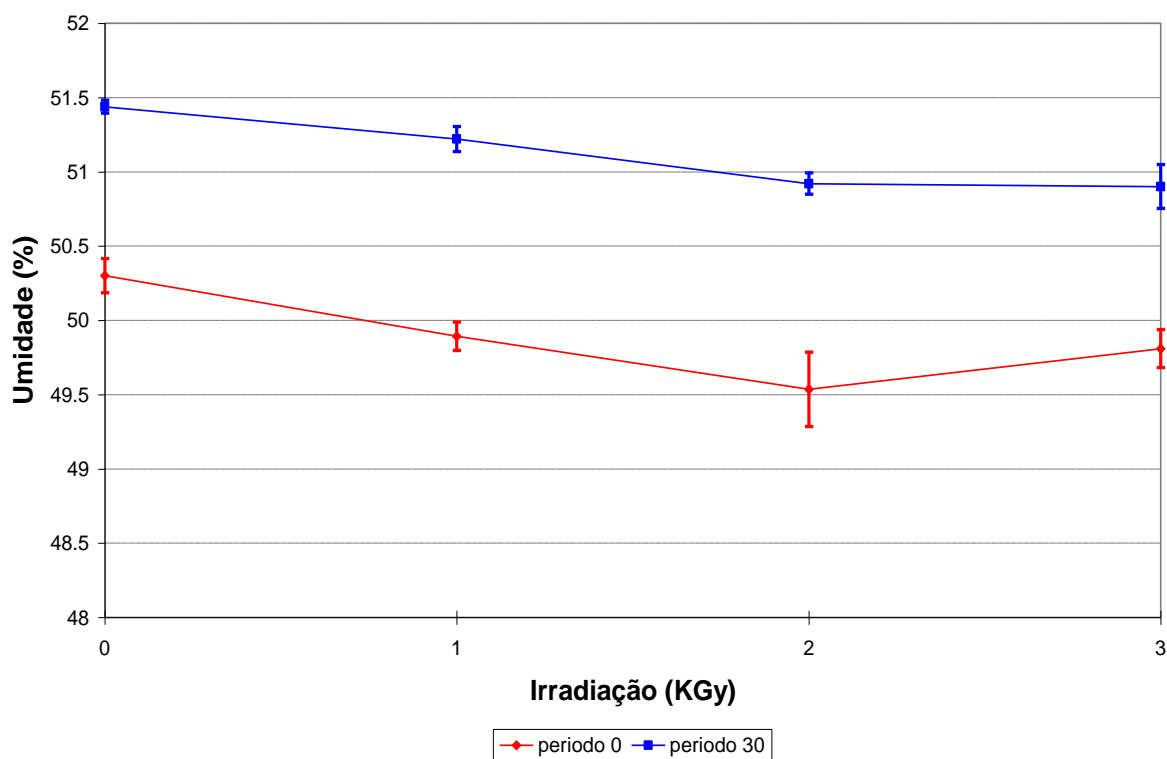


Figura A.25. Perfis Médios da variável pH da Clara

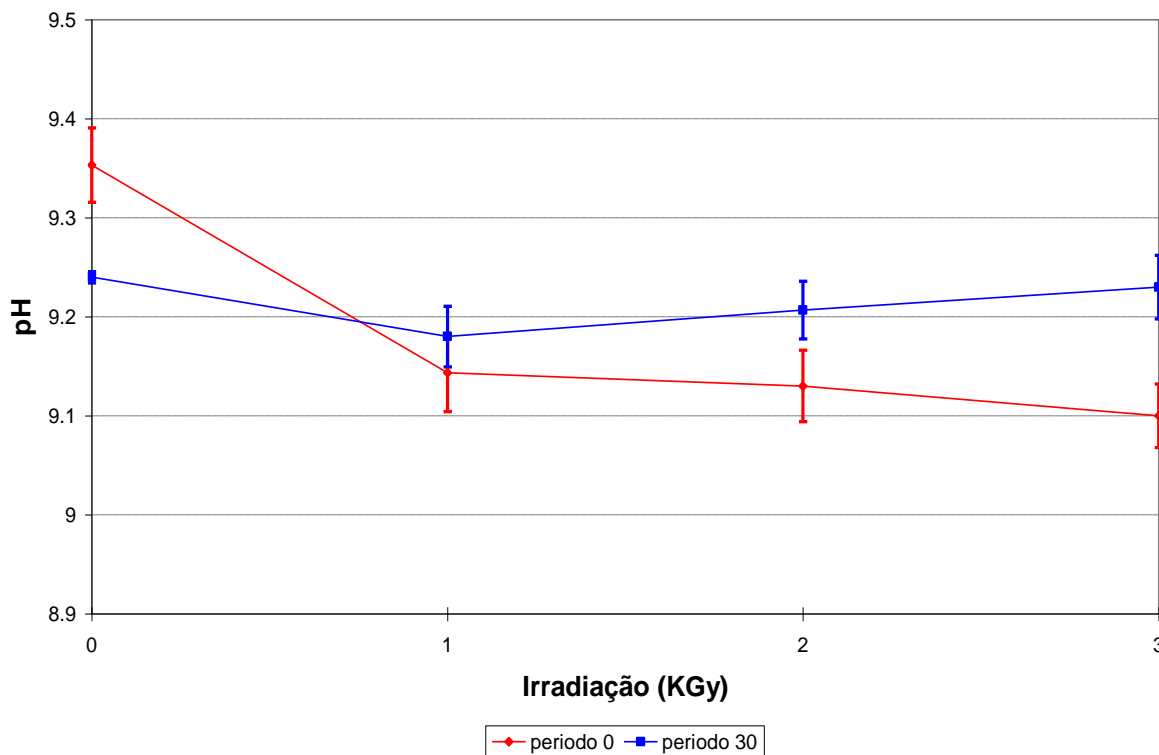


Figura A.26. Perfis Médios da variável pH da Gema

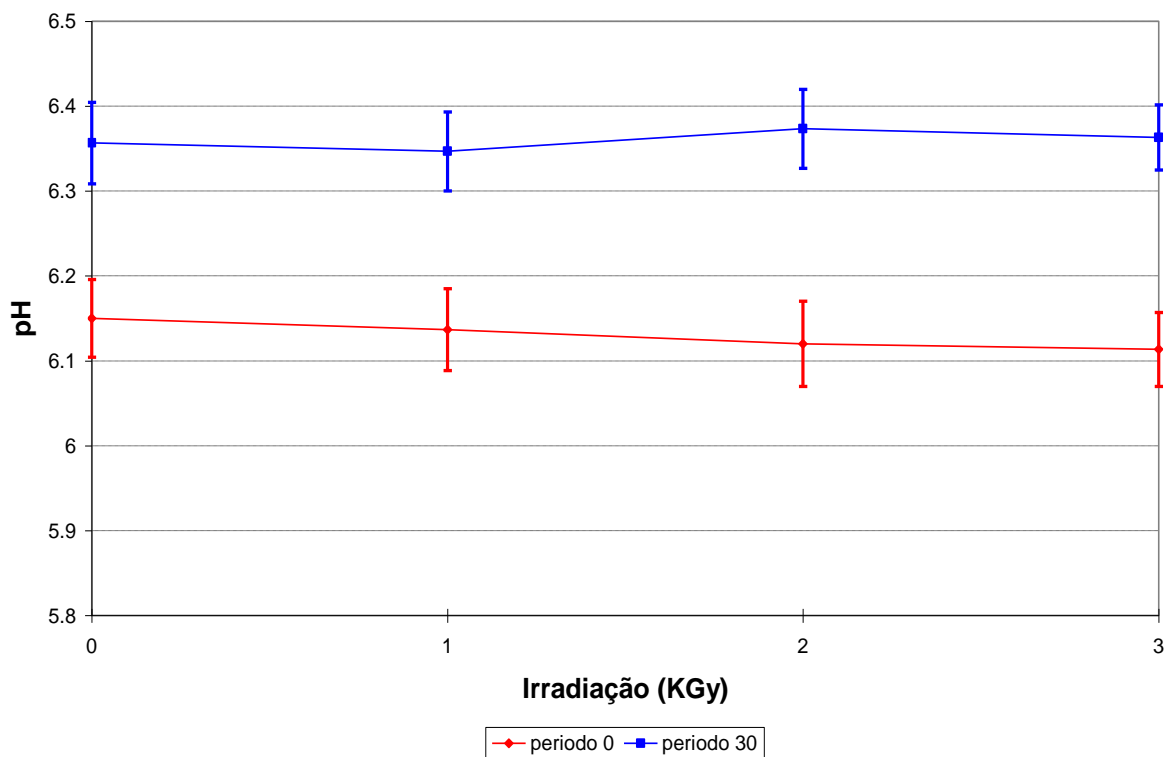


Figura A.27. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 7 α -hidroxicoolesterol

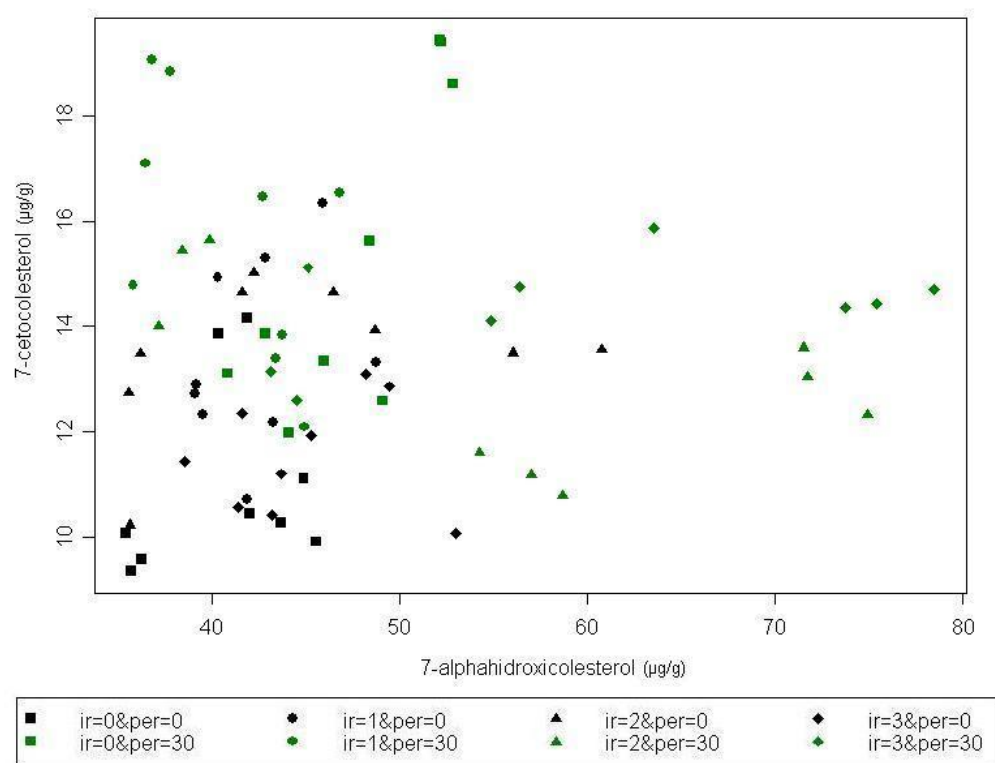


Figura A.28. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 7 β -hidroxicoolesterol

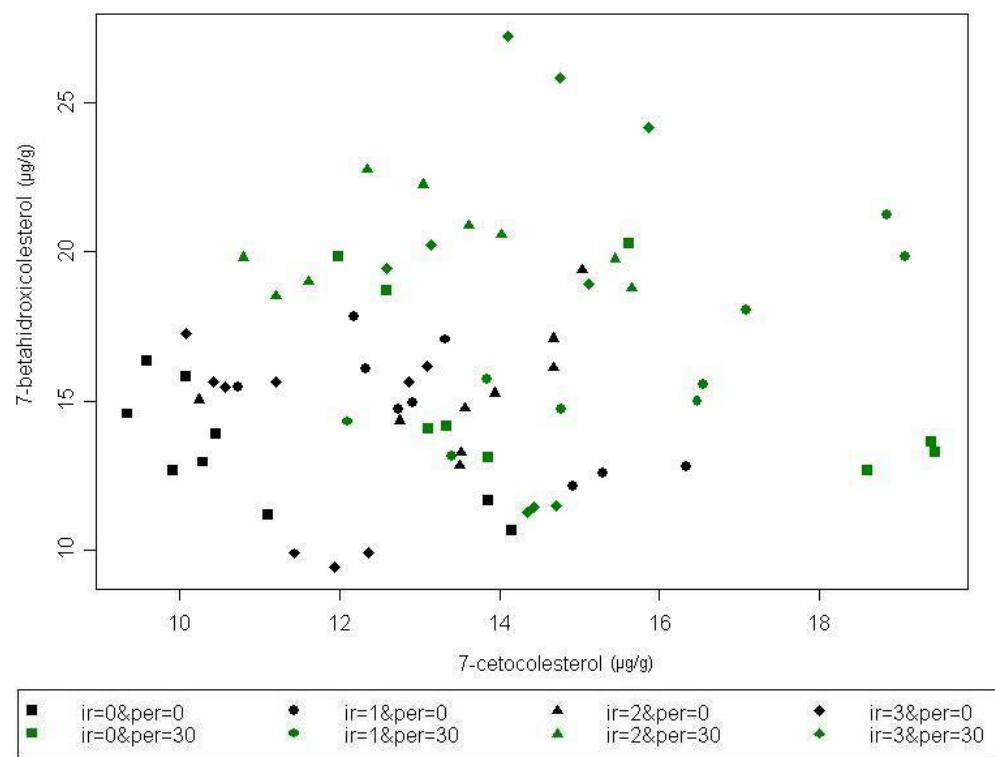


Figura A.29. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 25-hidroxicolesterol

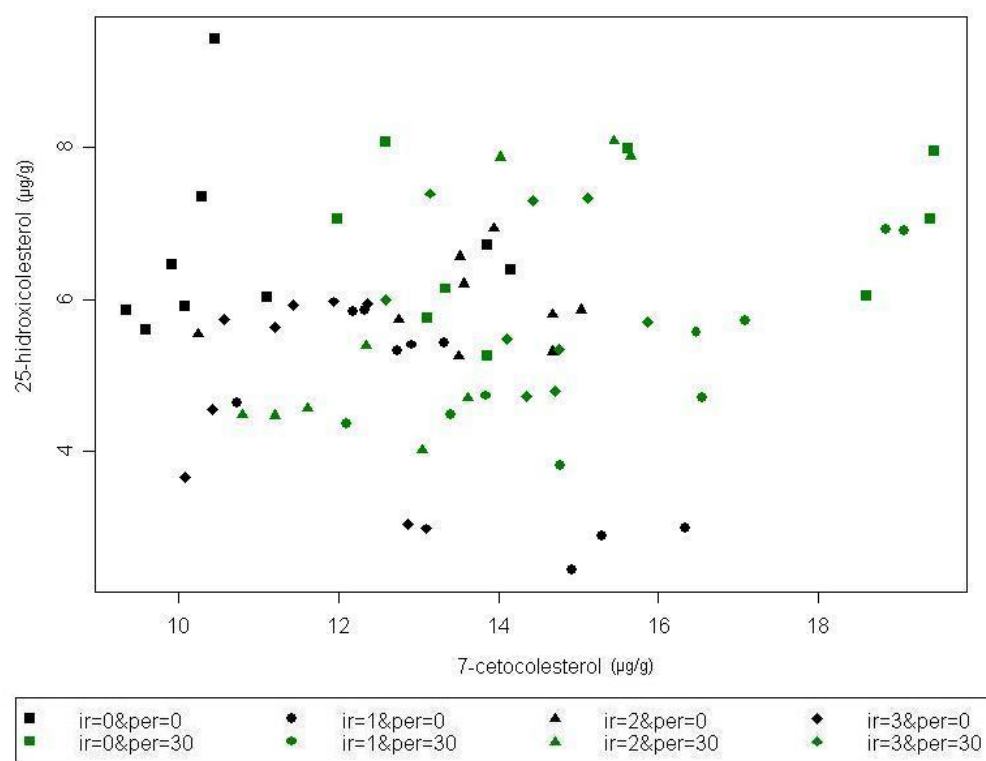


Figura A.30. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e TBARS

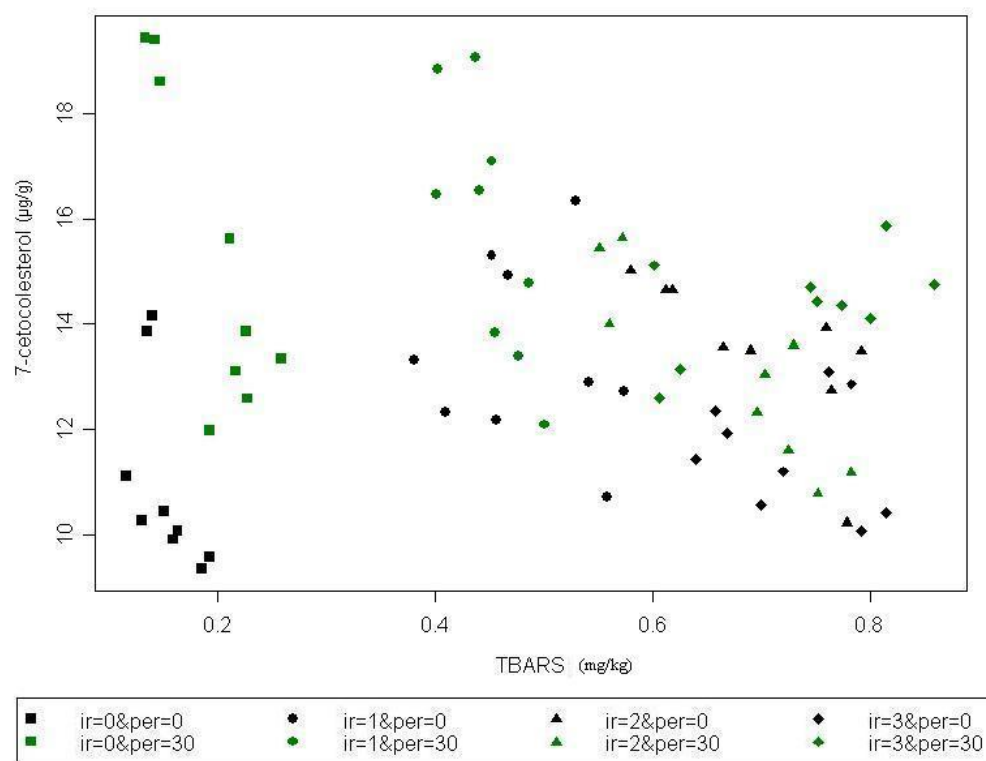


Figura A.31. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicolesterol e 7 β -hidroxicolesterol

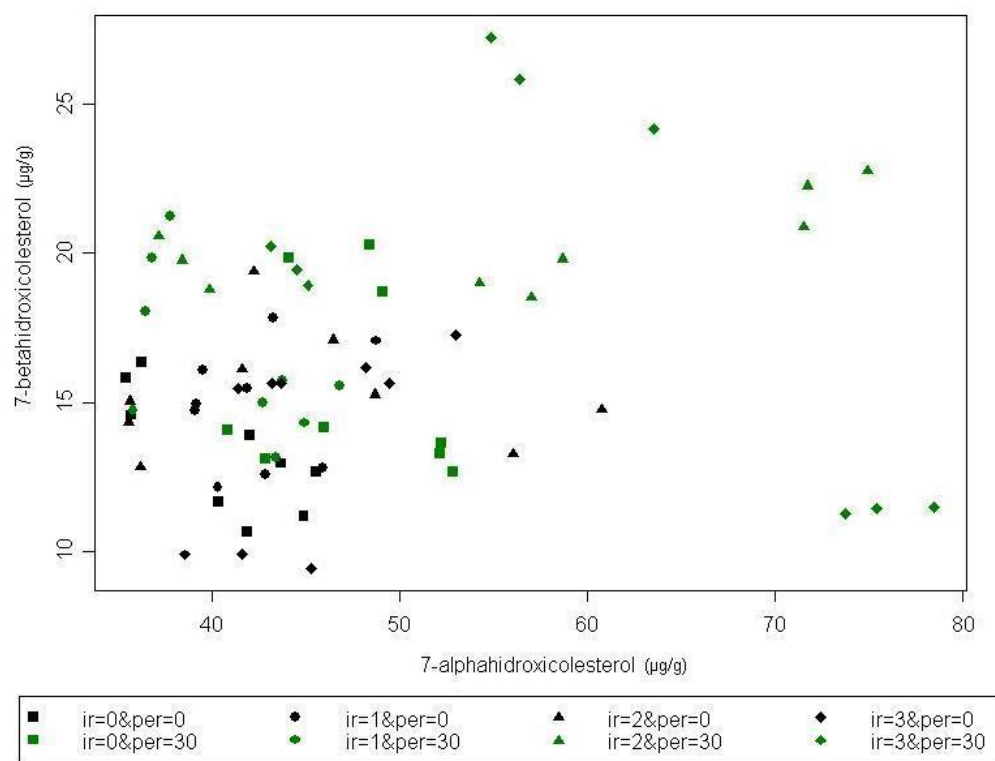


Figura A.32. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicolesterol e 25-hidroxicolesterol

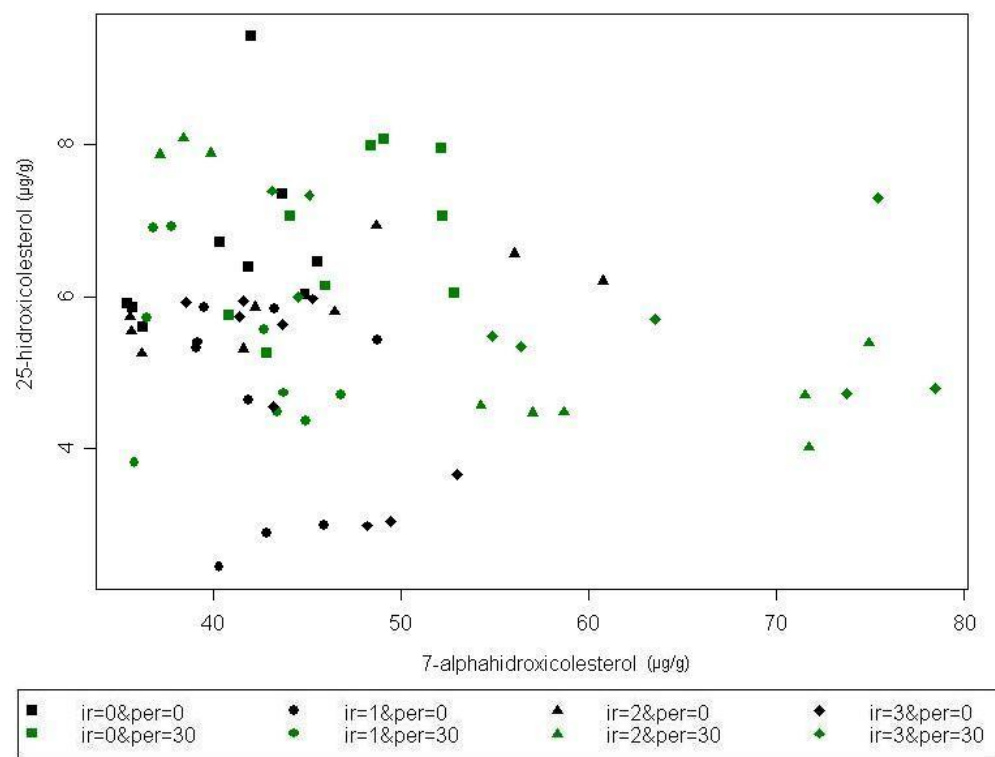


Figura A.33. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicoolesterol e TBARS

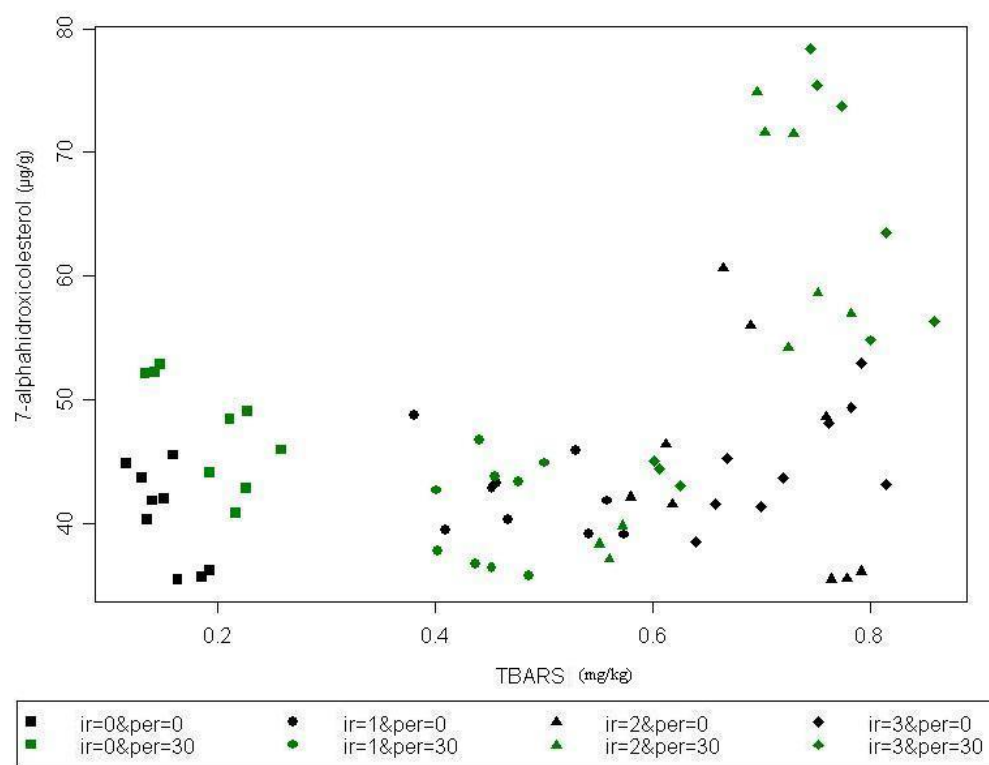


Figura A.34. Dispersão entre as variáveis 7 β -hidroxicoolesterol e 25-hidroxicoolesterol

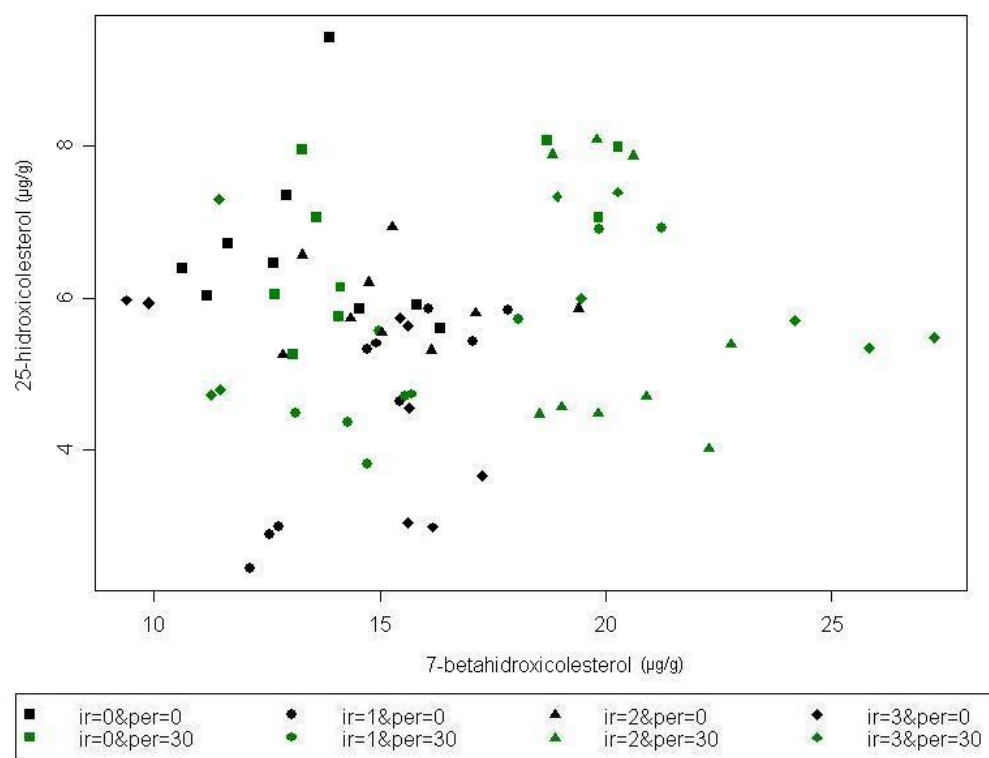


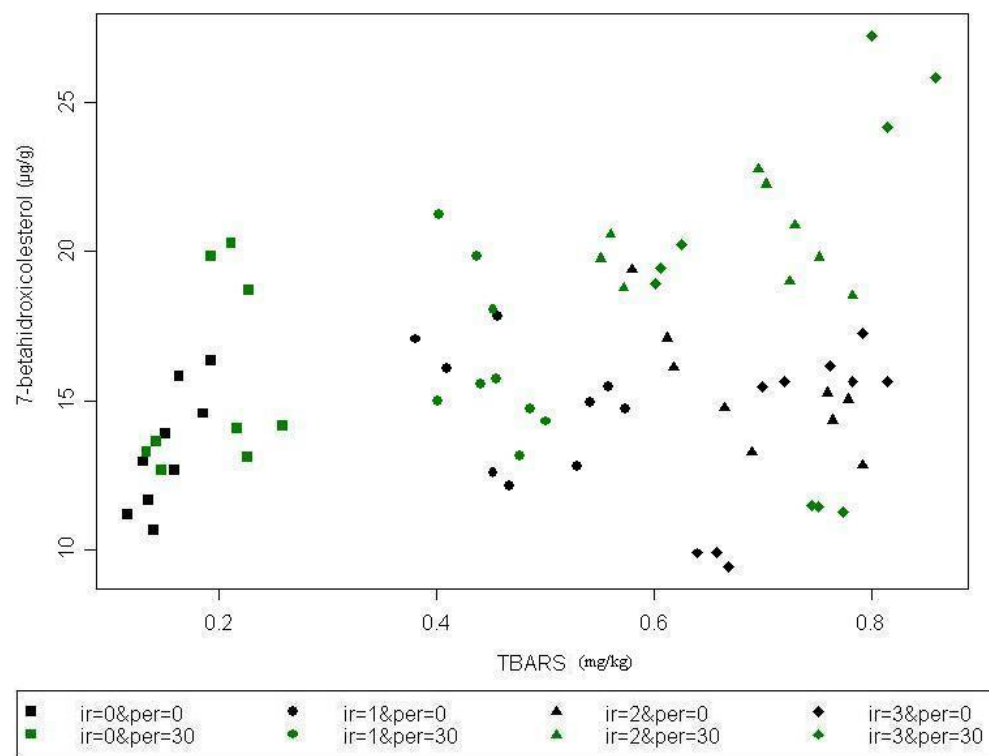
Figura A.35. Dispersão entre as variáveis 7 β -hidroxicoolesterol e TBARS

Figura A.36. Dispersão entre as variáveis 25-hidroxicoolesterol e TBARS

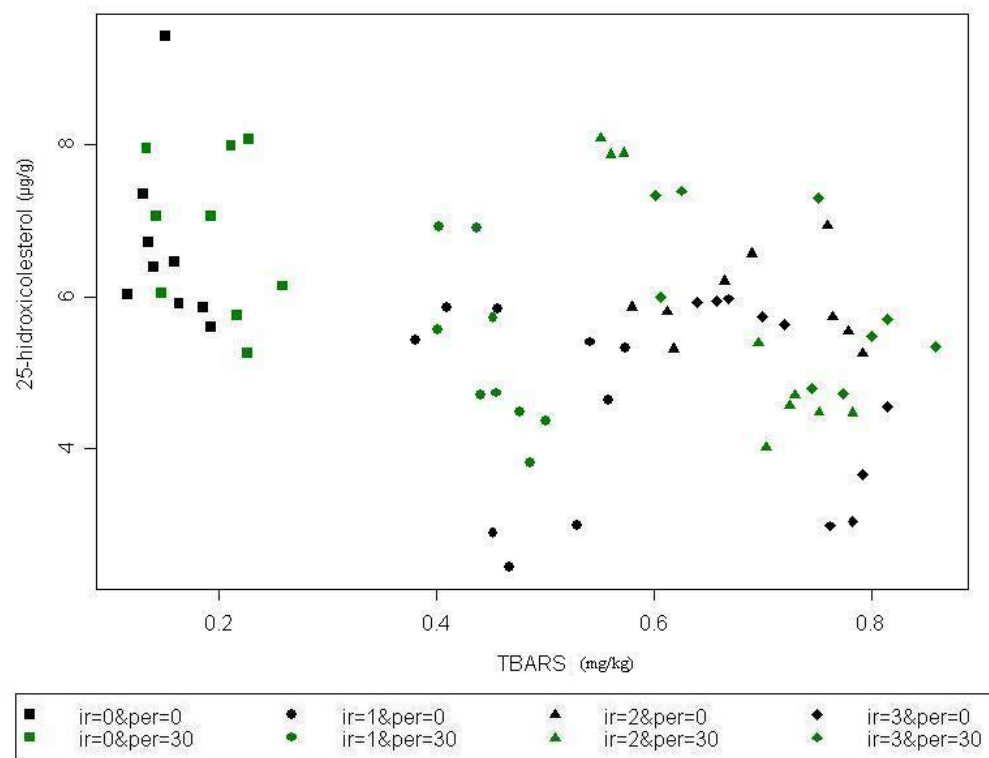


Figura A.37. Dispersão entre as variáveis Viscosidade da Clara e Viscosidade da Gema

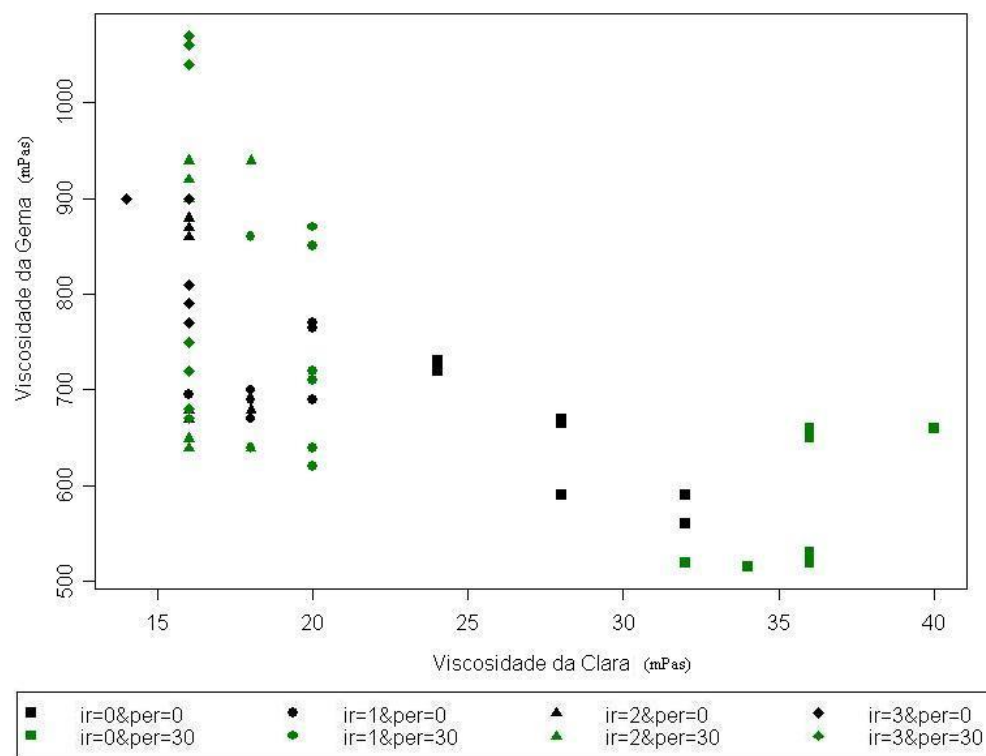


Figura A.38. Dispersão entre as variáveis pH da Clara e pH da Gema

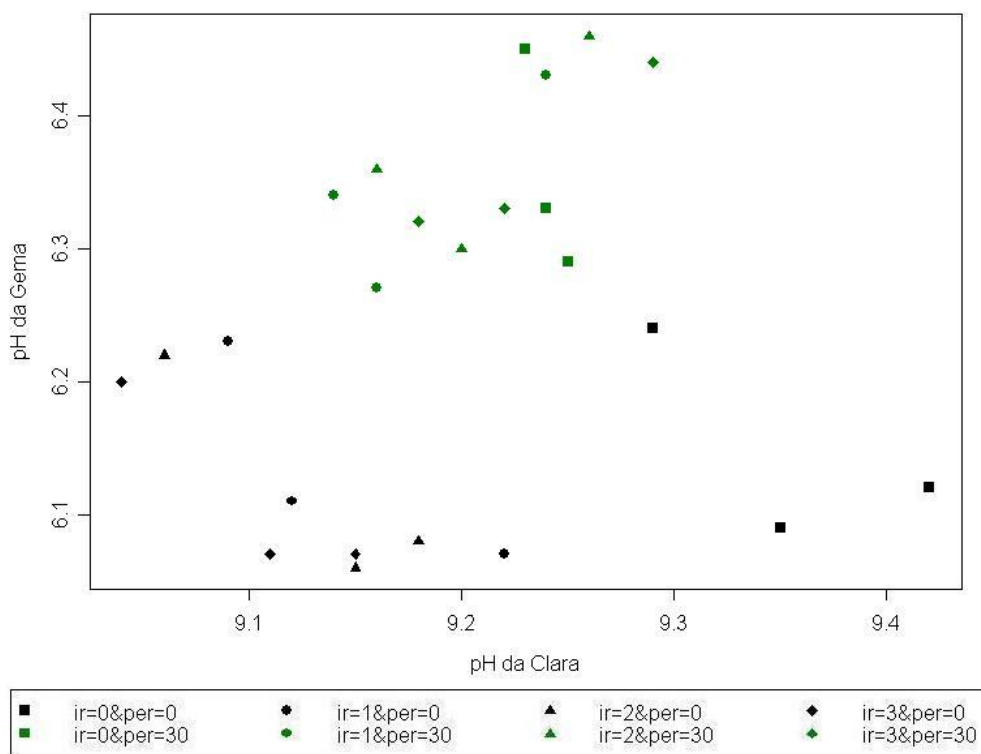


Figura A.39. Box-Plot da variável 7-cetocolesterol considerando o fator Processamento

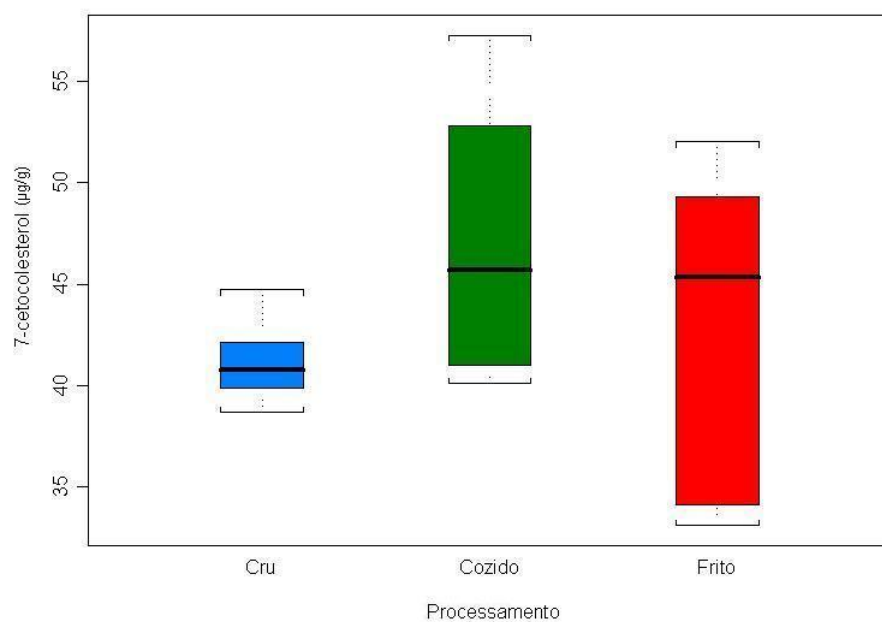
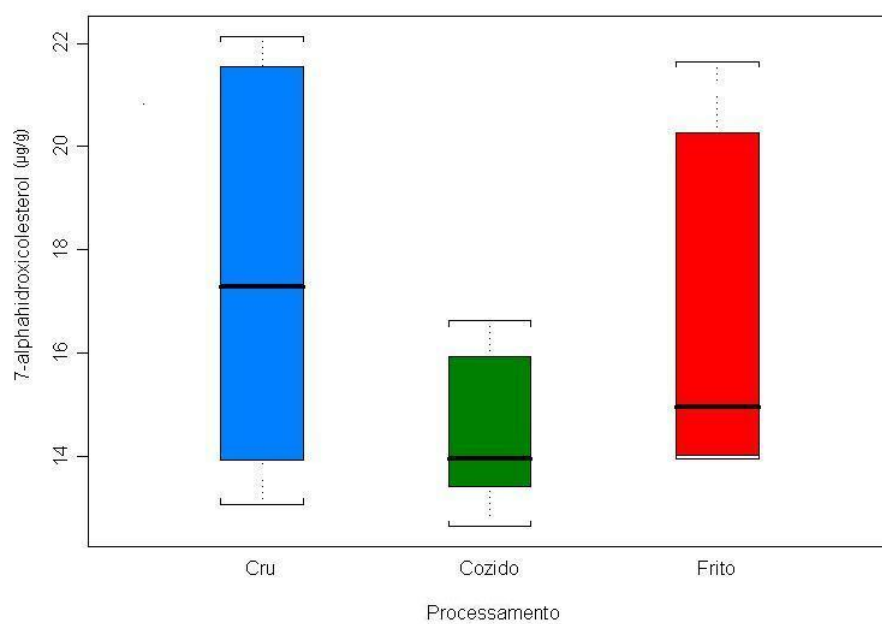
Figura A.40. Box-Plot da variável 7 α -hidroxicoolesterol considerando o fator Processamento

Figura A.41. Box-Plot da variável 7 β -hidroxicoolesterol considerando o fator Processamento

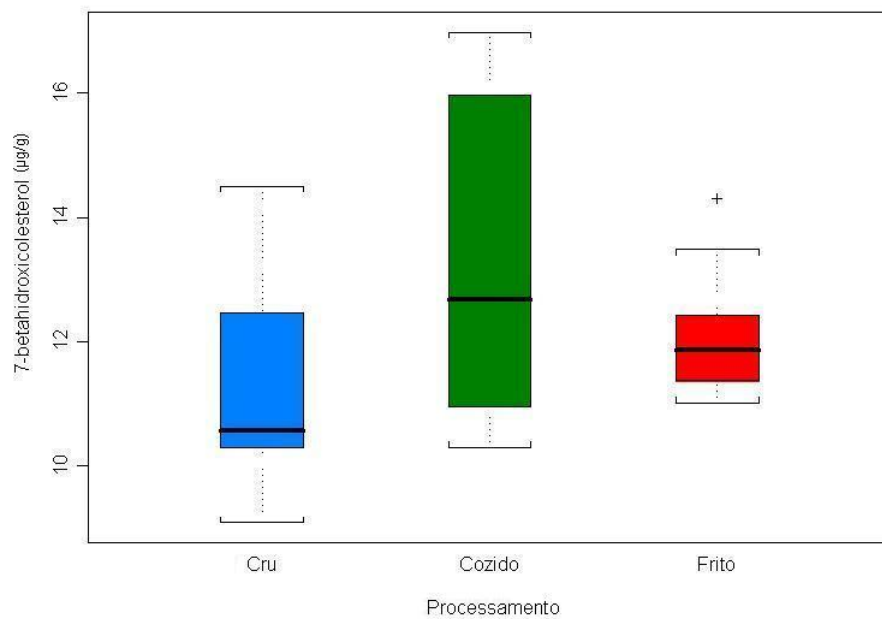


Figura A.42. Box-Plot da variável 25-hidroxicoolesterol considerando o fator Processamento

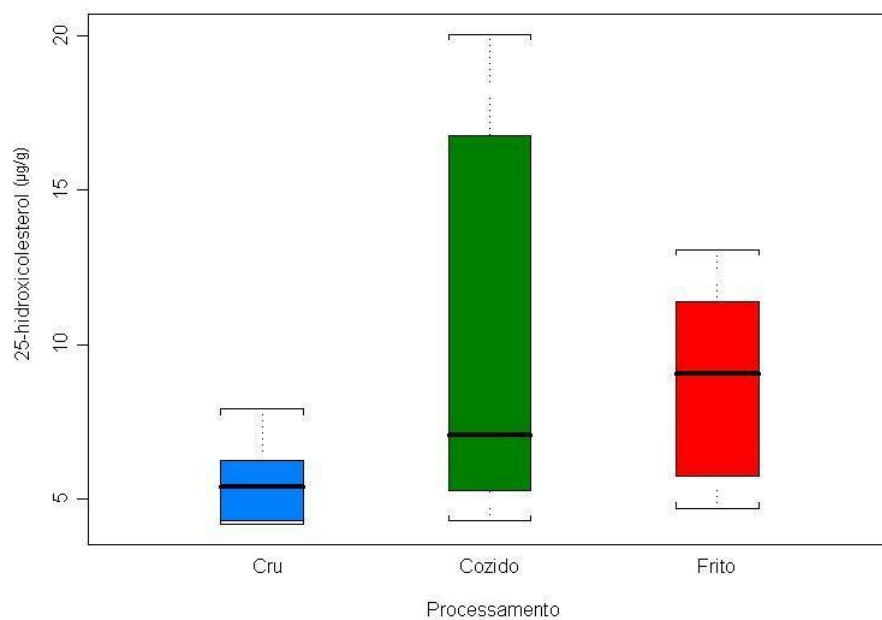


Figura A.43. Box-Plot da variável COPS considerando o fator Processamento

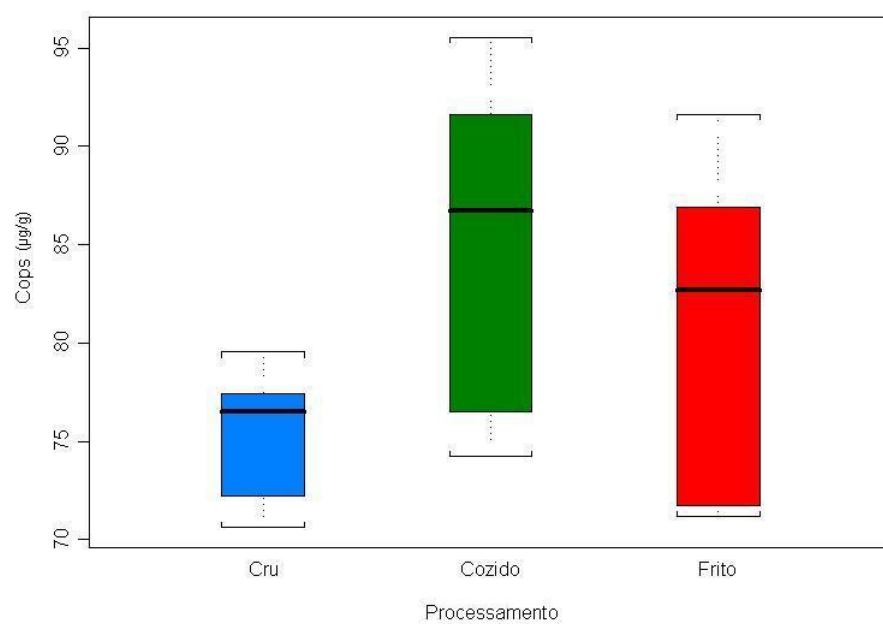


Figura A.44. Box-Plot da variável TBARS considerando o fator Processamento

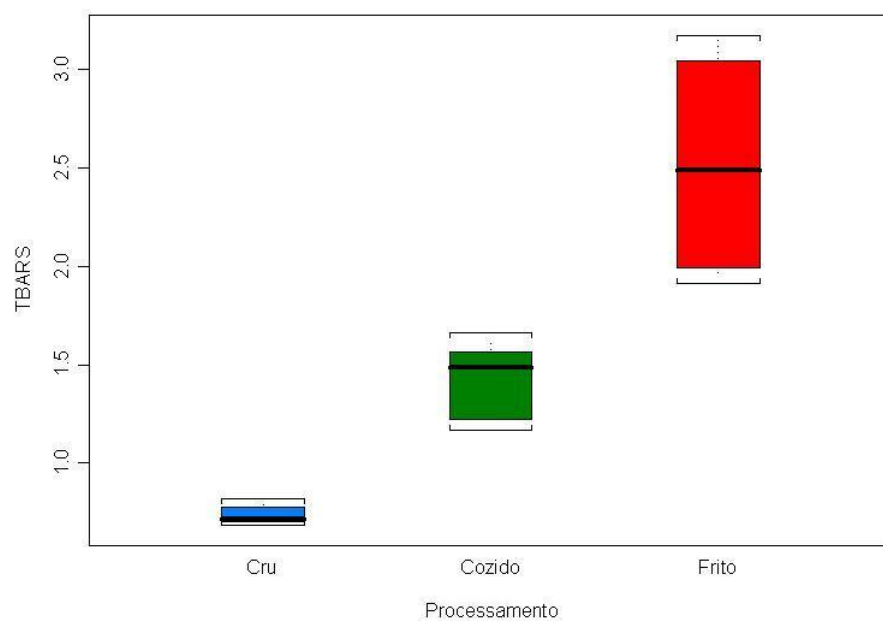


Figura A.45. Box-Plot da variável Umidade considerando o fator Processamento

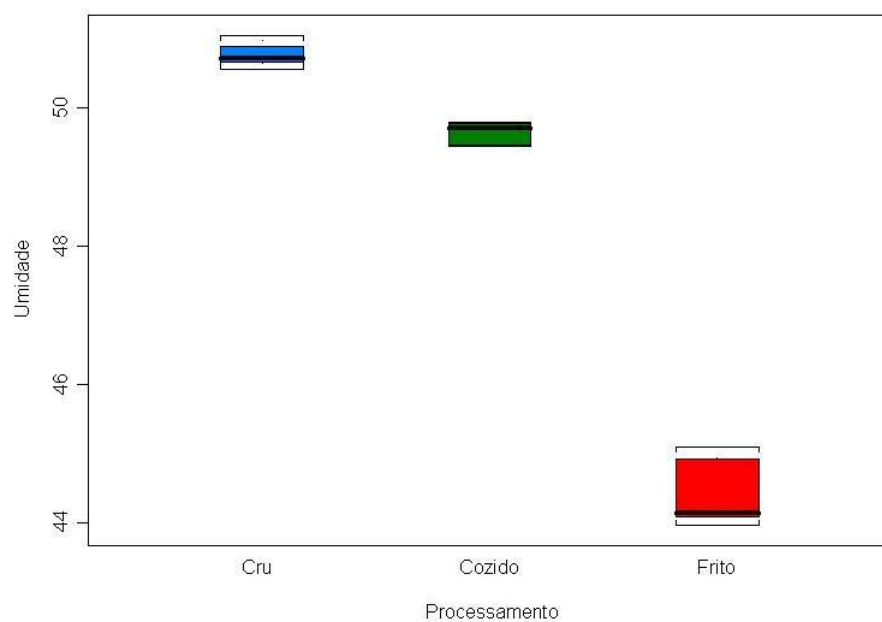


Figura A.46. Perfis Médios da variável 7-cetocolesterol

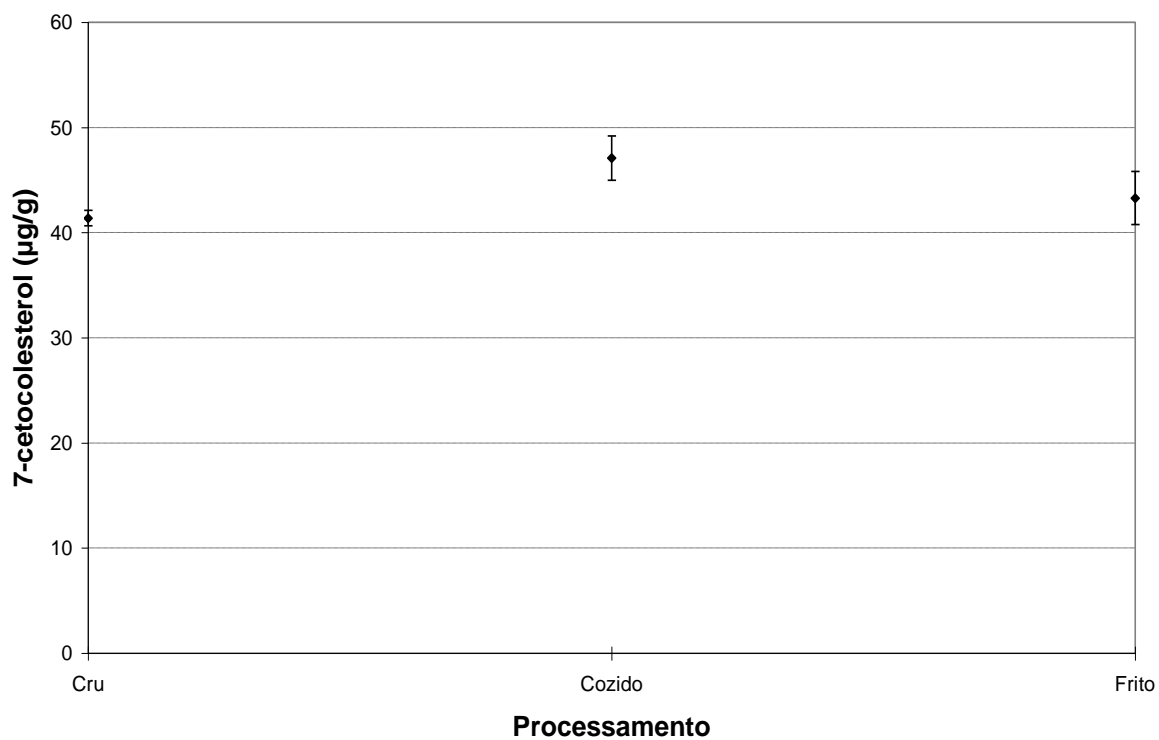


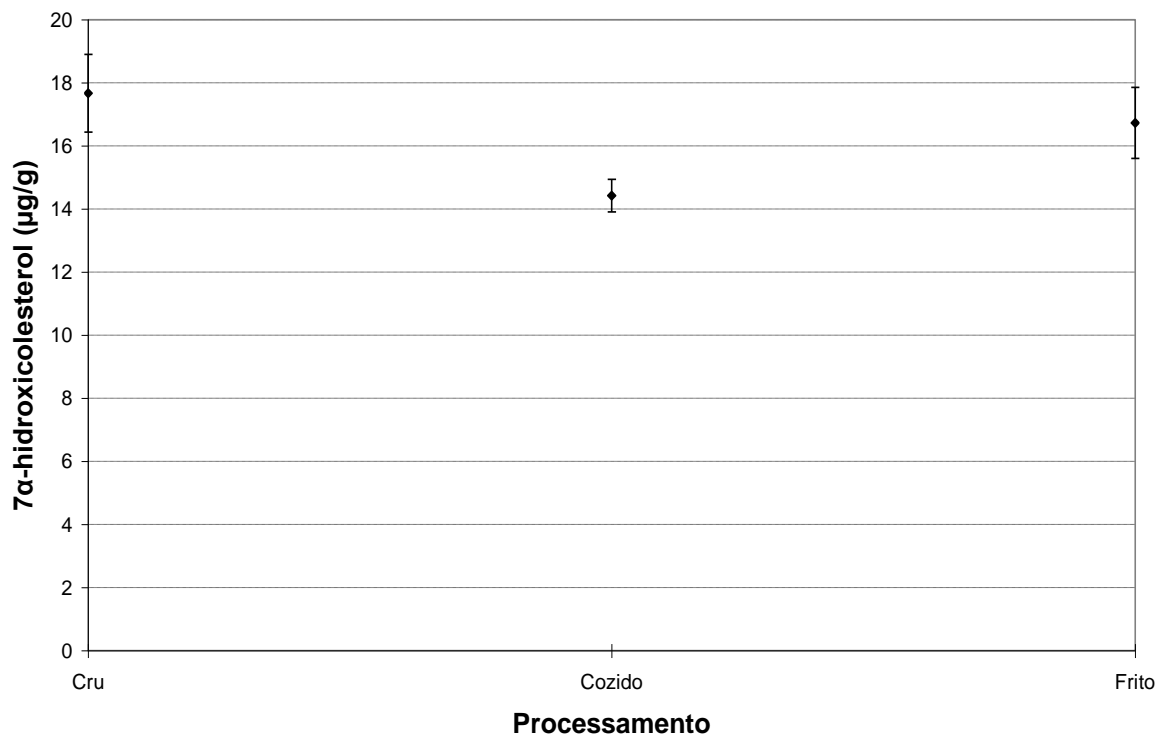
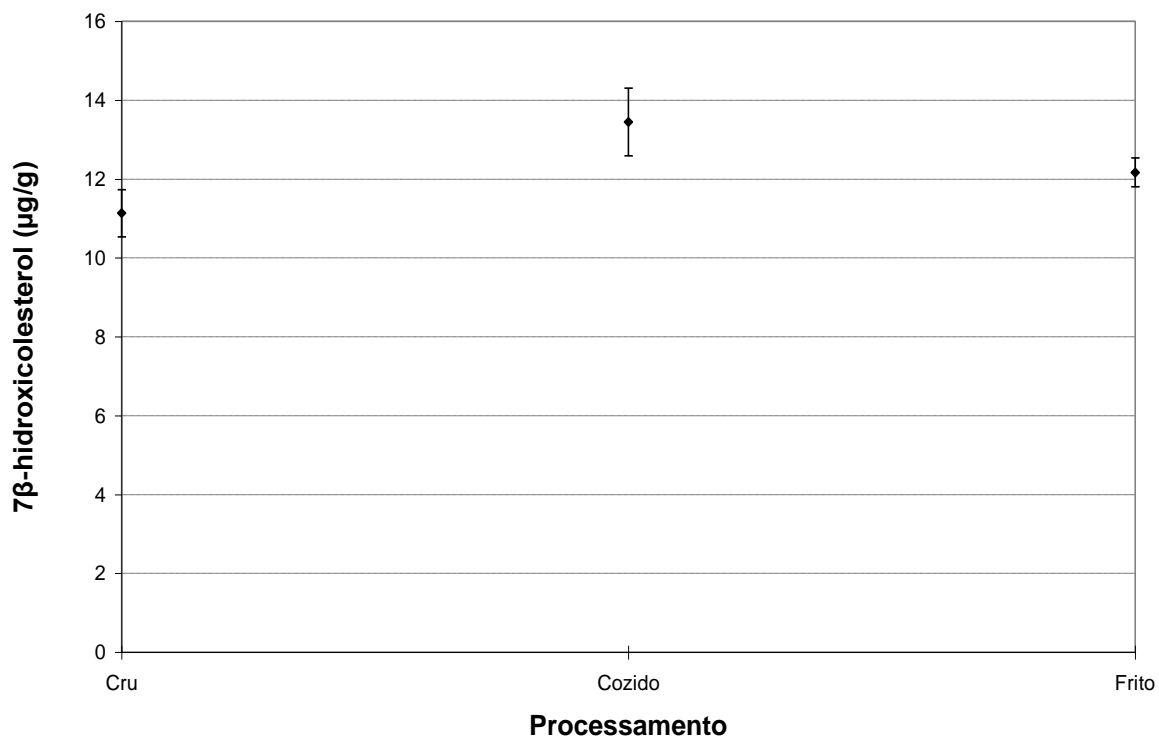
Figura A.47. Perfis Médios da variável 7 α -hidroxicoolesterolFigura A.48. Perfis Médios da variável 7 β -hidroxicoolesterol

Figura A.49. Perfis Médios da variável 25-hidroxicolesterol

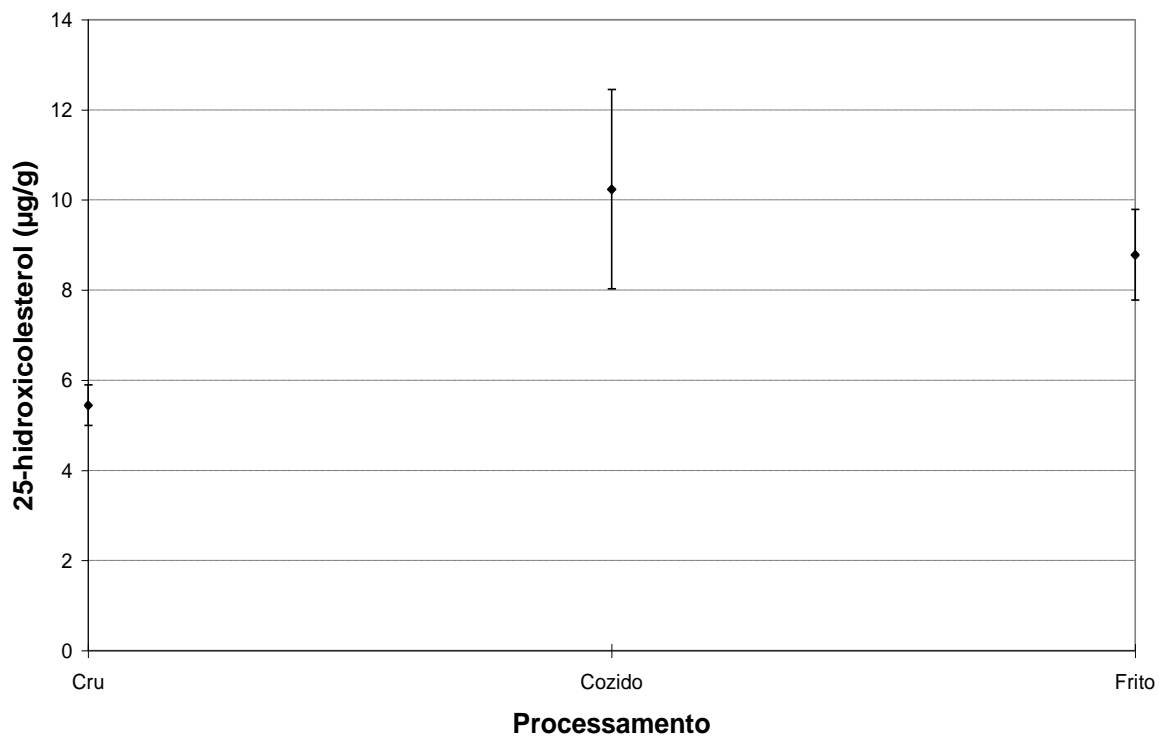


Figura A.50. Perfis Médios da variável COPS

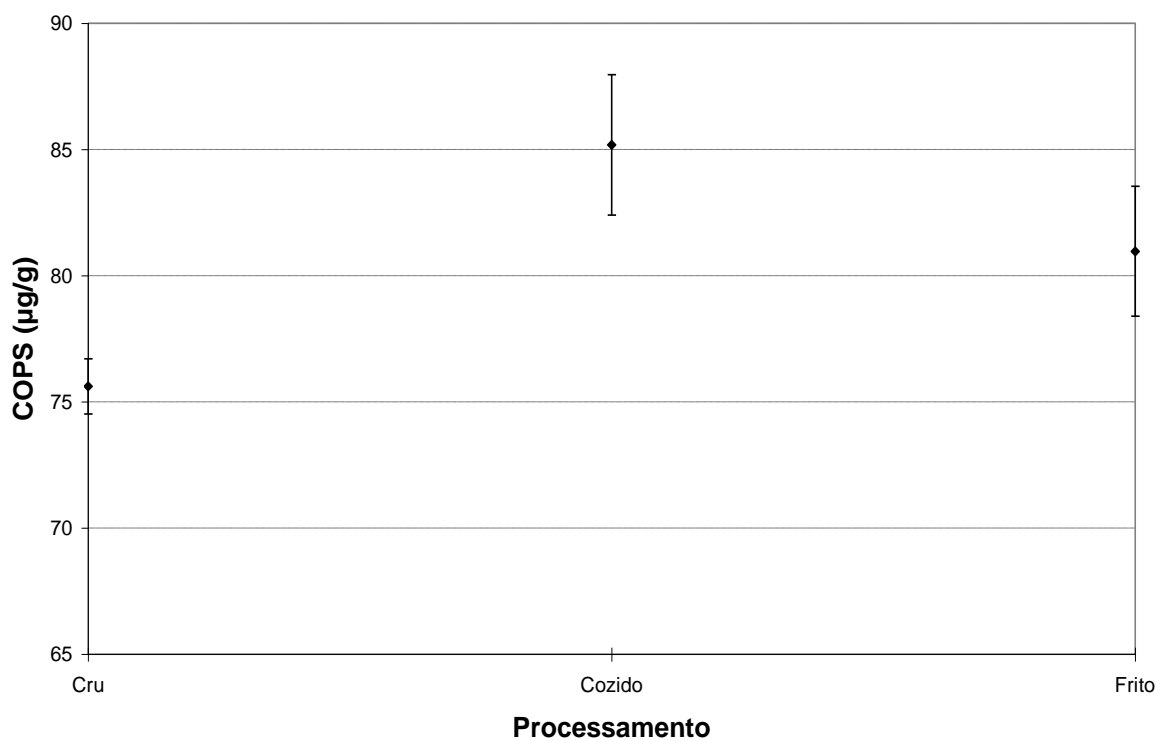


Figura A.51. Perfis Médios da variável TBARS

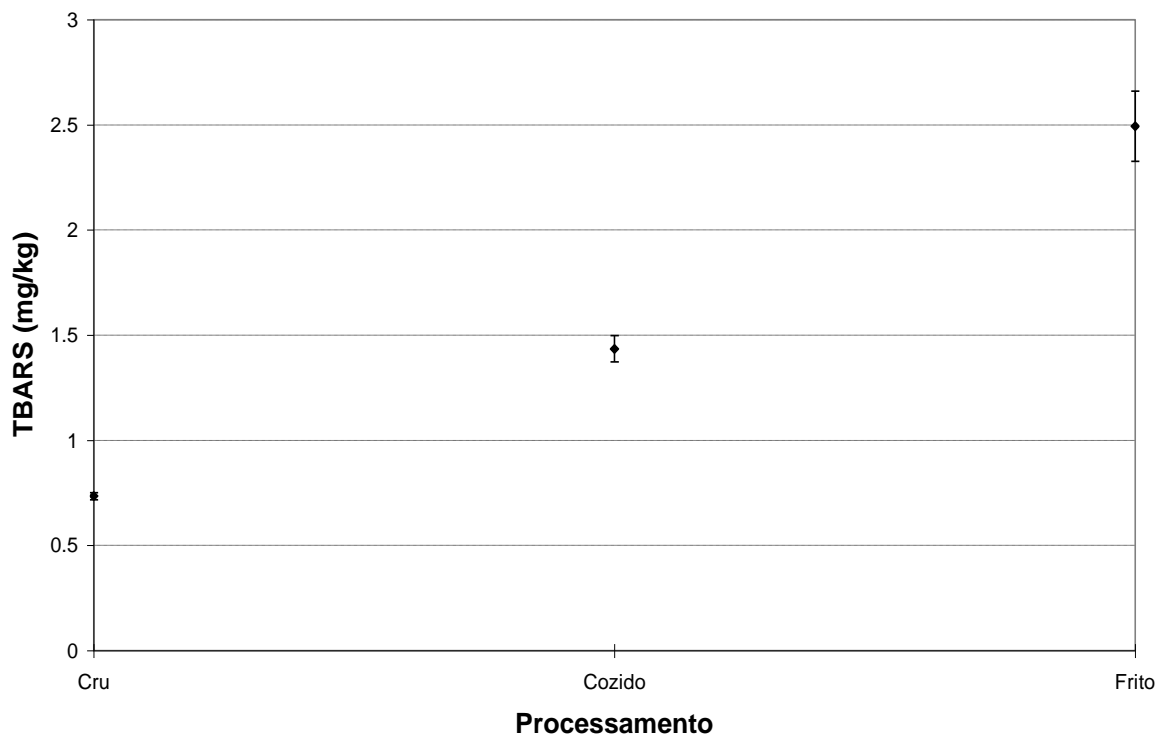


Figura A.52. Perfis Médios da variável Umidade

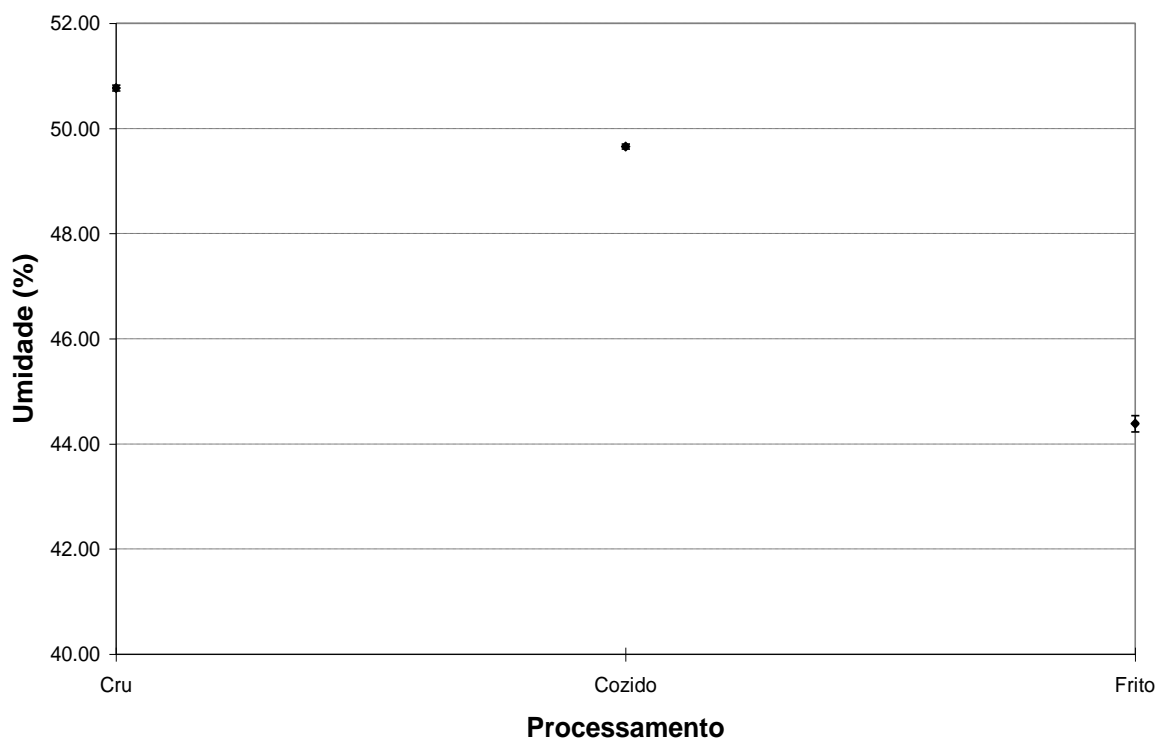


Figura A.53. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 7 α -hidroxicoolesterol

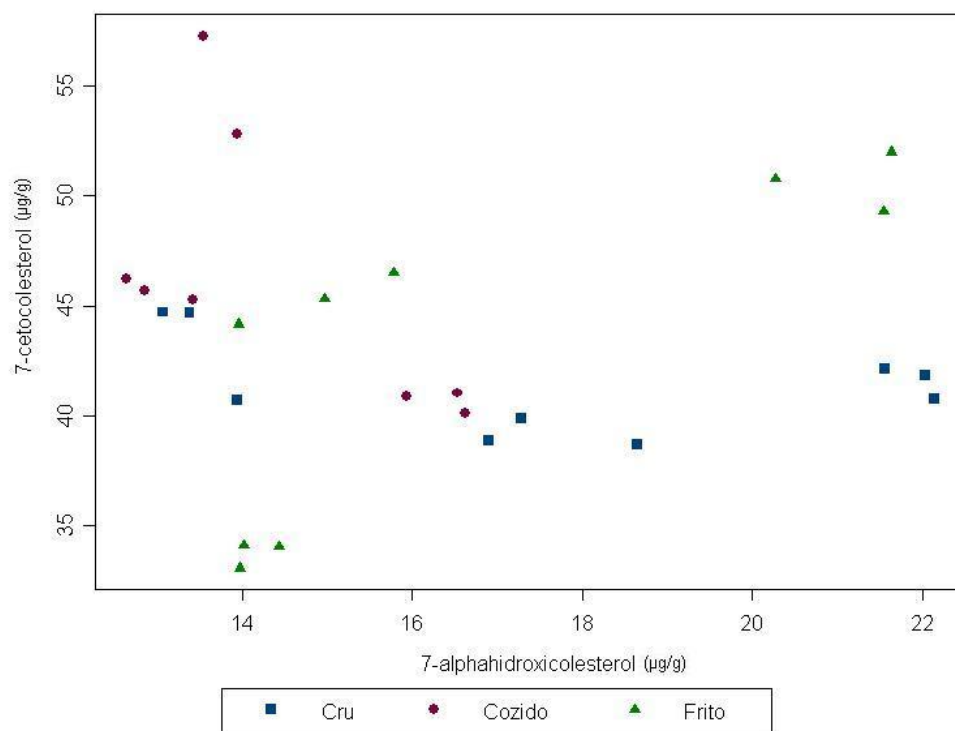


Figura A.54. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 7 β -hidroxicoolesterol

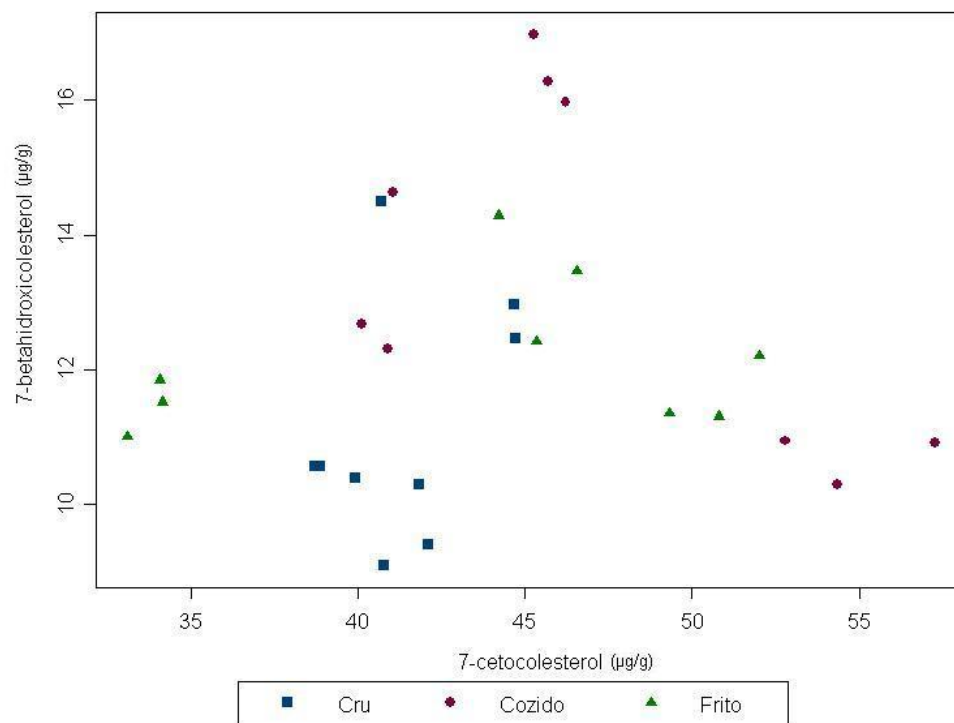


Figura A.55. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e 25-hidroxicolesterol

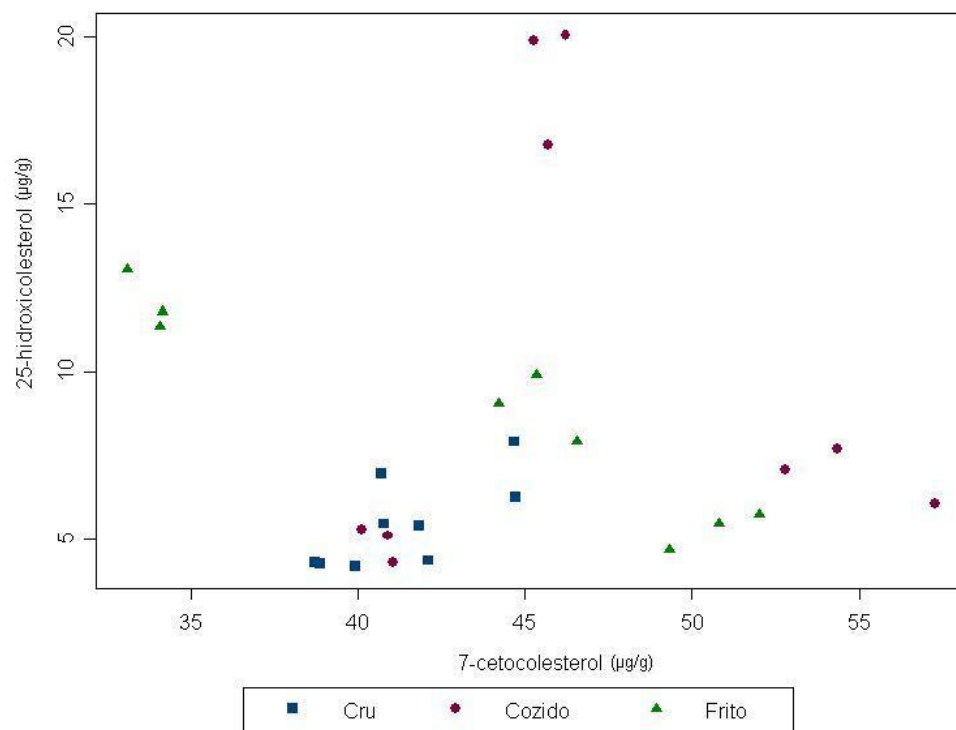


Figura A.56. Dispersão entre as variáveis 7-cetocolesterol e TBARS

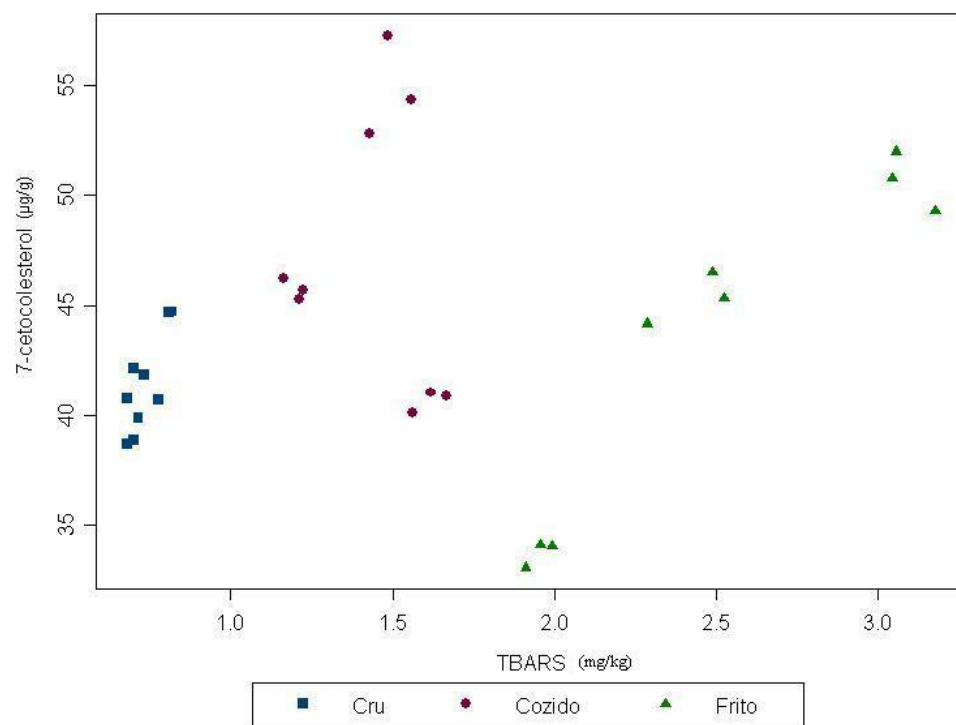


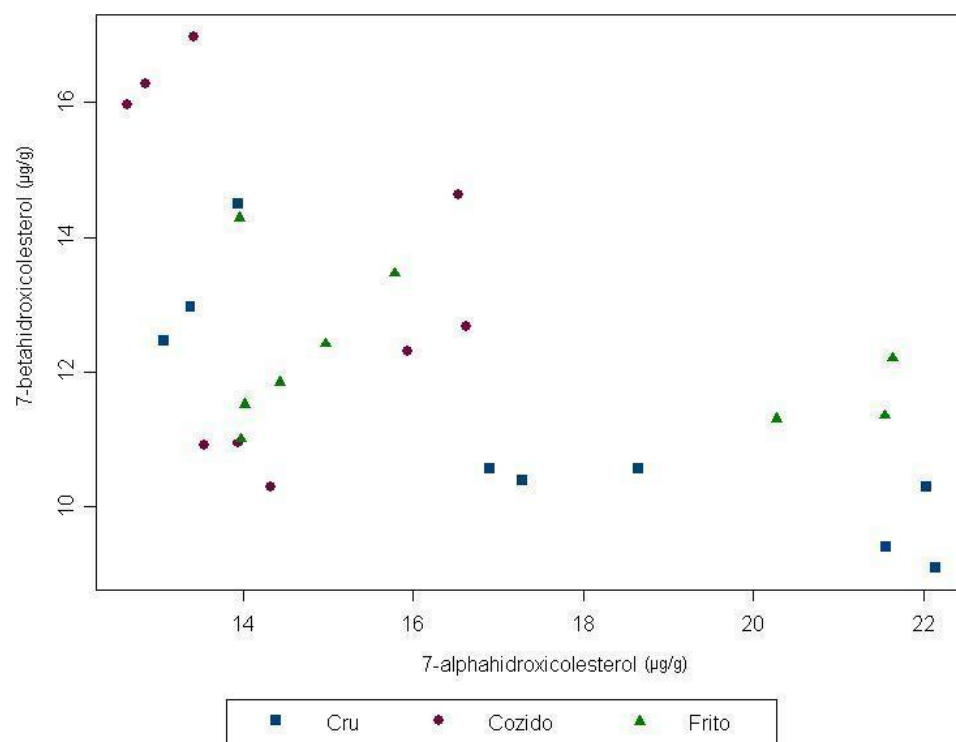
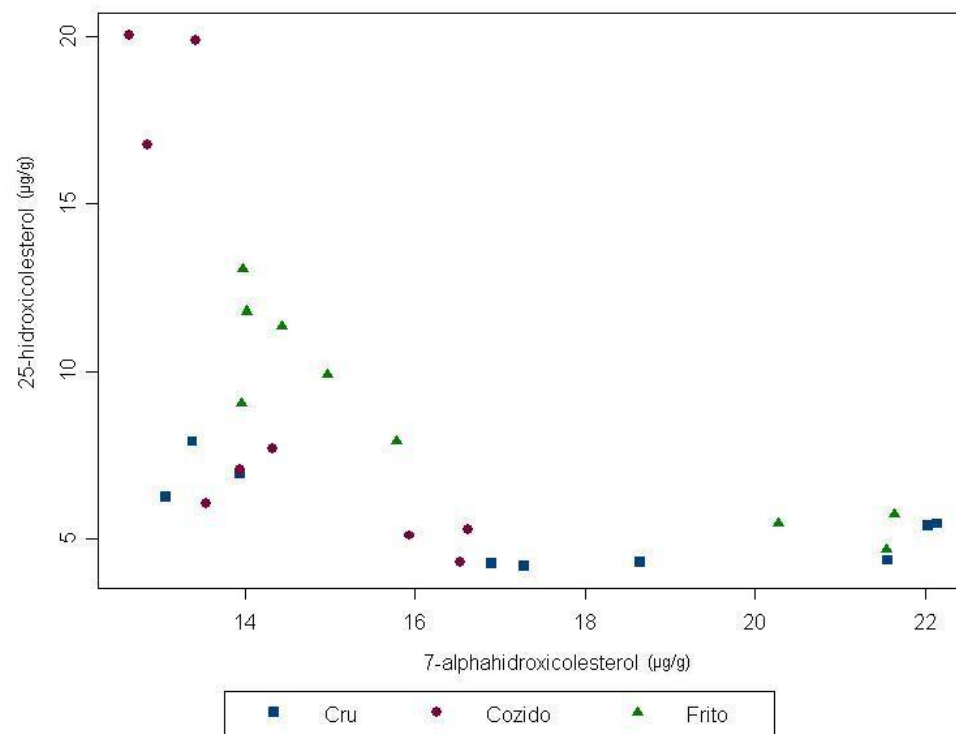
Figura A.57. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicolesterol e 7 β -hidroxicolesterolFigura A.58. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicolesterol e 25-hidroxicolesterol

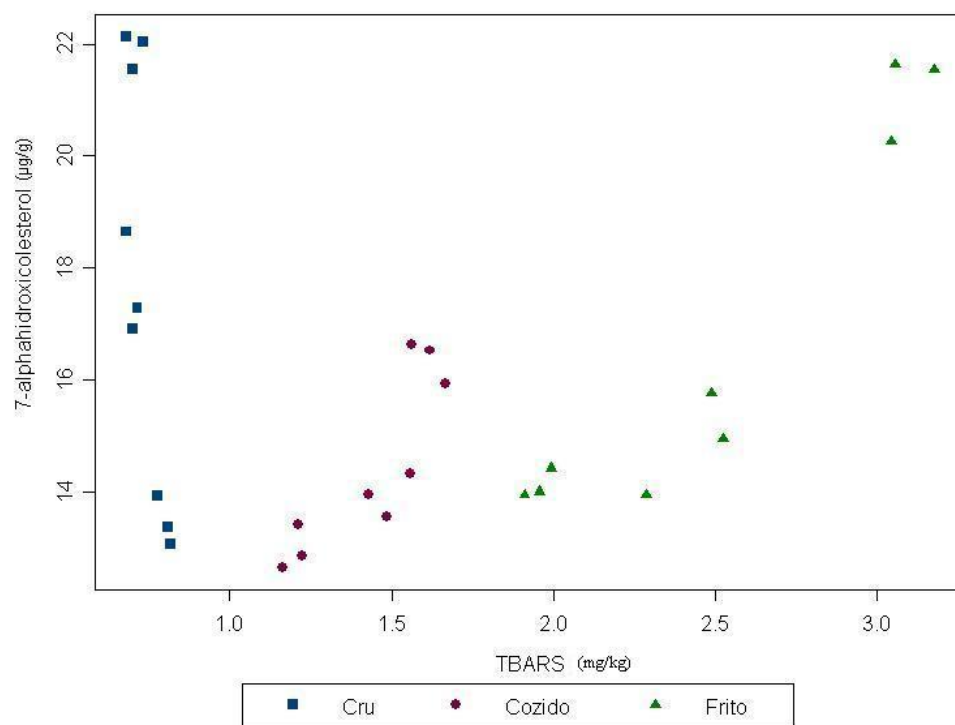
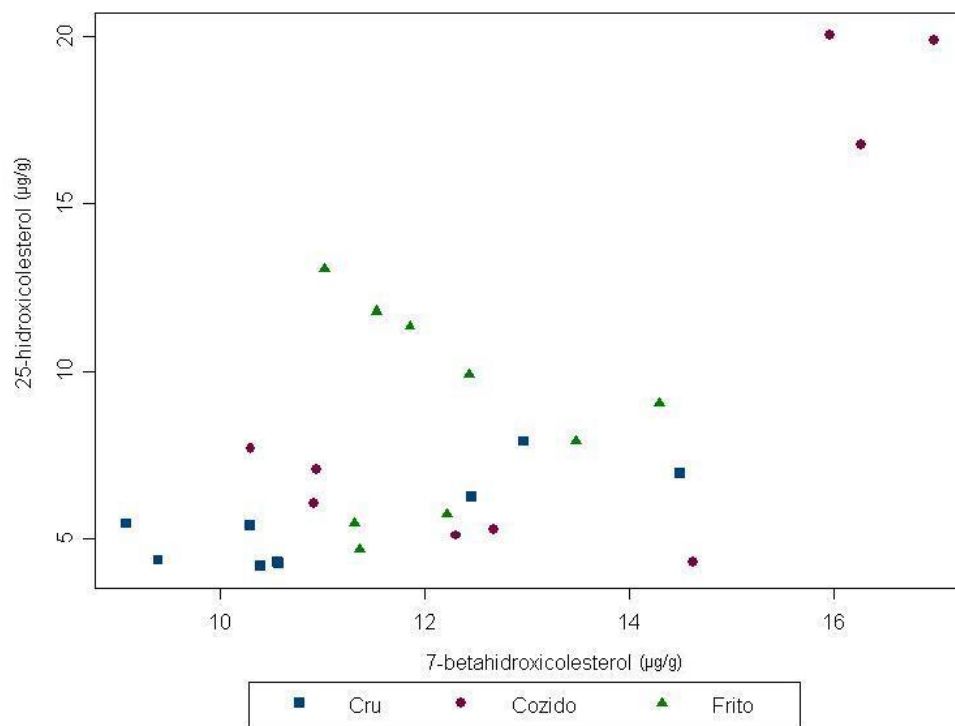
Figura A.59. Dispersão entre as variáveis 7 α -hidroxicolesterol e TBARSFigura A.60. Dispersão entre as variáveis 7 β -hidroxicolesterol e 25-hidroxicolesterol

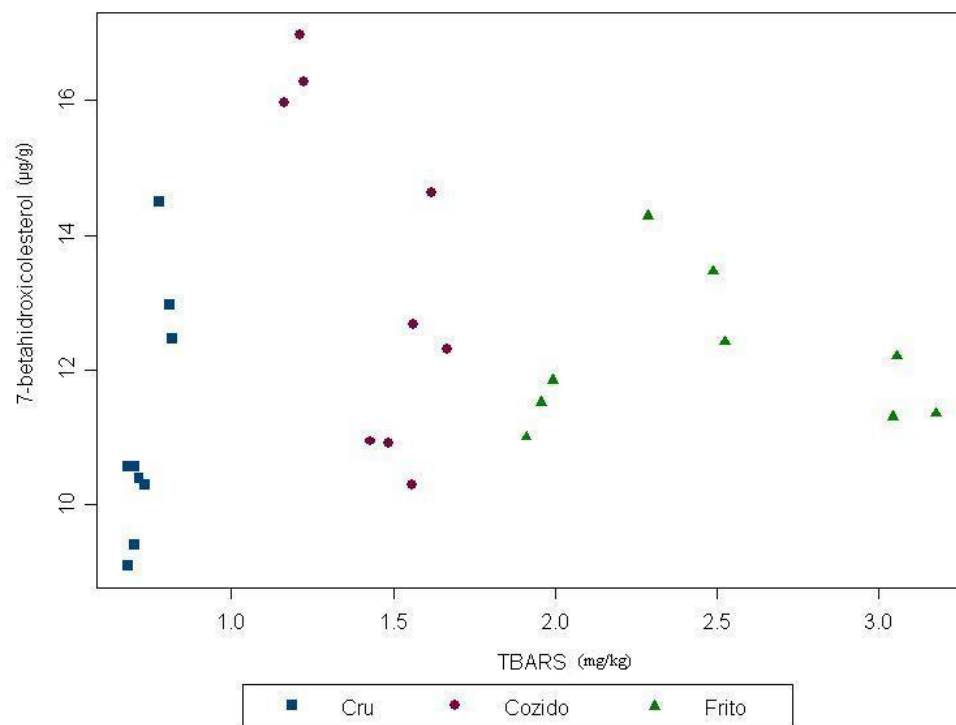
Figura A.61. Dispersão entre as variáveis 7 β -hidroxicolesterol e TBARS

Figura A.62. Dispersão entre as variáveis 25-hidroxicolesterol e TBARS

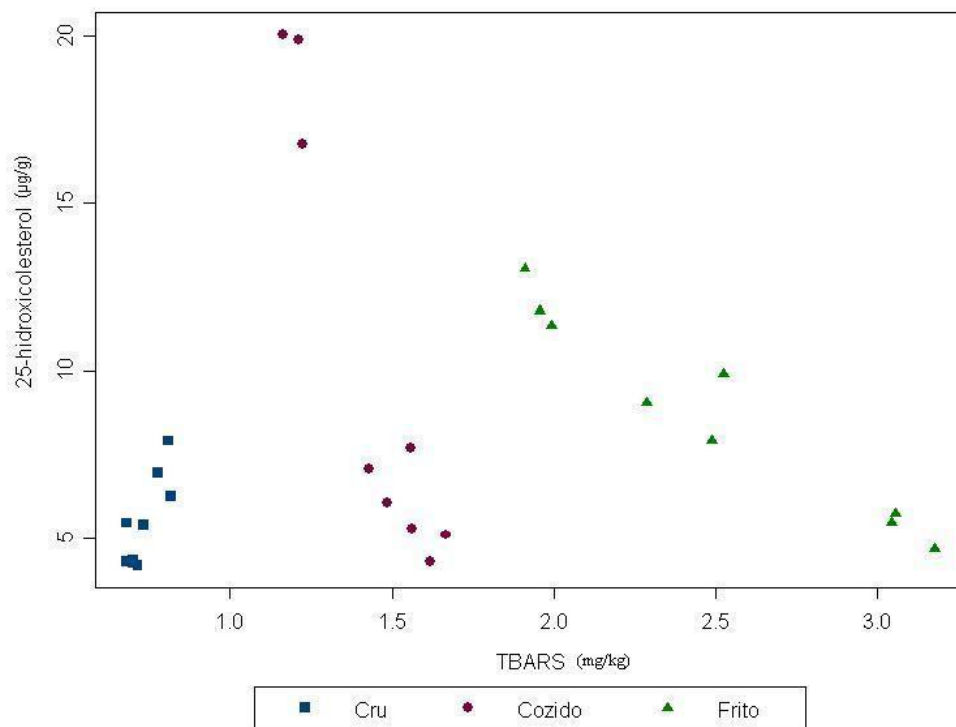


Figura A.63. Box-Plot da variável Variação de Cor Verde-Vermelho

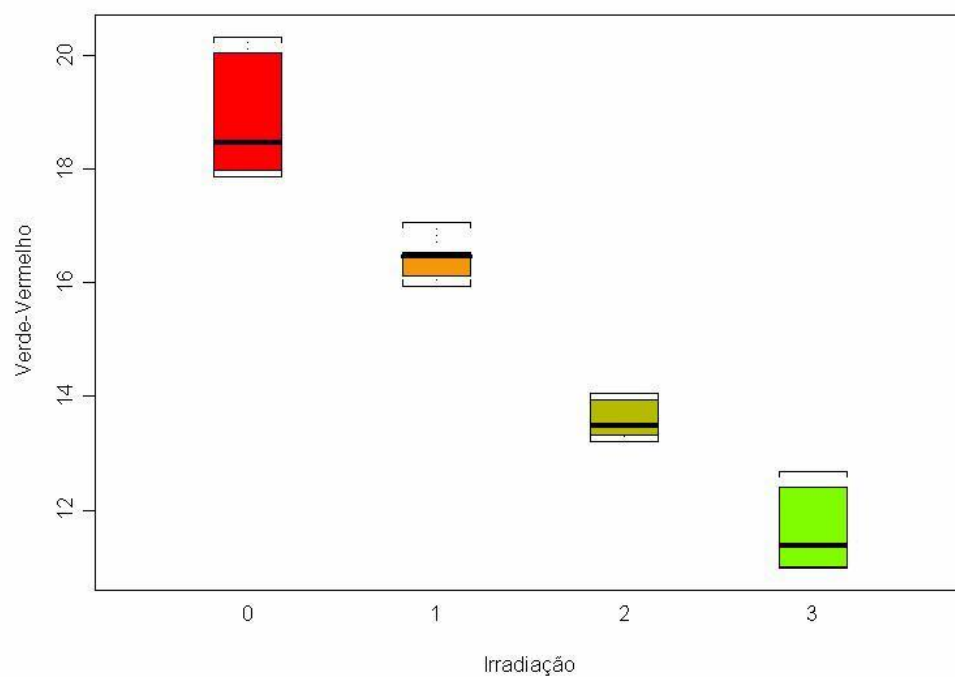


Figura A.64. Box-Plot da variável variação de Cor Azul-Amarelo

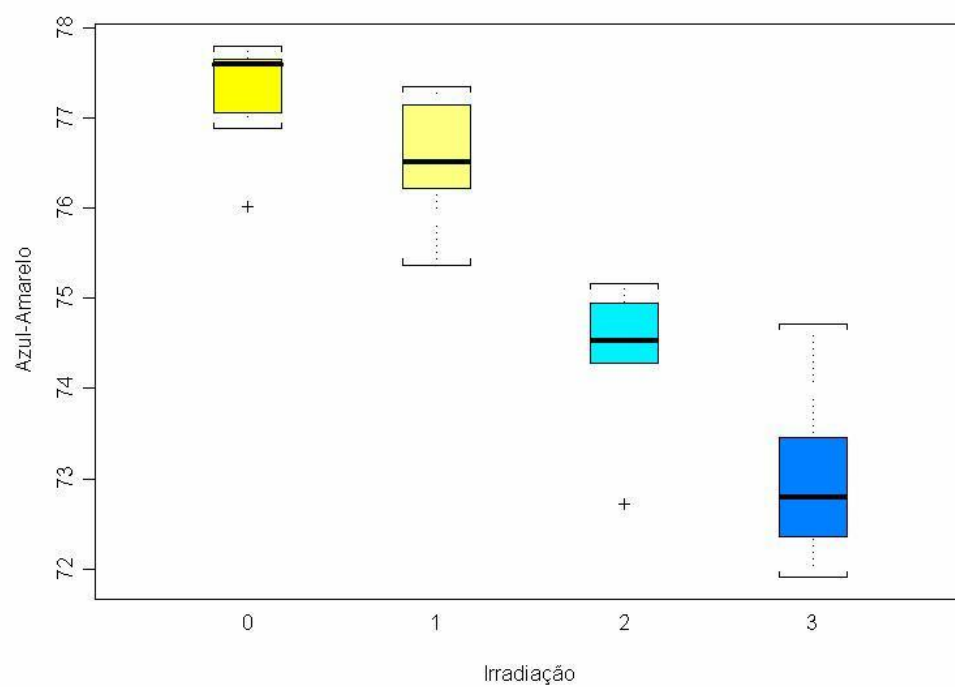
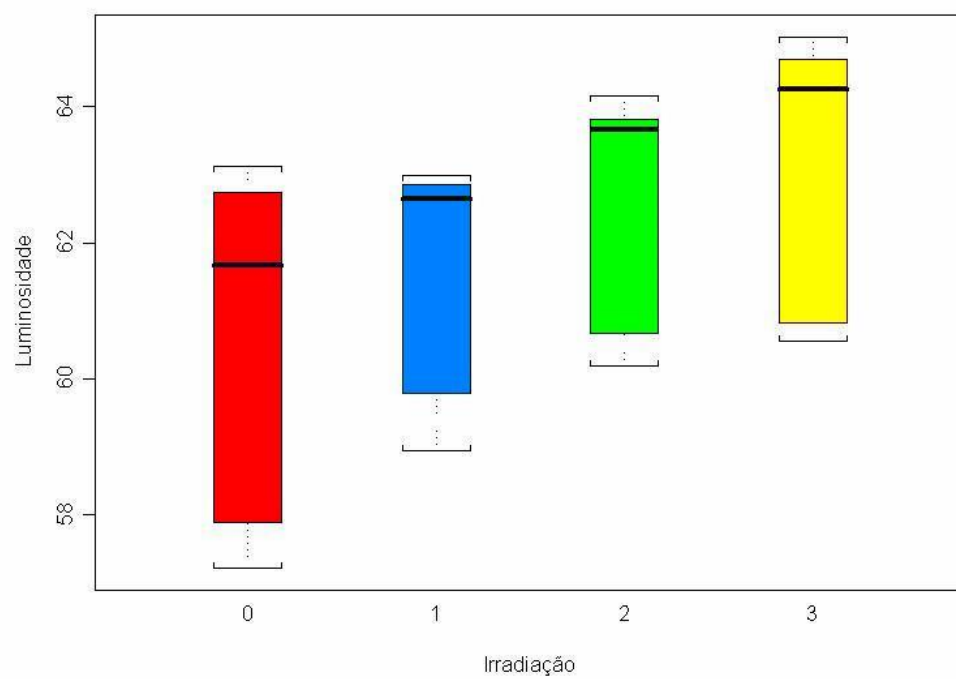


Figura A.65. Box-Plot da variável Luminosidade



Apêndice B – Tabelas

Tabela B.1. Medidas descritivas do 7-cetocolesterol por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	35,42	36,21	41,84	40,62	43,65	45,54	3,97
	30	40,84	44,09	48,39	47,60	52,12	52,84	4,41
1	0	39,10	39,49	41,83	42,30	43,26	48,75	3,31
	30	35,79	36,76	42,70	40,92	43,76	46,79	4,21
2	0	35,53	36,16	42,20	44,77	48,67	60,72	9,08
	30	37,14	39,86	56,98	55,94	71,53	74,91	14,93
3	0	38,51	41,55	43,68	44,89	48,15	52,99	4,55
	30	43,08	45,09	56,35	59,43	73,71	78,43	13,98

Tabela B.2. Medidas descritivas do 7 α -hidroxicoolesterol por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	10,62	11,65	12,94	13,30	14,57	16,34	2,01
	30	12,66	13,27	14,08	15,52	18,71	20,28	3,13
1	0	12,13	12,77	14,94	14,84	16,09	17,83	2,02
	30	13,13	14,72	15,57	16,40	18,07	21,24	2,72
2	0	12,85	14,35	15,05	15,36	16,13	19,40	2,00
	30	18,53	19,02	19,83	20,28	20,90	22,77	1,50
3	0	9,40	9,89	15,62	13,88	15,65	17,25	3,17
	30	11,28	11,47	19,46	18,90	24,18	27,26	6,30

Tabela B.3. Medidas descritivas do 7 β -hidroxicolesterol por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	9,35	9,92	10,29	10,98	11,11	14,16	1,79
	30	11,99	13,11	13,86	15,33	18,60	19,44	3,04
1	0	10,73	12,33	12,91	13,42	14,92	16,33	1,76
	30	12,10	13,84	16,47	15,79	17,09	19,07	2,42
2	0	10,25	13,50	13,57	13,55	14,67	15,04	1,43
	30	10,80	11,61	13,05	13,08	14,02	15,65	1,76
3	0	10,08	10,58	11,44	11,55	12,37	13,10	1,09
	30	12,59	14,11	14,43	14,34	14,75	15,87	0,99

Tabela B.4. Medidas descritivas do 25-hidroxicolesterol por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	5,59	5,91	6,39	6,63	6,71	9,43	1,17
	30	5,25	6,04	7,05	6,81	7,95	8,07	1,06
1	0	2,44	3,00	5,32	4,53	5,43	5,85	1,37
	30	3,82	4,49	4,73	5,25	5,72	6,92	1,11
2	0	5,26	5,55	5,80	5,92	6,21	6,94	0,56
	30	4,02	4,49	4,70	5,72	7,87	8,09	1,71
3	0	2,99	3,66	5,63	4,83	5,92	5,97	1,28
	30	4,72	5,35	5,70	6,01	7,30	7,39	1,07

Tabela B.5. Medidas descritivas do COPS por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	65,43	67,74	73,01	71,52	74,23	75,76	3,72
	30	73,77	79,57	88,45	85,25	92,25	92,78	7,61
1	0	69,79	72,42	73,62	75,09	77,99	84,55	4,60
	30	69,11	75,68	78,03	78,35	82,58	84,78	4,98
2	0	66,45	68,38	82,50	79,59	84,83	95,25	10,24
	30	79,64	82,20	91,19	95,02	110,75	115,42	13,90
3	0	65,74	72,54	73,78	75,15	80,39	83,98	5,82
	30	82,51	86,45	102,28	98,67	108,59	109,41	11,22

Tabela B.6. Medidas descritivas do Colesterol por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	2068,12	2109,10	2310,53	2254,17	2345,85	2374,91	129,68
	30	2245,61	2275,07	2322,09	2345,21	2376,10	2506,54	92,53
1	0	2127,59	2206,18	2265,56	2250,87	2286,29	2354,39	67,71
	30	2221,39	2265,87	2316,75	2308,47	2354,54	2364,67	51,88
2	0	2169,23	2205,56	2260,65	2262,48	2307,95	2400,63	76,64
	30	2226,25	2305,99	2348,67	2333,81	2363,21	2403,61	60,78
3	0	2164,93	2289,95	2313,30	2303,83	2332,81	2407,03	75,39
	30	2212,89	2257,64	2298,71	2287,89	2302,72	2396,18	53,10

Tabela B.7. Medidas descritivas do TBARS por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	0,12	0,14	0,15	0,15	0,16	0,19	0,03
	30	0,13	0,15	0,21	0,20	0,23	0,26	0,04
1	0	0,38	0,45	0,47	0,49	0,54	0,57	0,07
	30	0,40	0,44	0,45	0,45	0,48	0,50	0,04
2	0	0,58	0,62	0,69	0,70	0,77	0,79	0,08
	30	0,55	0,57	0,70	0,68	0,73	0,78	0,09
3	0	0,64	0,67	0,72	0,73	0,78	0,82	0,06
	30	0,60	0,63	0,75	0,73	0,80	0,86	0,10

Tabela B.8. Medidas descritivas do Lipídes Totais por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	64,25	65,92	67,01	66,65	67,53	68,66	1,40
	30	64,66	66,12	66,72	67,32	68,11	72,04	2,21
1	0	62,75	65,86	67,34	66,58	67,82	68,60	1,92
	30	63,47	65,85	66,94	66,44	67,45	67,73	1,38
2	0	64,60	65,75	66,55	66,12	66,69	66,95	0,84
	30	62,38	65,61	66,59	66,30	67,61	69,44	2,13
3	0	63,71	64,57	65,30	66,33	68,31	68,88	2,07
	30	59,67	61,74	65,72	64,65	66,22	68,79	3,35

Tabela B.9. Medidas descritivas da Viscosidade da Clara por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	24,00	24,00	28,00	27,56	28,00	32,00	3,13
	30	32,00	36,00	36,00	35,78	36,00	40,00	2,11
1	0	16,00	18,00	18,00	18,67	20,00	20,00	1,41
	30	18,00	20,00	20,00	19,56	20,00	20,00	0,88
2	0	16,00	16,00	16,00	16,22	16,00	18,00	0,67
	30	16,00	16,00	16,00	16,44	16,00	18,00	0,88
3	0	14,00	16,00	16,00	15,78	16,00	16,00	0,67
	30	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	0,00

Tabela B.10. Medidas descritivas da Viscosidade da Gema por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	560,00	590,00	665,00	656,67	720,00	730,00	63,20
	30	515,00	520,00	530,00	567,22	650,00	660,00	67,32
1	0	670,00	690,00	695,00	715,00	765,00	770,00	39,61
	30	620,00	640,00	720,00	736,67	850,00	870,00	99,62
2	0	670,00	680,00	680,00	742,22	860,00	880,00	96,02
	30	640,00	650,00	900,00	830,00	940,00	940,00	140,89
3	0	670,00	670,00	790,00	786,67	900,00	900,00	100,12
	30	670,00	720,00	720,00	825,56	1040,00	1070,00	175,08

Tabela B.11. Medidas descritivas da Umidade por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	49,74	49,94	50,49	50,30	50,52	50,65	0,34
	30	51,24	51,33	51,46	51,44	51,53	51,65	0,13
1	0	49,23	49,77	50,00	49,89	50,07	50,18	0,29
	30	50,85	50,95	51,25	51,22	51,46	51,50	0,25
2	0	48,10	48,92	49,84	49,54	50,12	50,25	0,75
	30	50,53	50,76	51,03	50,92	51,06	51,13	0,22
3	0	49,03	49,73	49,99	49,81	50,04	50,12	0,38
	30	50,42	50,50	50,82	50,90	51,27	51,57	0,44

Tabela B.12. Medidas descritivas do pH da Clara por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	9,29	9,32	9,35	9,35	9,39	9,42	0,07
	30	9,23	9,24	9,24	9,24	9,25	9,25	0,01
1	0	9,09	9,11	9,12	9,14	9,17	9,22	0,07
	30	9,14	9,15	9,16	9,18	9,20	9,24	0,05
2	0	9,06	9,11	9,15	9,13	9,17	9,18	0,06
	30	9,16	9,18	9,20	9,21	9,23	9,26	0,05
3	0	9,04	9,08	9,11	9,10	9,13	9,15	0,06
	30	9,18	9,20	9,22	9,23	9,26	9,29	0,06

Tabela B.13. Medidas descritivas do pH da Gema por Estocagem e Radiação

Radiação (kGy)	Tempo de Estocagem	Mínimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Máximo	D.P.
0	0	6,09	6,11	6,12	6,15	6,18	6,24	0,08
	30	6,29	6,31	6,33	6,36	6,39	6,45	0,08
1	0	6,07	6,09	6,11	6,14	6,17	6,23	0,08
	30	6,27	6,31	6,34	6,35	6,39	6,43	0,08
2	0	6,06	6,07	6,08	6,12	6,15	6,22	0,09
	30	6,30	6,33	6,36	6,37	6,41	6,46	0,08
3	0	6,07	6,07	6,07	6,11	6,14	6,20	0,08
	30	6,32	6,33	6,33	6,36	6,39	6,44	0,07

Tabela B.14. Medidas descritivas do 7-cetocolesterol por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	38,70	39,91	40,78	41,37	42,12	44,72	2,22
Cozido	40,11	41,04	45,68	47,07	52,80	57,27	6,32
Frito	33,11	34,15	45,36	43,29	49,32	52,02	7,55

Tabela B.15. Medidas descritivas do 7 α -hidroxicoolesterol por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	13,07	13,94	17,28	17,66	21,56	22,14	3,70
Cozido	12,64	13,42	13,95	14,43	15,93	16,62	1,55
Frito	13,96	14,02	14,97	16,73	20,27	21,64	3,39

Tabela B.16. Medidas descritivas do 7 β -hidroxicoolesterol por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	9,08	10,29	10,56	11,13	12,46	14,49	1,79
Cozido	10,30	10,94	12,68	13,44	15,97	16,98	2,57
Frito	11,02	11,37	11,85	12,17	12,43	14,30	1,09

Tabela B.17. Medidas descritivas do 25-hidroxicolesterol por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	4,16	4,31	5,38	5,45	6,25	7,90	1,35
Cozido	4,29	5,27	7,07	10,24	16,77	20,05	6,64
Frito	4,68	5,75	9,06	8,78	11,37	13,05	3,02

Tabela B.18. Medidas descritivas do COPS por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	70,61	72,23	76,49	75,61	77,44	79,55	3,27
Cozido	74,22	76,49	86,69	85,18	91,58	95,56	8,35
Frito	71,15	71,75	82,67	80,97	86,91	91,62	7,74

Tabela B.19. Medidas descritivas do TBARS por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	0,68	0,70	0,71	0,73	0,78	0,82	0,05
Cozido	1,17	1,22	1,49	1,44	1,56	1,67	0,19
Frito	1,91	1,99	2,49	2,49	3,05	3,18	0,50

Tabela B.20. Medidas descritivas da Umidade por Processamento

	Minimo	1º quartil	Mediana	Média	3º quartil	Maximo	D.P.
Cru	50,57	50,67	50,73	50,77	50,90	51,06	0,16
Cozido	49,45	49,47	49,72	49,66	49,78	49,79	0,15
Frito	43,95	44,08	44,13	44,38	44,92	45,10	0,46

Tabela B.21. Medidas descritivas da Análise de cor para o Verde-Vermelho

Radiação	1º			3º			D.P.
	Minimo	quartil	Mediana	Média	quartil	Maximo	
0	17,86	17,99	18,46	18,84	20,05	20,33	1,02
1	15,94	16,11	16,47	16,40	16,54	17,06	0,36
2	13,20	13,32	13,47	13,58	13,95	14,05	0,34
3	10,97	11,00	11,38	11,66	12,41	12,69	0,72

Tabela B.22. Medidas descritivas da Análise de cor para o Azul-Amarelo

Radiação	1º			3º			D.P.
	Minimo	quartil	Mediana	Média	quartil	Maximo	
0	76,02	77,06	77,59	77,32	77,66	77,80	0,58
1	75,37	76,22	76,51	76,58	77,15	77,35	0,63
2	72,73	74,28	74,54	74,46	74,95	75,17	0,74
3	71,91	72,36	72,80	73,01	73,46	74,72	0,91

Tabela B.23. Medidas descritivas da Análise de cor para a Luminosidade

Radiação	1º			3º			D.P.
	Minimo	quartil	Mediana	Média	quartil	Maximo	
0	57,20	57,88	61,66	60,70	62,75	63,13	2,45
1	58,94	59,79	62,65	61,67	62,85	63,00	1,70
2	60,19	60,67	63,67	62,69	63,82	64,16	1,71
3	60,55	60,82	64,25	63,29	64,70	65,04	1,99

Tabela B.24. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Tempo de Estocagem 0dias(30dias) e Dose de Radiação 0kGy

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicoolesterol	7 β -hidroxicoolesterol	25-hidroxicoolesterol
TBARS	1,00	-0,74(-0,71)	0,81(0,31)	-0,56(-0,86)	-0,32(-0,27)
7-cetocolesterol		1,00	-0,75(-0,15)	0,25(0,82)	0,39(0,53)
7 α -hidroxicoolesterol			1,00	-0,74(-0,51)	-0,14(0,61)
7 β -hidroxicoolesterol				1,00	0,06(0,20)
25-hidroxicoolesterol					1,00

Tabela B.25. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Tempo de Estocagem 0dias(30dias) e Dose de Radiação 1kGy

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicoolesterol	7 β -hidroxicoolesterol	25-hidroxicoolesterol
TBARS	1,00	-0,44(0,13)	-0,31(-0,60)	-0,12(-0,78)	-0,11(-0,75)
7-cetocolesterol		1,00	0,19(-0,59)	0,32(-0,54)	-0,12(-0,44)
7 α -hidroxicoolesterol			1,00	-0,74(0,86)	0,91(0,90)
7 β -hidroxicoolesterol				1,00	-0,78(0,86)
25-hidroxicoolesterol					1,00

Tabela B.26. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Tempo de Estocagem 0dias(30dias) e Dose de Radiação 2kGy

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicolesterol	7 β -hidroxicolesterol	25-hidroxicolesterol
TBARS	1,00	-0,36(0,74)	-0,76(0,03)	-0,71(-0,88)	0,03(-0,95)
7-cetocolesterol		1,00	-0,07(0,64)	0,33(-0,53)	0,70(-0,83)
7 α -hidroxicolesterol			1,00	0,47(0,00)	-0,06(-0,21)
7 β -hidroxicolesterol				1,00	0,14(0,82)
25-hidroxicolesterol					1,00

Tabela B.27. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Tempo de Estocagem 0dias(30dias) e Dose de Radiação 3kGy

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicolesterol	7 β -hidroxicolesterol	25-hidroxicolesterol
TBARS	1,00	0,69(0,58)	0,85(0,23)	-0,19(0,55)	-0,81(-0,61)
7-cetocolesterol		1,00	0,60(-0,62)	0,08(0,44)	-0,80(-0,49)
7 α -hidroxicolesterol			1,00	-0,28(0,06)	-0,70(0,01)
7 β -hidroxicolesterol				1,00	-0,28(-0,18)
25-hidroxicolesterol					1,00

Tabela B.28. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Processamento Cru

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicolesterol	7 β -hidroxicolesterol	25-hidroxicolesterol
TBARS	1,00	-0,12	0,85	-0,70	-0,95
7-cetocolesterol		1,00	-0,56	-0,54	-0,04
7 α -hidroxicolesterol			1,00	-0,30	-0,77
7 β -hidroxicolesterol				1,00	0,78
25-hidroxicolesterol					1,00

Tabela B.29. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Processamento Cozido

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicolesterol	7 β -hidroxicolesterol	25-hidroxicolesterol
TBARS	1,00	0,81	-0,79	0,81	0,83
7-cetocolesterol		1,00	-0,38	0,37	0,70
7 α -hidroxicolesterol			1,00	-0,87	-0,60
7 β -hidroxicolesterol				1,00	0,77
25-hidroxicolesterol					1,00

Tabela B.30. Medidas de Correlação entre os óxidos e TBARS para o Processamento Frito

	TBARS	7-cetocolesterol	7 α -hidroxicolesterol	7 β -hidroxicolesterol	25-hidroxicolesterol
TBARS	1,00	0,94	0,94	-0,06	-0,97
7-cetocolesterol		1,00	0,80	0,25	-0,94
7 α -hidroxicolesterol			1,00	-0,29	-0,91
7 β -hidroxicolesterol				1,00	-0,07
25-hidroxicolesterol					1,00

Apêndice C – Planejamento

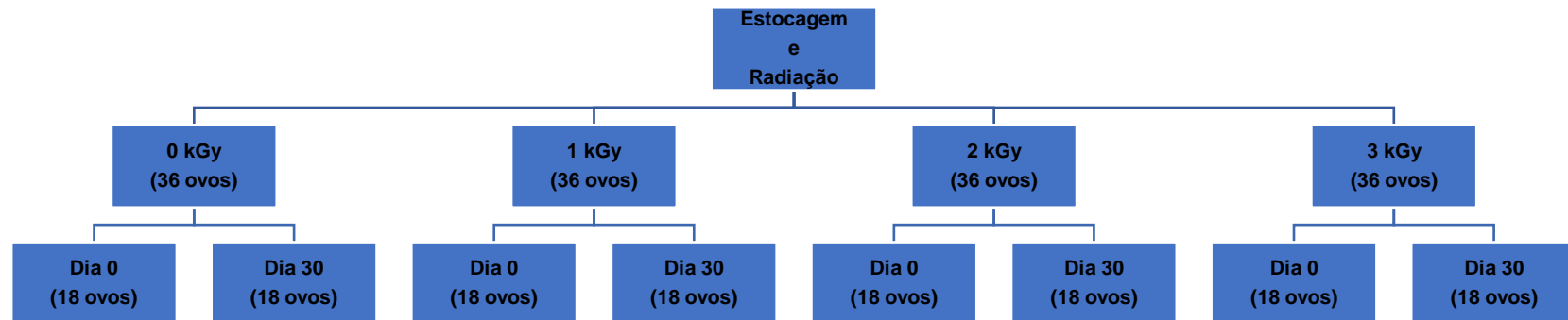
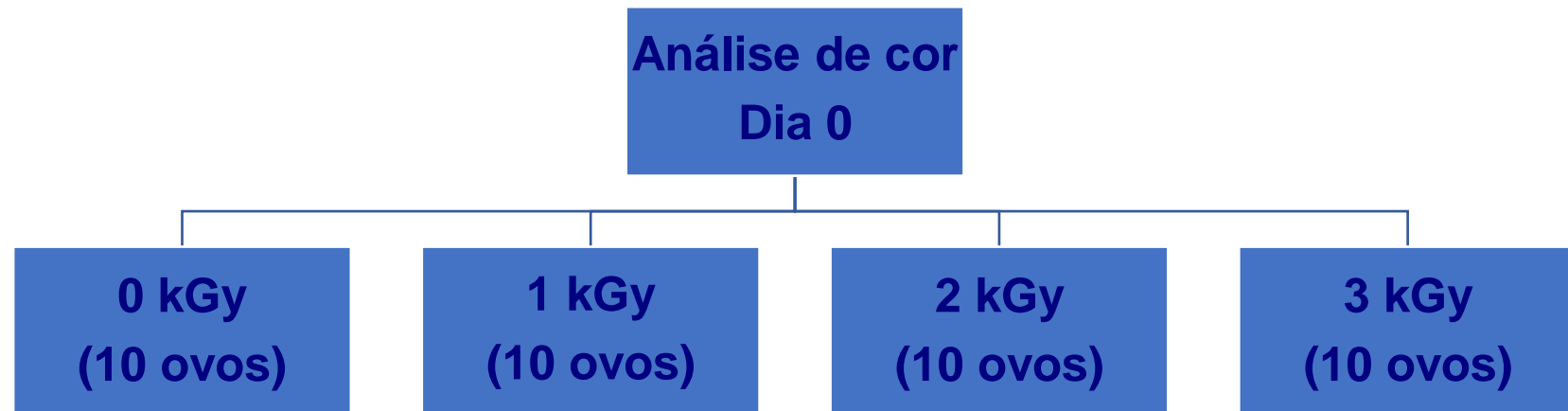
Figura C.1. Experimento 1 – Estocagem e Radiação**Figura C.2. Experimento 2 – Processamento**

Figura C.3. Experimento 3 – Análise de cor



Apêndice D – Aspectos teóricos

Análise de Variância – ANOVA com sub-amostragem com estudo de um fator

O modelo de ANOVA com sub-amostragem utilizado nos experimentos Processamento e Análise de cor é similar ao modelo de uma ANOVA com 2 fatores hierárquico dado por:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{j(i)} + \eta_{ijk}$$

Onde:

y_{ijk} : concentração da variável resposta da unidade observacional k ($k = 1, \dots, r$) da unidade experimental j ($j = 1, \dots, b$) para o tipo de tratamento i ($i = 1, \dots, a$); μ : concentração média geral da variável resposta;

τ_i : efeito do tipo de tratamento i; $\varepsilon_{j(i)}$: erro aleatório associado a unidade experimental j;

η_{ijk} : erro aleatório para a k-ésima unidade observacional no i-ésimo tipo de tratamento da j-ésima unidade experimental;

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0;$$

$$\left. \begin{array}{l} \varepsilon_{j(i)} \sim N(0, \sigma^2) \text{ independentes} \\ \eta_{ijk} \sim N(0, \sigma_\eta^2) \text{ independentes} \end{array} \right\} \text{ independentes} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, a \\ j = 1, \dots, b \\ k = 1, \dots, r \end{array}$$

Sob este modelo tem-se (Neter et al., 1996):

$$Cov(y_{ijk}, y_{i'j'k'}) = \begin{cases} \sigma^2, & k \neq k' \\ 0, & i \neq i' \quad e/ou \quad j \neq j' \end{cases}$$

Apêndice E – Tabelas da Análise Inferencial

Tabela E.1. Análise de variancia da variável 7-cetocolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Estocagem e Radiação					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	1356,093	452,031	1,677	0,212
Estocagem	1	1102,597	1102,597	4,090	0,060
Radiação*Estocagem	3	637,156	212,385	0,788	0,518
Erro experimental	16	4312,820	269,551	34,880	
Erro observacional	48	370,964	7,728		

Tabela E.2. Estimativas da média da variável 7-cetocolesterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
47,057	10,468	35,961	67,573

Tabela E.3 Análise de variancia da variável 7 α -hidroxicoolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Estocagem e Radiação					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	110,349	36,783	0,959	0,436
Estocagem	1	211,878	211,878	5,524	0,032
Radiação*Estocagem	3	43,758	14,586	0,380	0,769
Erro experimental	16	613,655	38,354	51,036	
Erro observacional	48	36,071	0,752		

Tabela E.4. Estimativa do contraste entre as médias da variável 7 α -hidroxicoolesterol ($\mu\text{g/g}$) nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-30	-3,430	1,460	-6,524	-0,336	0,032

Tabela E.5. Análise de variancia da variável 7 β -hidroxicoolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Estocagem e Radiação					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	30,309	10,103	0,899	0,463
Estocagem	1	92,034	92,034	8,191	0,011
Radiação*Estocagem	3	54,334	18,111	1,612	0,226
Erro experimental	16	179,768	11,235	10,766	
Erro observacional	48	50,091	1,044		

Tabela E.6. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável 7 β -hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$) nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-30	-2,260	0,790	-3,935	-0,585	0,011

Tabela E.7. Análise de variancia da variável 25-hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	32,256	10,752	2,305	0,116
Estocagem	1	3,955	3,955	0,848	0,371
Radiação*Estocagem	3	4,906	1,635	0,351	0,789
Erro experimental	16	74,636	4,665	12,150	
Erro observacional	48	18,428	0,384		

Tabela E.8. Estimativas da média da variável 25-hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
5,712	1,375	4,255	8,406

Tabela E.9. Análise de variancia da variável COPS ($\mu\text{g/g}$) do experimento Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	1670,364	556,788	2,137	0,136
Estocagem	1	3521,717	3521,717	13,519	0,002
Radiação*Estocagem	3	935,775	311,925	1,197	0,342
Erro experimental	16	4167,933	260,496	28,797	
Erro observacional	48	434,228	9,046		

Tabela E.10. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável COPS ($\mu\text{g/g}$) nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-30	-14,000	3,804	-22,065	-5,935	0,002

Tabela E.11. Análise de variancia da variável Colesterol (mg/100g) do experimento

Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	4619,500	1539,840	0,081	0,969
Estocagem	1	46826,500	46826,520	2,468	0,136
Radiação*Estocagem	3	29431,200	9810,400	0,517	0,676
Erro experimental	16	303549,100	18971,820	8,906	
Erro observacional	48	102252,700	2130,260		

Tabela E.12. Estimativas da média da variável Colesterol (mg/100g)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
2293,339	82,793	2205,579	2455,613

Tabela E.13. Análise de variancia da variável TBARS (mg/kg) do experimento

Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	3,482	1,161	71,919	0,000
Estocagem	1	0,000	0,000	0,006	0,940
Radiação*Estocagem	3	0,016	0,005	0,323	0,809
Erro experimental	16	0,258	0,016	23,802	
Erro observacional	48	0,033	0,001		

Tabela E.14. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável TBARS (mg/kg) nos diferentes níveis de Radiação

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-1	-0,294	0,042	-0,415	-0,173	0,000
0-2	-0,512	0,042	-0,633	-0,391	0,000
0-3	-0,555	0,042	-0,676	-0,434	0,000
1-2	-0,217	0,042	-0,338	-0,096	0,000
1-3	-0,261	0,042	-0,382	-0,140	0,000
2-3	-0,043	0,042	-0,165	0,078	0,739

Tabela E.15. Análise de variancia da variável Lipides Totais (%) do experimento

Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	P
Radiação	3	21,180	7,060	0,878	0,473
Estocagem	1	1,058	1,058	0,132	0,722
Radiação*Estocagem	3	13,973	4,658	0,579	0,637
Erro experimental	16	128,693	8,043	2,818	
Erro observacional	48	136,988	2,854		

Tabela E.16. Estimativas da média da variável Lipides Totais (%)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
66,298	2,062	64,113	70,340

Tabela E.17. Análise de variancia da variável Viscosidade da Clara (mPas) do experimento Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	P
Radiação	3	2969,944	989,982	174,702	0,000
Estocagem	1	102,722	102,722	18,127	0,001
Radiação*Estocagem	3	205,500	68,500	12,088	0,000
Erro experimental	16	90,667	5,667	4,636	
Erro observacional	48	58,667	1,222		

Tabela E.18. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável Viscosidade da Clara (mPas) nos diferentes níveis de Radiação e nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
00-10	12,889	1,122	9,003	16,775	0,000
00-20	14,889	1,122	11,003	18,775	0,000
00-30	15,333	1,122	11,447	19,220	0,000
10-20	2,000	1,122	-1,886	5,886	0,639
10-30	2,444	1,122	-1,442	6,331	0,412
20-30	0,444	1,122	-3,442	4,331	1,000
01-11	12,222	1,122	8,336	16,108	0,000
01-21	15,778	1,122	11,892	19,664	0,000
01-31	16,222	1,122	12,336	20,108	0,000
11-21	3,556	1,122	-0,331	7,442	0,086
11-31	4,000	1,122	0,114	7,886	0,041
21-31	0,444	1,122	-3,442	4,331	1,000
00-01	-0,667	1,122	-4,553	3,220	0,998
10-11	-1,333	1,122	-5,220	2,553	0,924
20-21	0,222	1,122	-3,664	4,108	1,000
30-31	0,222	1,122	-3,664	4,108	1,000

Tabela E.19. Análise de variancia da variável Viscosidade da Gema (mPas) do experimento Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	411675,000	137225,000	3,081	0,057
Estocagem	1	3901,400	3901,400	0,088	0,771
Radiação*Estocagem	3	75690,300	25230,100	0,567	0,645
Erro experimental	16	712566,700	44535,400	383,926	
Erro observacional	48	5566,700	116,000		

Tabela E.20. Estimativas da média da variável Viscosidade da Gema (mPas)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
732,500	130,514	594,156	988,307

Tabela E.21. Análise de variancia da variável Umidade (g/100g) do experimento

Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	4,220	1,407	2,689	0,081
Estocagem	1	27,479	27,479	52,527	0,000
Radiação*Estocagem	3	0,274	0,091	0,174	0,912
Erro experimental	16	8,370	0,523	16,116	
Erro observacional	48	1,558	0,032		

Tabela E.22. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável Umidade (g/100g) nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-30	-3,430	1,460	-6,524	-0,336	0,032

Tabela E.23. Análise de variancia da variável pH da Clara do experimento Estocagem e

Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	0,078	0,026	8,541	0,001
Estocagem	1	0,006	0,006	0,387	0,543
Radiação*Estocagem	3	0,049	0,016	5,367	0,009
Erro experimental	16	0,049	0,003		

Tabela E.24. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável pH da Clara nos diferentes níveis de Radiação e nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
00-10	0,210	0,045	0,055	0,365	0,005
00-20	0,223	0,045	0,068	0,378	0,003
00-30	0,253	0,045	0,098	0,408	0,000
10-20	0,013	0,045	-0,142	0,168	1,000
10-30	0,043	0,045	-0,112	0,198	0,973
20-30	0,030	0,045	-0,125	0,185	0,997
01-11	0,060	0,045	-0,095	0,215	0,870
01-21	0,033	0,045	-0,122	0,188	0,994
01-31	0,010	0,045	-0,145	0,165	1,000
11-21	-0,027	0,045	-0,182	0,128	-1,000
11-31	-0,050	0,045	-0,205	0,105	0,998
21-31	-0,023	0,045	-0,178	0,132	1,000
00-01	0,113	0,045	-0,042	0,268	0,249
10-11	-0,037	0,045	-0,192	0,118	0,990
20-21	-0,077	0,045	-0,232	0,078	0,679
30-31	-0,130	0,045	-0,285	0,025	0,136

Tabela E.25. Análise de variancia da variável pH da Gema do experimento Estocagem e Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	0,001	0,000	0,040	0,989
Estocagem	1	0,317	0,317	49,984	0,000
Radiação*Estocagem	3	0,003	0,001	0,149	0,929
Erro experimental	16	0,102	0,006		

Tabela E.26. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável pH da Gema nos diferentes níveis de Radiação e nos dois períodos de Estocagem

Contrastes	Estimativa	Erro Padrão	IC de 95%		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-30	-0,230	0,018	-0,269	-0,191	0,000

Tabela E.27. Análise de variancia da variável 7-cetocolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	151,590	75,795	0,580	0,588
Erro experimental	6	783,918	130,653	76,085	
Erro observacional	18	30,910	1,717		

Tabela E.28. Estimativas da média da variável 7-cetocolesterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
43,910	6,097	37,448	55,860

Tabela E.29. Análise de variancia da variável 7 α -hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	50,016	25,008	0,701	0,533
Erro experimental	6	214,100	35,683	104,243	
Erro observacional	18	6,162	0,342		

Tabela E.30. Estimativas da média da variável 7 α -hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
16,274	3,224	12,856	22,593

Tabela E.31. Análise de variancia da variável 7 β -hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	24,126	12,063	0,925	0,446
Erro experimental	6	78,215	13,036	24,405	
Erro observacional	18	9,614	0,534		

Tabela E.32. Estimativas da média da variável 7 β -hidroxicolesterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
12,248	2,075	10,048	16,315

Tabela E.33. Análise de variancia da variável 25-hidroxicolessterol ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	108,706	54,353	0,767	0,505
Erro experimental	6	425,312	70,885	84,639	
Erro observacional	18	15,075	0,838		

Tabela E.34. Estimativas da média da variável 25-hidroxicolessterol ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
8,156	4,596	3,285	17,163

Tabela E.35. Análise de variancia da variável COPS ($\mu\text{g/g}$) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	414,064	207,032	1,149	0,378
Erro experimental	6	1081,472	180,245	79,695	
Erro observacional	18	40,710	2,262		

Tabela E.36. Estimativas da média da variável COPS ($\mu\text{g/g}$)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
80,587	7,687	72,439	95,653

Tabela E.37. Análise de variancia da variável TBARS (mg/kg) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	14,111	7,055	18,766	0,003
Erro experimental	6	2,256	0,376	104,231	
Erro observacional	18	0,065	0,004		

Tabela E.38. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável TBARS (mg/kg) nos diferentes tipos de Processamento

Contraste	Estimativa	Erro Padrão	IC(95%)		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
Cru-Cozido	-0,701	0,167	-1,109	-0,293	0,014
Cru-Frito	-1,760	0,167	-2,168	-1,352	0,000
Cozido-Frito	-1,060	0,167	-1,468	-0,652	0,001

Tabela E.39. Análise de variancia da variável Umidade (g/100g) do experimento

Processamento					
Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Processamento	2	209,307	104,653	313,334	0,000
Erro experimental	6	2,004	0,334	81,463	
Erro observacional	18	0,073	0,004		

Tabela E.40. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável Umidade (g/100g) nos diferentes tipos de Processamento

Contraste	Estimativa	Erro Padrão	IC(95%)		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
Cru-Cozido	1,110	0,157	0,725	1,495	0,001
Cru-Frito	6,380	0,157	5,995	6,765	0,000
Cozido-Frito	5,270	0,157	4,885	5,655	0,000

Tabela E.41. Análise de variancia da variável variação de Cor verde-vermelho do experimento Radiação

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	268,105	89,368	50,483	0,000
Erro experimental	8	14,162	1,770	127,910	
Erro observacional	24	0,332	0,014		

Tabela E.42. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável variação de Cor verde-vermelho nos diferentes níveis de Radiação

Contraste	Estimativa	Erro Padrão	IC(95%)		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-1	2,44	0,362	1,406	3,474	0,000
0-2	5,26	0,362	4,226	6,294	0,000
0-3	7,18	0,362	6,146	8,214	0,000
1-2	2,82	0,362	1,786	3,854	0,000
1-3	4,73	0,362	3,696	5,764	0,000
2-3	1,92	0,362	0,886	2,954	0,005

Tabela E.43. Análise de variancia da variável variação de Cor azul-amarelo do experimento Análise de cor

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	104,614	34,871	25,279	0,000
Erro experimental	8	11,036	1,379	5,781	
Erro observacional	24	5,727	0,239		

Tabela E.44. Estimativas dos contrastes entre as médias da variável variação de Cor azul-amarelo nos diferentes níveis de Radiação

Contraste	Estimativa	Erro Padrão	IC(95%)		p-valor
			Limite Inferior	Limite Superior	
0-1	0,735	0,320	-0,178	1,648	0,175
0-2	2,85	0,320	1,937	3,763	0,000
0-3	4,3	0,320	3,387	5,213	0,000
1-2	2,12	0,320	1,207	3,033	0,000
1-3	3,57	0,320	2,657	4,483	0,000
2-3	1,45	0,320	0,537	2,363	0,008

Tabela E.45. Análise de variancia da variável Luminosidade (em %) do experimento Análise de cor

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	F	p-valor
Radiação	3	35,300	11,767	0,754	0,550
Erro experimental	8	124,870	15,609	268,192	
Erro observacional	24	1,397	0,058		

Tabela E.36. Estimativas da média da variável Luminosidade (em %)

média	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
62,090	2,149	59,813	66,301

Apêndice F – Gráficos da Análise Inferencial

Figura F.1. Perfis Médios da variável 7-cetocolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

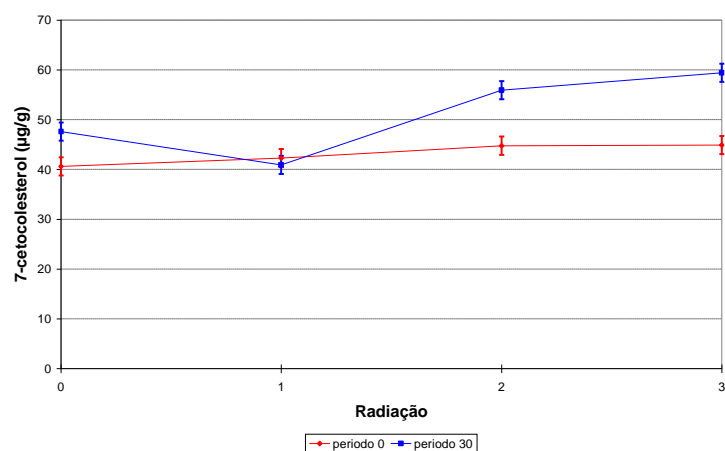


Figura F.2. Perfis Médios da variável 7 α -hidroxicoolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

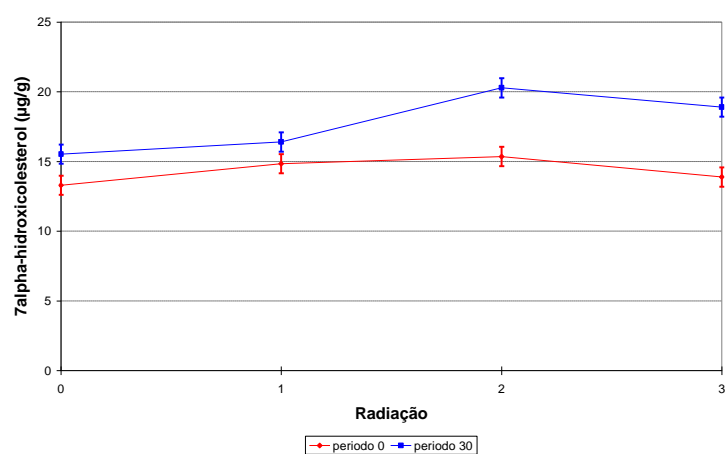


Figura F.3. Perfis Médios da variável 7 β -hidroxicoolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

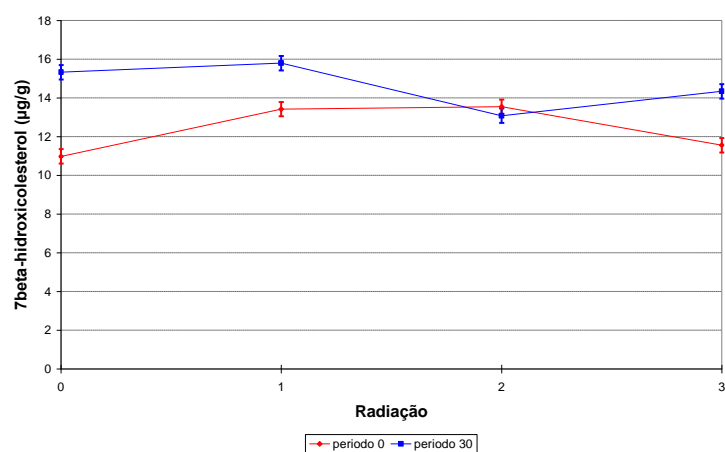


Figura F.4. Perfis Médios da variável 25-hidroxicolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

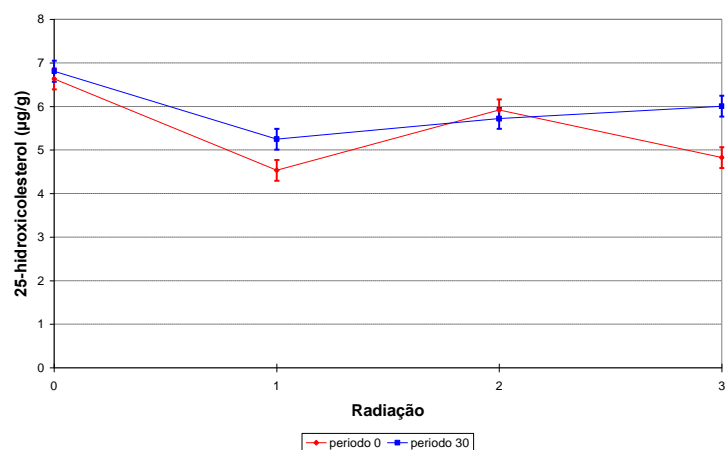


Figura F.5. Perfis Médios da variável COPS com erro padrão obtido do modelo ajustado

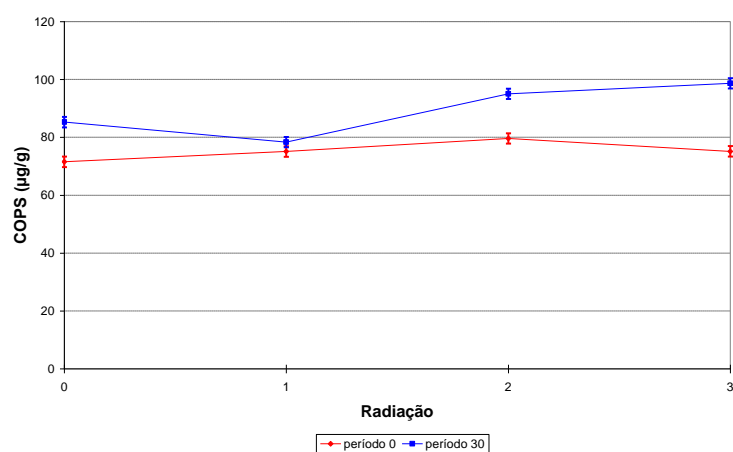


Figura F.6. Perfis Médios da variável Colesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

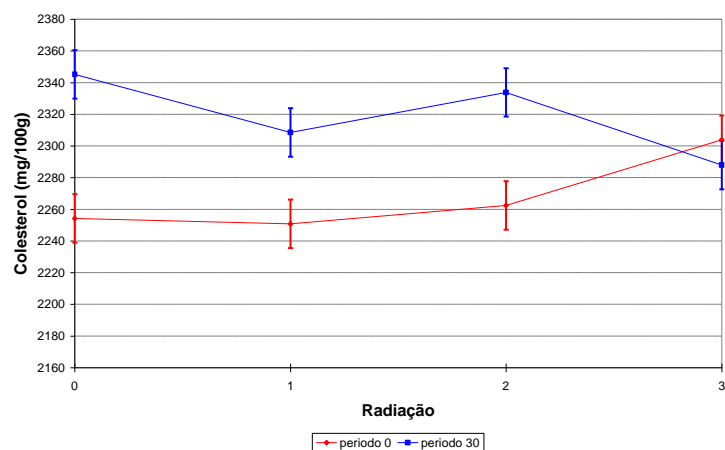


Figura F.7. Perfis Médios da variável TBARS com erro padrão obtido do modelo ajustado

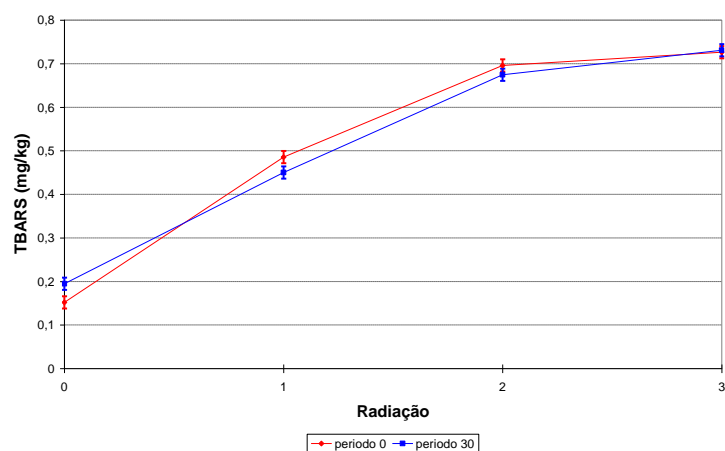


Figura F.8. Perfis Médios da variável Lípides Totais com erro padrão obtido do modelo ajustado

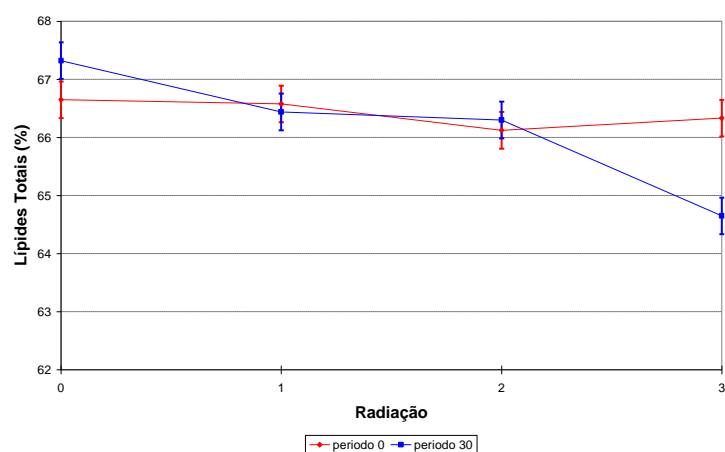


Figura F.9. Perfis Médios da variável Viscosidade da Clara com erro padrão obtido do modelo ajustado

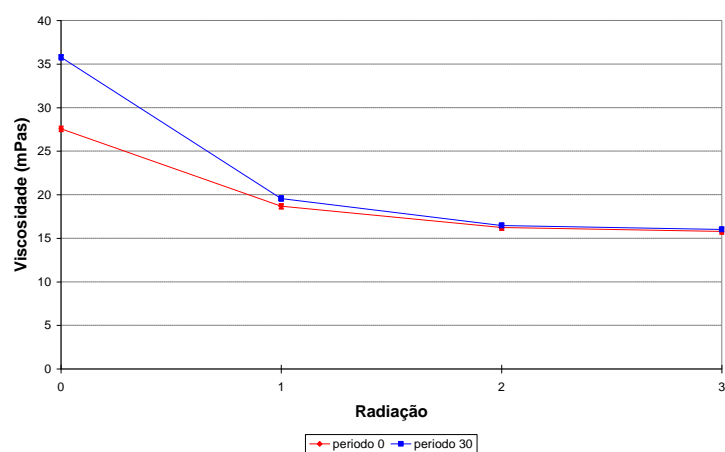


Figura F.10. Perfis Médios da variável Viscosidade da Gema com erro padrão obtido do modelo ajustado

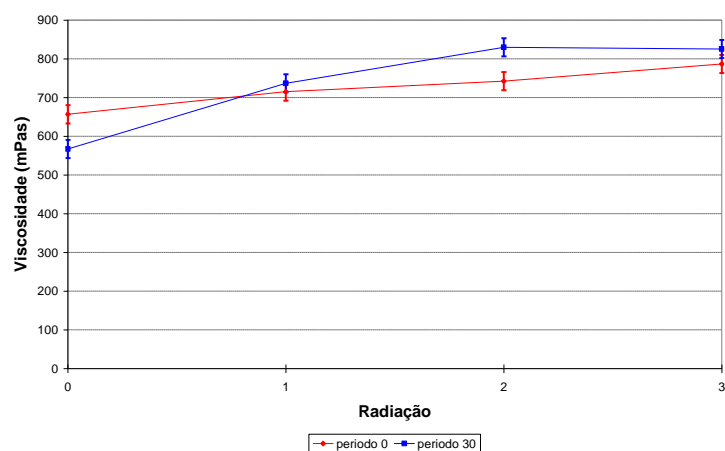


Figura F.11. Perfis Médios da variável Umidade com erro padrão obtido do modelo ajustado

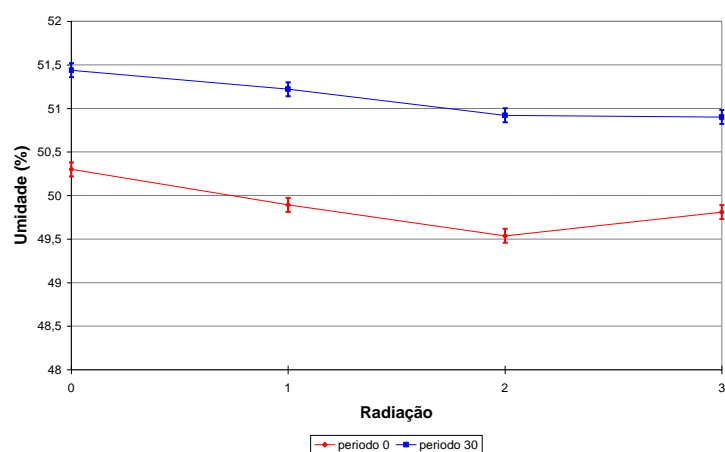


Figura F.12. Perfis Médios da variável pH da Clara com erro padrão obtido do modelo ajustado

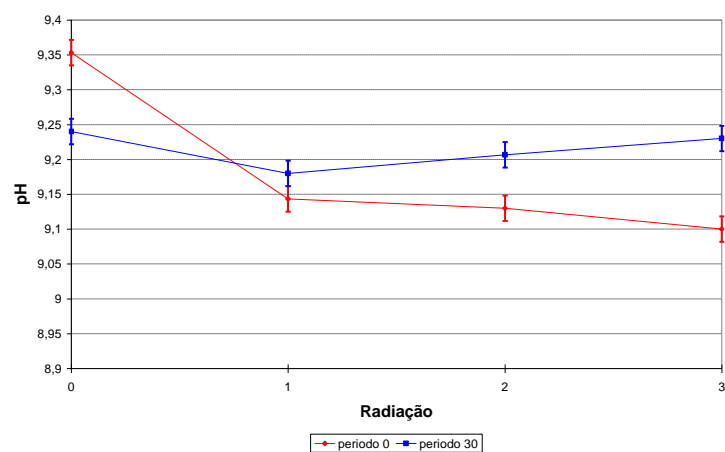


Figura F.13. Perfis Médios da variável pH da Gema com erro padrão obtido do modelo ajustado

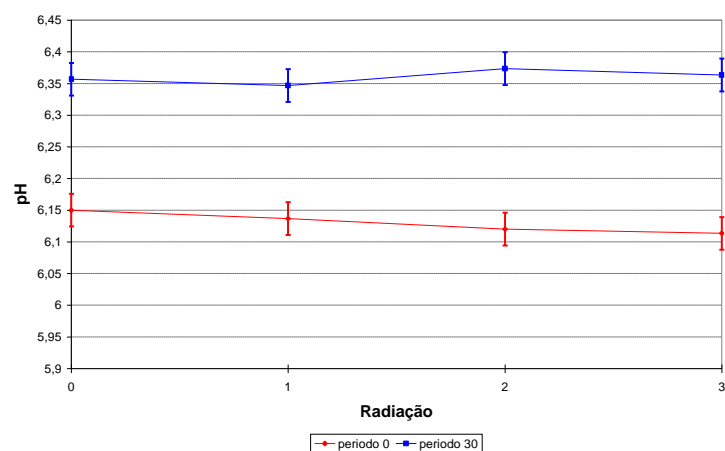


Figura F.14. Perfis Médios da variável 7-cetocolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

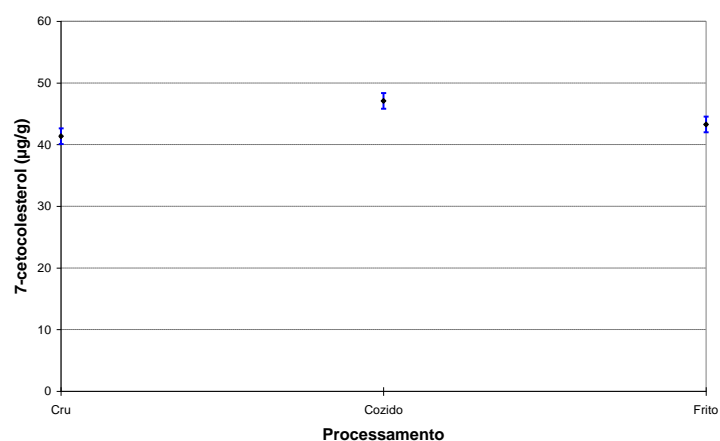


Figura F.15. Perfis Médios da variável 7 α -hidroxicoolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

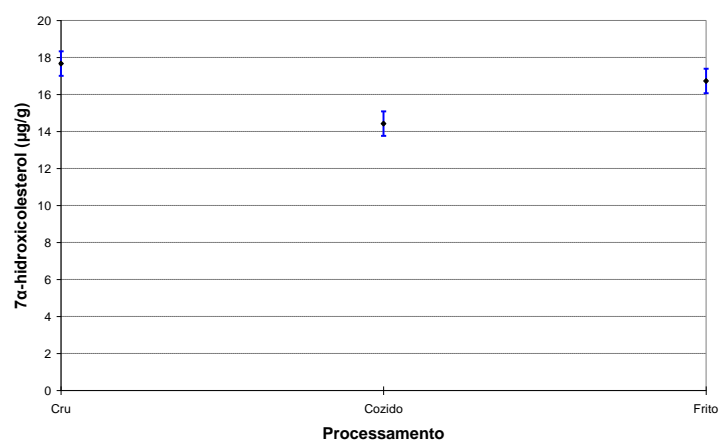


Figura F.16. Perfis Médios da variável 7 β -hidroxicoolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

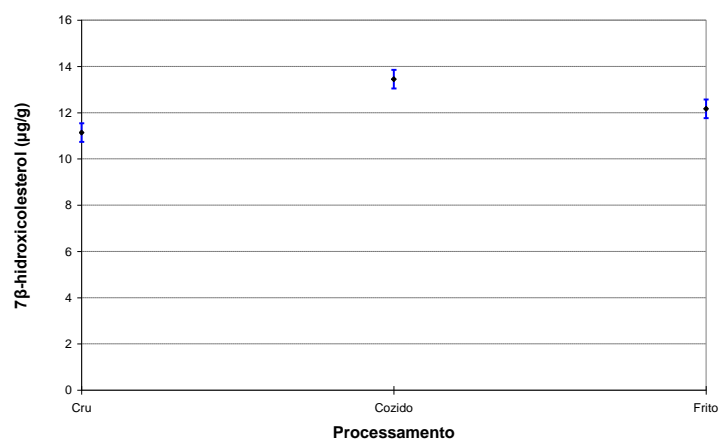


Figura F.17. Perfis Médios da variável 25-hidroxicoolesterol com erro padrão obtido do modelo ajustado

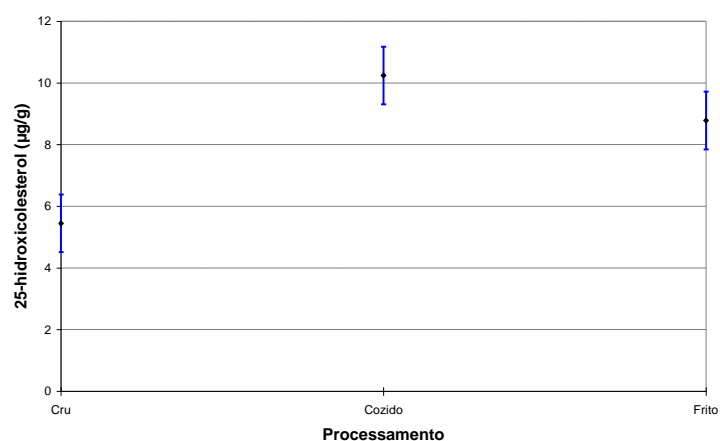


Figura F.18. Perfis Médios da variável COPS com erro padrão obtido do modelo ajustado

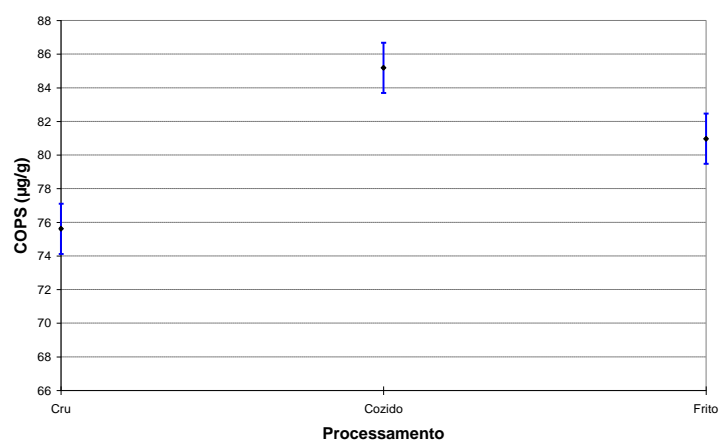


Figura F.19. Perfis Médios da variável TBARS com erro padrão obtido do modelo ajustado

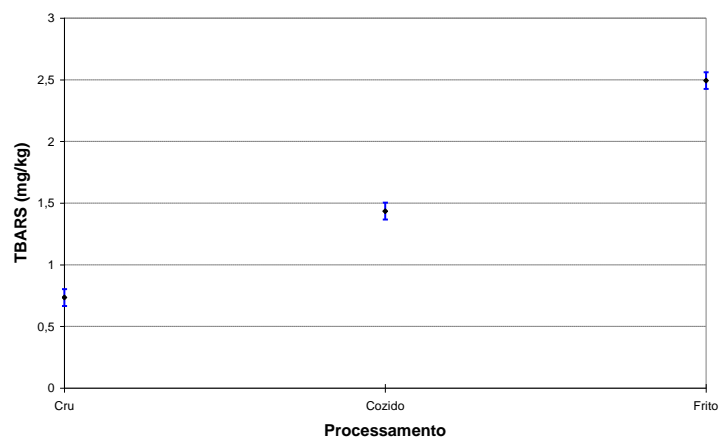


Figura F.20. Perfis Médios da variável Umidade com erro padrão obtido do modelo ajustado

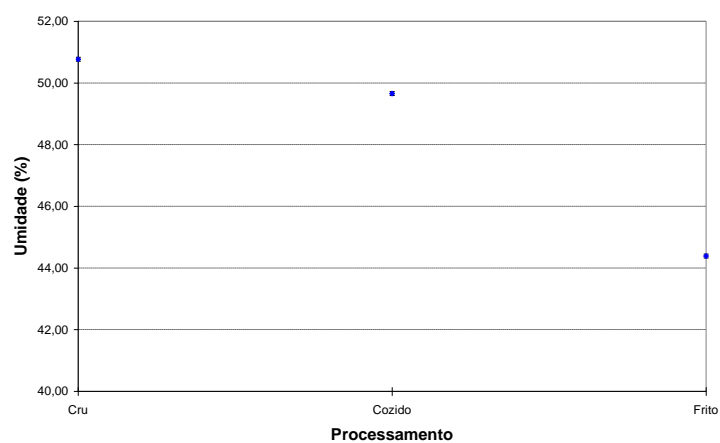


Figura F.21. Perfis Médios da variável Luminosidade com erro padrão obtido do modelo ajustado

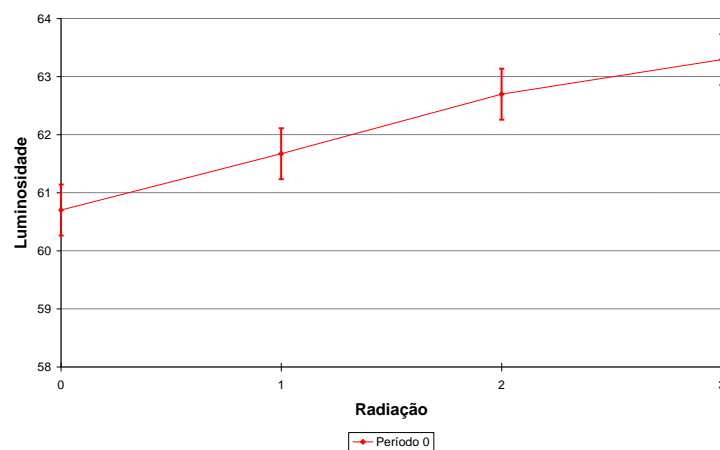


Figura F.22. Perfis Médios da variável Verde-Vermelho com erro padrão obtido do modelo ajustado

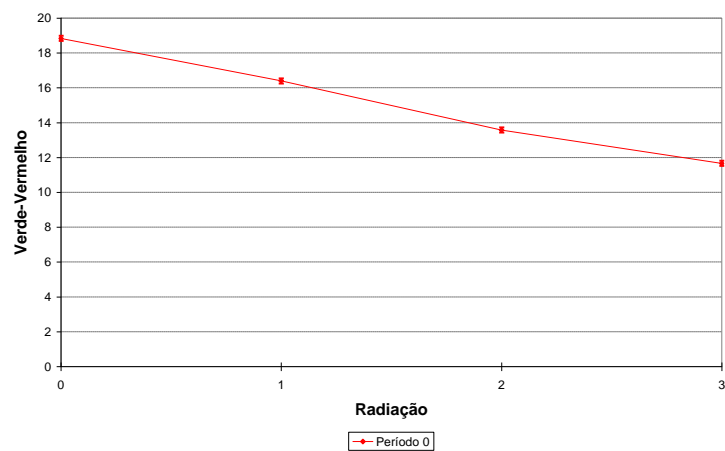


Figura F.23. Perfis Médios da variável Azul-Amarelo com erro padrão obtido do modelo ajustado

