

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

TÍTULO: Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Caracterização e avaliação de vida útil da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada”

PESQUISADORA: Bruna Lorena Aguiar Carneiro

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Marta Helena Fillet Spoto

INSTITUIÇÃO: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP

FINALIDADE: Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Carolina Yea Ling Sun

Prof^a Dr^a Cláudia Peixoto

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:

Sun, C.Y.L. e Peixoto, C.P. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Caracterização e avaliação de vida útil da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada”.** São Paulo, IME-USP, 2015. (RAE-CEA-15P-16).

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, B.L.A. (2015). **Caracterização e avaliação de vida útil da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada.** Piracicaba. 36p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP.

MONTGOMERY, D.C. (2013). **Design and Analysis of Experiments.** 8th ed. Danvers: John Wiley & Sons, Inc. 187p.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS

Microsoft Excel for Windows (versão 2010);

Microsoft Word for Windows (versão 2010);

R (versão 3.1.3)

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Análise de Variância com Efeitos Fixos (08:010)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Bioestatística

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO	6
2. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	7
3. ANÁLISE DESCRIPTIVA.....	9
4. ANÁLISE INFERENCIAL.....	11
4.1. Croma.....	12
4.2. Hue.....	12
4.3. L*	13
4.4. pH.....	13
4.5. Atividade de água (Aw).....	14
4.6. Sólidos solúveis totais (TSS)	14
4.7. Acidez titulável (AT)	14
4.8. <i>Ratio</i>	15
4.9. Carotenóides	15
4.10. Compostos Fenólicos.....	15
5. CONCLUSÃO.....	16
APÊNDICE A. TABELAS.....	18
Composição Centesimal.....	19
Coloração.....	19
Aspectos Químicos	20
Compostos Bioativos	21
APÊNDICE B. GRÁFICOS.....	31
▪ Parte I: Análise Descritiva	32
• Coloração.....	32
• Aspectos químicos	34
• Compostos bioativos.....	36
▪ Parte II: Análise Inferencial	37
• Coloração.....	37
• Aspectos químicos	39
• Compostos bioativos.....	41
APÊNDICE C. MODELO DE ANOVA	43

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar e comparar o efeito de dois processos de desidratação da polpa do buriti: a atomização e a liofilização, em relação ao congelamento. É de especial interesse verificar se os dois métodos são capazes de manter as propriedades bioativas como os carotenóides e os compostos fenólicos.

Com relação a estes dois aspectos, observou-se que o processo de liofilização é melhor do que o de atomização. Outros aspectos relacionados às propriedades químicas e com a preservação da polpa também foram observados, tais como pH e atividade de água, para os quais, a polpa liofilizada também apresentou melhores resultados.

INTRODUÇÃO

O buriti é uma palmeira da família Arecaceae que ocorre nas regiões alagadas e úmidas do centro, norte e nordeste do Brasil; é considerada a palmeira mais abundante do país. Produz um fruto cuja polpa é uma massa espessa de coloração amarelo-alaranjada, de sabor agridoce e consistência amilácea e oleosa.

Essa característica da cor amarelo-alaranjada deve-se à presença de grande quantidade de carotenóides, uma das razões pela qual a polpa de buriti tem alto poder antioxidante, que ainda é aumentado pela presença de compostos fenólicos. Tais propriedades, por serem alvo do que é considerado saudável, devem impulsionar o seu consumo como uma forma de enriquecimento da dieta e, também, permitem melhor exploração de um item da diversidade brasileira. A população local utiliza a polpa de buriti de diversas formas, tais como sucos, doces, geleias, cremes, sorvetes e compotas.



Figura 1. Buriti.

A fruta, porém, apresenta sazonalidade que vai de dezembro a junho e é bastante perecível, por isso, seria interessante encontrar formas de preservá-la. Uma forma bastante conhecida e empregada de conservar propriedades químicas, nutricionais e sensoriais de polpa de frutas é o congelamento, porém, tem alto custo de produção, transporte e armazenamento.

Assim, é de interesse investigar se as técnicas de desidratação são igualmente, ou mais, capazes de manter as mesmas propriedades. Entre elas, destacam-se a liofilização e a atomização, que serão avaliadas neste estudo. Posteriormente, as propriedades das polpas tratadas serão comparadas com as da polpa congelada.

1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Foi utilizada uma polpa de 70 kg (de buriti da espécie *Mauritia flexuosa*) proveniente da Cooperativa Central do Cerrado Ltda., localizada em Brasília (DF). Esta foi congelada e encaminhada ao Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba (SP), onde foi dividida em três partes iguais, sendo uma para cada forma de processamento (congelamento, atomização e liofilização).

A polpa para o tratamento de congelamento foi acondicionada em pacotes de alumínio, com 300g cada e armazenada a uma temperatura de -18°C.

A liofilização da polpa de buriti foi realizada na empresa Liotécnica – Tecnologia em Alimentos, situada na cidade de Embu (SP); a atomização, na empresa Guapirama Agroindústria – Ltda., na cidade de Guapirama (PR). Ambas as polpas desidratadas foram acondicionadas em pacotes de 300g e encaminhadas para o Laboratório de Frutas e Hortaliças (ESALQ/USP), onde foram armazenadas à temperatura ambiente.

Destaca-se que, para o processo de atomização, foi necessária a adição do carboidrato maltodextrina, cujo objetivo era impedir um viés de produção, pois, devido à alta quantidade de óleo presente na polpa, esta grudava no equipamento, causando entupimento do mesmo. Assim, ressalta-se que os resultados a serem observados são para a polpa de buriti tratada, não somente pelo processo de desidratação, mas também, com um aditivo no caso da polpa atomizada.

Apenas no início, caracterizou-se a polpa de buriti, de cada um dos tratamentos, sob cada um dos tratamentos, por meio de análise de composição centesimal e de minerais. Para cada uma dessas variáveis, houve três medidas.

Já, para avaliar o estado de conservação das polpas, foram realizadas, em 5 dias diferentes, espaçados de 14 dias (Figura 2), análises de pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis totais (TSS), acidez titulável (AT), *ratio*, carotenóides e compostos fenólicos em 3 amostras. Em cada amostra, as medidas foram realizadas em duplicata.

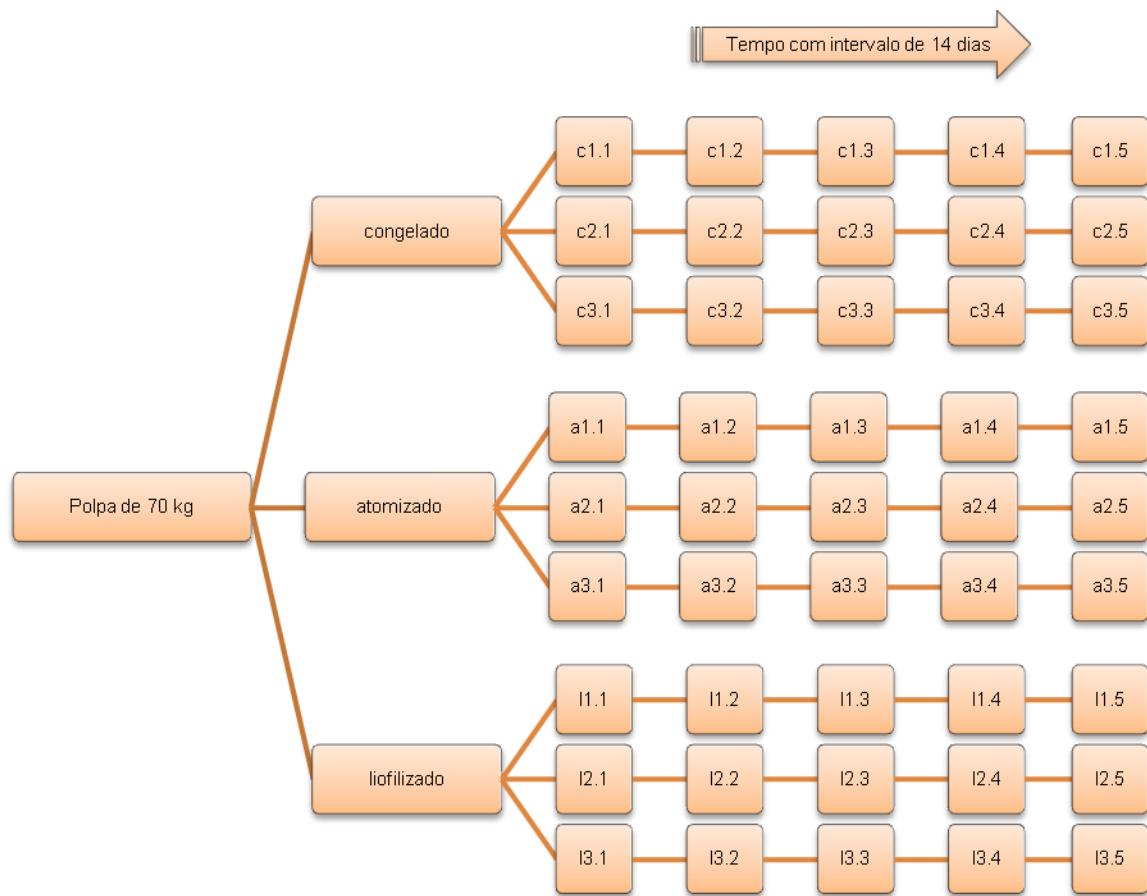


Figura 2. Diagrama do fluxo da coleta de dados de amostras.

2. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Caracterizou-se a polpa de buriti, de acordo com propriedades físicas, químicas e centesimais.

Para a composição centesimal (percentual com que aparecem em 100g do produto), obtida apenas no início do armazenamento, tem-se medidas de:

- Umidade: teor de água presente;
- Cinzas: substâncias inorgânicas ou minerais;
- Lipídeos ou Extrato etéreo;
- Proteínas;
- Fibras;
- Carboidratos.

Para características químicas, também obtidas apenas no início do armazenamento, observou-se a quantidade de micro e macro nutrientes (substâncias inorgânicas, que compõe as cinzas, em mg/100g):

- Fósforo (P);
- Potássio (K);
- Cálcio (Ca)
- Magnésio (Mg);
- Enxofre (S);
- Ferro (Fe);
- Manganês (Mn);
- Cobre (Cu);
- Zinco (Zn);
- Sódio (Na);
- Alumínio (Al).

Os aspectos físicos de coloração, observados periodicamente, são dados por medidas do sistema de cores de Munsell, que pode ser visualizado na Figura 3:

- Croma: saturação (medida radial);
- Hue: tonalidade (medida angular);
- L*: brilho (eixo vertical).

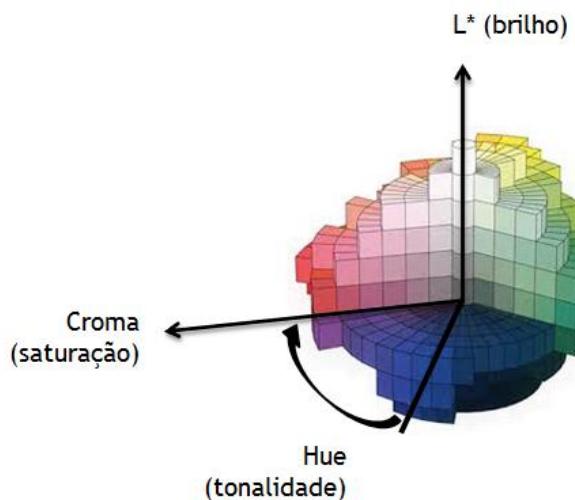


Figura 3. Sistema de cores de Munsell.

Os aspectos químicos, descritos a seguir, foram observados periodicamente para cada tipo de processamento (congelamento, liofilização e atomização) com a finalidade de avaliar a conservação da polpa de buriti:

- pH: índice de acidez, neutralidade ou alcalinidade;
- Atividade de água (Aw): índice que indica teor de água disponível para atividade microbiológica, enzimática ou química;
- Sólidos solúveis totais (TSS), em °Brix: minerais, vitamina C, açúcar;
- Acidez titulável (AT), em g ácido cítrico/100g;
- *Ratio*, em °Brix / g ác. cítrico: razão entre sólidos solúveis totais e acidez titulável, indicador de aceitabilidade sensorial, de equilíbrio entre acidez e doçura;
- Carotenóides (quantidade em µg/g);
- Compostos fenólicos (quantidade em mg GAE/100g).

3. ANÁLISE DESCRIPTIVA

Para todas as medidas que foram realizadas em duplicatas, considerou-se apenas o valor médio. Para cada variável, foram calculados o valor médio das amostras e o respectivo desvio-padrão, os quais se encontram no Apêndice A. Para as variáveis medidas ao longo do tempo, além da média e desvio-padrão, foram construídos gráficos radar e de pontos, que podem ser encontrados no Apêndice B.

Para a composição centesimal, observam-se, na Tabela A1, as porcentagens, em 100g do produto, de cada um dos seis grupos. Percebe-se que os tratamentos congelamento e liofilização apresentam valores próximos para itens de Cinzas, Extrato etéreo, Proteínas, Fibras e Carboidratos. O tratamento atomização apresenta valores bastante inferiores para esses grupos, exceto o de Carboidrato, que é maior.

A Tabela A2 apresenta a quantidade de macro e micro nutrientes. Destaca-se que, para o tratamento atomização, as quantidades de Na e de Fe são muito maiores do que para os outros dois tratamentos.

Considerando a coloração das polpas, as Tabelas A3 a A5 e as Figuras B1 a B3 mostram a variação das medidas de saturação da cor (Croma), de tonalidade (HUE) e de brilho (L*).

A saturação da cor (Croma) tem uma variação menor para a polpa congelada, já para as outras duas, a variação é maior principalmente entre o segundo e o terceiro períodos.

A tonalidade (Hue) tem um comportamento similar para os três tratamentos. Sofre uma alteração maior entre o segundo e o terceiro períodos, permanecendo constante depois, sendo que a variação é menor para a polpa congelada.

O brilho (L*) não varia muito para a polpa liofilizada, sofre pouca alteração para a congelada e muda bastante entre o segundo e o terceiro períodos, para a polpa atomizada.

Considerando os aspectos químicos, as Tabelas A6 a A10 e as Figuras B4 a B8 mostram a variação das medidas de pH, atividade de água (Aw), sólidos solúveis totais (TSS), acidez titulável (AT) e *ratio*.

O índice de pH aumenta ligeiramente ao longo do tempo para os três tratamentos. O pH da polpa atomizada é maior do que o pH das polpas congelada e liofilizada, que têm valores similares.

A atividade de água (Aw), para os tratamentos congelamento e atomização varia pouco ao longo do tempo. No primeiro, tem-se, naturalmente, o valor próximo ao seu máximo (1,0); no segundo, este valor é bastante inferior, atingindo um terço do primeiro. A polpa liofilizada é a que tem menor Aw, mas sofre maior variação entre o segundo e o terceiro, e entre o terceiro e o quarto períodos.

A quantidade de Sólidos solúveis totais (TSS), para cada tratamento, parece não se alterar ao longo do tempo. Considerando todos os períodos, observa-se que as polpas congelada e liofilizada têm médias de 10 e 28ºBrix, respectivamente; já a polpa atomizada teve média bastante superior, de 56ºBrix.

A Acidez titulável (AT) tem uma variação maior para a polpa liofilizada no primeiro período. A polpa atomizada também, porém, menor. Já a polpa congelada tem comportamento mais constante ao longo do tempo. Em geral, os valores estão nas faixas de 0,8, 1,1 e 2,0 (g ácido cítrico/100g) para os tratamentos congelado, atomizado e liofilizado, respectivamente.

O *Ratio* apresenta pouca variação e tem comportamento similar ao de TSS. A polpa atomizada tem valor bastante superior em relação às polpas sob os outros

dois tratamentos; estes, porém, estão na faixa de 12 a 18, que é a faixa considerada aceitável, conforme indicado pela pesquisadora.

A presença de carotenóides é bastante inferior na polpa atomizada em relação às demais, além disso, diminui ao longo do tempo. Já nas polpas congelada e liofilizada, a quantidade de carotenóides aumenta até o terceiro período e, apenas depois, sofre uma diminuição.

A presença de compostos fenólicos parece ter comportamento similar para as três polpas. Diminui bastante até o segundo período, entre este e o terceiro período, tem pouca variação e depois, a quantidade presente torna a aumentar até um valor um pouco inferior ao da quantidade inicial. As polpas liofilizada e atomizada têm quantidades similares e a congelada tem valor um pouco inferior.

4. ANÁLISE INFERENCIAL

Para a análise dos dados, optou-se por realizar, para cada uma das respostas de interesse, uma ANOVA de dois fatores com interação (Montgomery, 2013): tratamento (com três níveis: congelamento, atomização e liofilização) e período (com cinco níveis: cinco instantes de tempo separados por intervalos de 14 dias). Neste modelo, tomou-se como referência o tratamento congelamento no primeiro período.

A ANOVA possui duas suposições, a normalidade e a homocedasticidade (mesma variância) dos resíduos, que garantem o seu bom ajuste; porém, devido à baixa quantidade de amostras por combinação de níveis dos dois fatores (apenas três), vamos supor que elas são válidas, uma vez que se notou, na análise descritiva, que a variabilidade das medidas é pequena.

Para cada modelo, observou-se se o efeito de interação era significativo ao nível de 5%. Caso não fosse, um novo modelo sem efeito de interação era ajustado e, então, observava-se a presença de efeitos principais, também ao nível de 5%. Na Tabela A13, há um resumo dos níveis descritivos obtidos para o efeito dos fatores e da interação. Nota-se que todas as variáveis têm efeito de interação, exceto o pH (valor-p= 0,079). Uma variável que apresenta interação entre tratamento e período significa que a diferença que existe entre os tratamentos difere ao longo do tempo. No apêndice C, podem ser encontradas a descrição do modelo e a interpretação dos

parâmetros. Os valores estimados dos parâmetros do modelo de ANOVA para cada variável estão apresentados nas Tabelas A14 a A23.

Para um estudo mais detalhado das interações, conforme os gráficos apresentados no Apêndice B (Figuras B1 a B10) sugeriram, foram realizados testes de comparação, dois a dois, entre os períodos, para cada tratamento, além de testes de comparação entre tratamentos em um determinado período. Caso o teste apontasse igualdade (ao nível de 5%), um novo modelo linear era ajustado, incluindo este aspecto para simplificação e melhor entendimento. Nas Tabelas A24 a A33, podem ser observados os valores estimados para o modelo final de cada variável. Os resultados apresentados a seguir descrevem as estimativas que foram obtidas nos modelos finais.

4.1. Croma

- Congelamento: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,39)* e o valor médio estimado é de 34,04 ($\pm 0,67$); no terceiro período, o valor estimado cresce para 39,62 ($\pm 0,55$), mantendo-se assim para o quarto e quinto períodos (valor-p> 0,33)*;
- Atomização: tem valor médio estimado inicial de 24,74 ($\pm 0,95$), crescendo para 29,20 ($\pm 0,95$) no segundo período. Entre este e o terceiro período, tem-se um crescimento maior, até o valor médio de 57,06 ($\pm 0,55$), a partir do qual se mantém constante (valor-p> 0,93)*;
- Liofilização: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,61)* e o valor estimado é de 41,00 ($\pm 0,67$); no terceiro período, o valor estimado cresce para 69,72 ($\pm 0,55$), a partir do qual se mantém constante (valor-p > 0,66)*.

4.2. Hue

- Congelamento: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,06)* e o valor médio estimado é de 73,99 ($\pm 0,10$); no terceiro período, cresce para 75,47 ($\pm 0,14$); entre este e o quarto período,

* Os valores-p apresentados em 4.1 até 4.10 é o nível descritivo para igualdade do teste de médias entre dois períodos de um mesmo tratamento ou entre dois tratamentos, em um mesmo período. Quando mais de um teste foi realizado, apresentou-se o menor valor-p.

continua crescendo até 76,08 ($\pm 0,14$) e, no quinto período, cresce até 76,79 ($\pm 0,15$);

- Atomização: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,40)* e o valor médio estimado é de 78,89 ($\pm 0,08$); no terceiro período, cresce para 82,76 ($\pm 0,08$), a partir do qual se mantém constante (valor-p> 0,10)*;
- Liofilização: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,40)* e o valor médio estimado é de 76,86 ($\pm 0,10$); no terceiro período, cresce para 81,67 ($\pm 0,08$), a partir do qual se mantém constante (valor-p> 0,34)*.

4.3. L*

- Congelamento: entre o primeiro e segundo períodos, não há variação significativa (valor-p=0,19)* com valor médio estimado igual a 41,22 ($\pm 0,39$), passando a 44,17 ($\pm 0,32$) no período 3, a partir do qual se mantém constante (valor-p> 0,51)*;
- Atomização: tem valor médio estimado inicial de 44,96 ($\pm 0,55$), cresce até o valor de 48,90 ($\pm 0,55$), no período 2 e continua crescendo até 56,26 ($\pm 0,32$), no período 3, a partir do qual se mantém constante (valor-p> 0,94)*;
- Liofilização: mantém-se constante em 54,02 ($\pm 0,25$) do período 1 ao 5 (valor-p> 0,87)*.

4.4. pH

O pH é a única variável que não apresentou interação entre tratamento e tempo (valor-p= 0,08). Isso significa que a variação de pH entre dois períodos é a mesma para todos os tratamentos. Além disso, verificou-se que os valores de pH para congelamento e liofilização são iguais (valor-p= 0,11). O valor de pH destes dois tratamentos é 0,27 ($\pm 0,01$) menor quando comparado à atomização. No período 1, os valores médios estimados foram de 3,72 e de 3,99, respectivamente.

Do período 1 ao 3, o valor de pH oscila com uma diferença positiva de 0,04 ($\pm 0,01$) (valor-p= 0,02)* no período 2, retornando ao valor médio inicial, no período 3 (valor-p= 0,23)*; entre os períodos 3 e 4, há um acréscimo de 0,09 ($\pm 0,01$) em

relação ao valor de pH no primeiro período; entre os períodos 4 e 5, o pH fica constante (valor-p= 0,52)*.

4.5. Atividade de água (Aw)

- Congelamento: valor médio estimado é constante em 0,95 ($\pm 0,004$) (valor-p > 0,12)*;
- Atomização: valor médio estimado é constante em 0,32 ($\pm 0,004$) (valor-p > 0,36)*;
- Liofilização: o valor médio estimado é constante em 0,14 ($\pm 0,01$) até o período 2 (valor-p=0,61)*, crescendo linearmente até 0,23 ($\pm 0,01$) no período 4, a partir do qual permanece constante (valor-p= 0,76)*.

4.6. Sólidos solúveis totais (TSS)

- Congelamento: o valor médio estimado é 9,90 ($\pm 0,30$) °Brix, constante em todos os períodos (valor-p> 0,07)*;
- Atomização: o valor médio estimado é 56,85 ($\pm 0,30$) °Brix, constante em todos os períodos (valor-p> 0,36)*;
- Liofilização: o valor médio inicial estimado é 29,33 ($\pm 0,67$) °Brix, caindo para 27,13 ($\pm 0,34$) °Brix no período 2, a partir do qual permanece constante (valor-p> 0,06)*.

4.7. Acidez titulável (AT)

- Congelamento: o valor médio estimado é 0,79 ($\pm 0,01$) g ácido cítrico/100g, constante em todos os períodos (valor-p > 0,30)*;
- Atomização: o valor médio inicial estimado é 0,98 ($\pm 0,03$), crescendo até 1,15 ($\pm 0,01$) g ácido cítrico/100g no período 2, a partir do qual se mantém constante (valor-p > 0,19)*;
- Liofilização: o valor médio inicial estimado é 1,72 ($\pm 0,03$), crescendo até 2,10 ($\pm 0,01$) g ácido cítrico/100g no período 2, a partir do qual se mantém constante (valor-p > 0,30)*.

4.8. Ratio

- Congelamento: o valor médio estimado é 12,77 ($\pm 0,25$) °Brix · g ác. cítrico, constante em todos os períodos (valor-p> 0,07)*;
- Atomização: valor médio inicial estimado é 57,14 ($\pm 0,74$) °Brix · g ác. cítrico, caindo para 47,79 ($\pm 0,53$) °Brix · g ác. cítrico no período 2, mantendo-se constante até o período 3 (valor-p= 0,56)*, entre este e o período 4, cresce até 51,51 ($\pm 0,53$) °Brix · g ác. cítrico e mantém-se constante no período 5 (valor-p= 0,95)*;
 - Liofilização: valor médio inicial estimado é 17,19 ($\pm 0,74$), 4,42 maior que o da polpa congelada, tendo o mesmo valor de 12,77 ($\pm 0,25$) °Brix · g ác. cítrico nos demais períodos (valor-p> 0,37)*.

4.9. Carotenóides

- Congelamento: tem valor médio estimado constante em 821,68 ($\pm 19,66$) µg/g até o período 2 (valor-p= 0,70)*; entre este e o período 3, essa quantidade é aumentada até 920,00 ($\pm 19,66$) µg/g, permanecendo constante até o período 4 (valor-p= 0,42)*. Já entre o período 4 e 5, ocorre uma queda, até a quantidade de 683,02 ($\pm 27,81$) µg/g;
- Atomização: a quantidade média inicial estimada é de 231,22 ($\pm 16,05$) µg/g, permanecendo constante até o período 3 (valor-p > 0,74)*; entre o período 3 e 4, diminui até o valor de 141,77 ($\pm 19,66$) µg/g, permanecendo constante até o período 5 (valor-p= 0,97)*;
- Liofilização: a quantidade média inicial estimada é de 546,63 ($\pm 27,81$) µg/g, cresce no período 2, este valor é aumentado para 752,18 ($\pm 13,90$) µg/g e, a partir deste período, a quantidade de carotenóides permanece constante (valor-p > 0,11)*.

4.10. Compostos Fenólicos

- Congelamento: tem valor médio estimado inicial de 85,91 ($\pm 10,10$) mgGAE/100g, caindo para 43,51 ($\pm 2,64$) mgGAE/100g no período 2; permanecendo constante

- até o período 3 (valor-p= 0,99)*. Entre este e o período 4, a quantidade de compostos fenólicos aumenta, em média, para 66,51 (\pm 4,76) mgGAE/100g, permanecendo constante até o período 5 (valor-p= 0,08)*;
- Atomização: a quantidade inicial média estimada é igual ao da polpa congelada (valor-p= 0,68)*, caindo para 66,51 (\pm 4,76) mgGAE/100g no período 2, a partir deste, a quantidade de compostos fenólicos permanece constante até o período 5 (valor-p > 0,51)*;
 - Liofilização: a quantidade inicial média estimada é de 100,39 (\pm 14,28) mgGAE/100g, caindo para 66,51 (\pm 4,76) mgGAE/100g no período 2, ficando constante até o período 4 (valor-p> 0,99)*; entre o período 4 e 5, o valor torna a aumentar, atingindo o valor de 88,32 (\pm 3,74) mgGAE/100g.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho tem por objetivo comparar os processos de desidratação, atomização e liofilização, com a polpa congelada, que é a mais próxima da polpa *in natura*. Após a análise de todas as variáveis apresentadas, têm-se as conclusões gerais apresentadas a seguir.

Com relação a aspectos visuais, em geral, para todos os tratamentos, variações ocorrem a partir do período 2, tornando a ficar constante após o período 3. As variações para a polpa congelada são menores do que para as duas polpas desidratadas. Em destaque, a polpa liofilizada não apresentou alteração de brilho (L*).

Com relação a aspectos de preservação, a polpa liofilizada apresenta valor igual de pH da polpa congelada e o menor valor de atividade de água entre os três tratamentos, indicativos de melhores condições para evitar atividade microbiológica.

Com relação à presença dos compostos bioativos, a polpa liofilizada é a que tem a quantidade de carotenóides mais próxima da polpa congelada. Já, a quantidade de compostos fenólicos é próxima para as polpas atomizada e liofilizada, sendo um pouco maior nos primeiro e último períodos. No geral, as polpas

desidratadas apresentaram maior quantidade destes compostos do que a polpa congelada.

Para finalizar este estudo, construiu-se a Tabela 1, com o objetivo de fornecer uma visão comparativa geral dos tratamentos, sob os aspectos relacionados à preservação das propriedades químicas.

Tabela 1. Comparação entre os tratamentos, considerando todas as variáveis.

	TSS	AT	Ratio	Aw	pH	Carotenóides	Comp. fenólicos
Congelada		✓			✓	✓	
Liofilizada	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Atomizada	✓		✓	✓			✓

(✓ indica que o tratamento possui valores “melhores” para cada variável.)

A polpa atomizada se mostrou melhor do que a polpa congelada sob quatro aspectos apenas, que foram: quantidade de TSS, *Ratio*, Aw e Compostos Fenólicos. Os valores de TSS e *Ratio* são muito maiores do que para os outros dois tratamentos; teoricamente, isto é melhor, mas deve ser lembrado que valores altos de TSS e de *Ratio* devem-se à adição de maltodextrina, conforme indicado pela pesquisadora e que o valor de *Ratio* não está dentro do intervalo [12, 18] que é onde estão os valores considerados aceitáveis para a aceitabilidade sensorial.

Já, a polpa liofilizada se mostrou melhor do que a polpa congelada sob quatro aspectos: TSS, *Ratio*, Aw e Compostos fenólicos, com nenhuma ou pouca diferença para as variáveis pH e Carotenóides.

APÊNDICE A. TABELAS

Nas tabelas deste Apêndice, utilizou-se a seguinte codificação: A, C e L referem-se, respectivamente, aos tratamentos atomização (com adição de maltodextrina), congelamento e liofilização.

Composição Centesimal

Tabela A1. Média e Desvio-padrão da composição centesimal para cada um dos tratamentos. Valores em %.

	Umidade	Cinzas	Extrato Etéreo	Proteínas	Fibras	Carboidratos
A	4,04 (0,17)	0,16 (0,02)	6,76 (0,16)	0,05 (0,02)	2,34 (0,05)	86,66 (0,37)
C	5,05 (0,14)	0,92 (0,04)	16,49 (0,08)	0,36 (0,10)	8,92 (0,08)	68,27 (0,34)
L	2,00 (0,10)	0,92 (0,02)	16,66 (0,04)	0,30 (0,01)	9,71 (0,11)	70,42 (0,06)

Tabela A2. Média e Desvio-padrão da quantidade de macro e microelementos (mg/100g).

	Na	Mg	K	Ca	N	P	S
A	41,80 (1,03)	23,58 (1,09)	287,56 (4,71)	50,50 (1,16)	472,77 (6,25)	13,76 (0,91)	16,16 (0,72)
C	2,12 (0,02)	39,55 (0,37)	438,29 (4,35)	69,54 (0,55)	653,89 (2,39)	23,58 (0,37)	17,66 (0,21)
L	2,06 (0,02)	35,15 (0,35)	424,65 (5,27)	60,46 (1,06)	596,82 (5,88)	20,27 (0,20)	18,98 (0,35)
	Fe	Mn	Cu	Zn	Al	B	
A	6,52 (0,64)	10,42 (0,76)	0,08 (0,01)	0,38 (0,03)	1,51 (0,09)	0,34 (0,04)	
C	0,94 (0,01)	14,66 (0,05)	0,10 (0,01)	0,50 (0,01)	0,93 (0,01)	0,42 (0,00)	
L	0,64 (0,01)	14,79 (0,09)	0,08 (0,00)	0,36 (0,00)	0,70 (0,00)	0,44 (0,00)	

Coloração

Tabela A3. Média e desvio-padrão de Croma por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	24,74 (3,17)	29,20 (1,11)	57,54 (0,27)	56,26 (0,74)	57,38 (0,05)
C	34,60 (1,14)	33,49 (0,95)	38,12 (0,99)	39,09 (3,85)	41,66 (1,85)
L	41,33 (1,03)	40,67 (0,13)	69,66 (1,13)	68,79 (0,09)	70,71 (0,37)

Tabela A4. Média e desvio-padrão de Hue por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	78,73 (0,36)	79,06 (0,19)	82,66 (0,07)	82,59 (0,10)	83,05 (0,13)
C	74,16 (0,27)	73,82 (0,20)	75,47 (0,04)	76,08 (0,34)	76,79 (0,26)
L	76,77 (0,08)	76,95 (0,23)	81,43 (0,19)	81,78 (0,20)	81,82 (0,11)

Tabela A5. Média e desvio-padrão de L* por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	44,96 (2,11)	48,90 (1,15)	56,78 (0,20)	55,99 (0,65)	56,02 (0,28)
C	41,32 (0,56)	41,11 (0,18)	44,31 (0,79)	42,99 (1,26)	45,20 (0,75)
L	53,56 (0,71)	54,73 (0,19)	53,81 (1,19)	54,40 (0,20)	53,62 (0,32)

Aspectos Químicos

Tabela A6. Média e desvio-padrão de pH por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	4,01 (0,03)	4,02 (0,01)	3,98 (0,02)	4,11 (0,03)	4,08 (0,05)
C	3,73 (0,03)	3,78 (0,02)	3,72 (0,01)	3,81 (0,00)	3,85 (0,02)
L	3,72 (0,02)	3,78 (0,05)	3,73 (0,04)	3,81 (0,01)	3,77 (0,03)

Tabela A7. Média e desvio-padrão de Atividade de água (Aw) por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	0,33 (0,00)	0,30 (0,00)	0,33 (0,01)	0,32 (0,01)	0,33 (0,00)
C	0,96 (0,01)	0,94 (0,00)	0,94 (0,01)	0,95 (0,00)	0,95 (0,00)
L	0,13 (0,03)	0,14 (0,01)	0,18 (0,02)	0,23 (0,02)	0,23 (0,01)

Tabela A8. Média e desvio-padrão de Sólidos solúveis totais (TSS) (°Brix) por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	55,93 (0,81)	56,47 (2,19)	56,53 (0,70)	57,53 (1,30)	57,80 (0,53)
C	9,83 (0,59)	8,40 (0,20)	10,70 (0,10)	10,37 (0,80)	10,20 (0,35)
L	29,33 (1,72)	25,80 (0,00)	27,07 (1,03)	28,60 (0,20)	27,07 (0,42)

Tabela A9. Média e desvio-padrão de Acidez titulável (AT) (ácido cítrico/100g) por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	0,98 (0,02)	1,17 (0,01)	1,20 (0,01)	1,12 (0,02)	1,12 (0,01)
C	0,79 (0,00)	0,80 (0,02)	0,81 (0,01)	0,76 (0,01)	0,77 (0,01)
L	1,72 (0,16)	2,13 (0,02)	2,13 (0,01)	2,06 (0,01)	2,06 (0,02)

Tabela A10. Média e desvio-padrão de *Ratio* por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	57,14 (0,71)	48,32 (2,30)	47,26 (1,05)	51,31 (1,82)	51,70 (0,58)
C	12,38 (0,70)	10,57 (0,31)	13,26 (0,25)	13,69 (0,97)	13,21 (0,61)
L	17,19 (2,70)	12,11 (0,12)	12,73 (0,52)	13,89 (0,09)	13,12 (0,31)

Compostos Bioativos

Tabela A11. Média e desvio-padrão de quantidade de Carotenóides ($\mu\text{g/g}$) por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	256,93 (40,71)	214,94 (14,05)	221,78 (33,66)	152,71 (15,86)	130,83 (41,44)
C	829,17 (76,63)	814,2 (42,02)	935,42 (15,70)	904,57 (74,89)	683,02 (40,06)
L	546,63 (46,22)	723,71 (41,08)	812,86 (53,55)	755,71 (22,23)	716,42 (73,46)

Tabela A12. Média e desvio-padrão de quantidade de Compostos fenólicos (mgGAE/100g) por período e tratamento.

Tratamento	Período				
	1	2	3	4	5
A	86,90 (6,83)	61,71 (1,16)	59,23 (7,66)	70,03 (5,65)	69,97 (3,42)
C	84,91 (4,70)	45,40 (4,82)	41,62 (3,22)	61,35 (3,46)	74,69 (9,44)
L	100,39 (4,22)	69,63 (8,46)	67,55 (2,43)	64,43 (8,09)	88,32 (6,58)

Tabela A13. Tabela de ANOVA para todas as variáveis.

		Valor-F	valor-p
Croma	Tratamento	697,79	< 0,001
	Período	522,59	< 0,001
	Tratamento*Período	73,51	< 0,001
Hue	Tratamento	3359,20	< 0,001
	Período	828,06	< 0,001
	Tratamento*Período	43,18	< 0,001
L	Tratamento	698,67	< 0,001
	Período	61,23	< 0,001
	Tratamento*Período	31,11	< 0,001
pH - 1	Tratamento	478,08	< 0,001
	Período	23,77	< 0,001
	Tratamento*Período	2,01	0,079
pH - 2	Tratamento	394,05	< 0,001
	Período	19,59	< 0,001
Aw	Tratamento	15333,83	< 0,001
	Período	16,96	< 0,001
	Tratamento*Período	12,39	< 0,001
TSS	Tratamento	9492,54	< 0,001
	Período	5,42	0,002
	Tratamento*Período	2,97	0,014
AT	Tratamento	3272,36	< 0,001
	Período	34,11	< 0,001
	Tratamento*Período	11,95	< 0,001
Ratio	Tratamento	5354,31	< 0,001
	Período	27,39	< 0,001
	Tratamento*Período	9,03	< 0,001
Carotenóides	Tratamento	790,10	< 0,001
	Período	13,09	< 0,001
	Tratamento*Período	8,78	< 0,001
Compostos Fenólicos	Tratamento	29,88	< 0,001
	Período	54,55	< 0,001
	Tratamento*Período	3,74	0,004

Tabela A14. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Croma.

	Estimativa	D.P.	valor-t	Pr(> t)
polpa C	34,60	0,89	38,76	< 0,001
polpa A	-9,86	1,26	-7,81	< 0,001
polpa L	6,73	1,26	5,33	< 0,001
periodo2	-1,11	1,26	-0,88	0,386
periodo3	3,52	1,26	2,79	0,009
periodo4	4,50	1,26	3,56	0,001
periodo5	7,06	1,26	5,59	< 0,001
polpa A*periodo2	5,57	1,79	3,12	0,004
polpa L*periodo2	0,45	1,79	0,25	0,801
polpa A*periodo3	29,28	1,79	16,40	< 0,001
polpa L*periodo3	24,81	1,79	13,90	< 0,001
polpa A*periodo4	27,03	1,79	15,14	< 0,001
polpa L*periodo4	22,96	1,79	12,86	< 0,001
polpa A*periodo5	25,59	1,79	14,33	< 0,001
polpa L*periodo5	22,32	1,79	12,51	< 0,001

Tabela A15. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Hue.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Pr(> t)
polpa C	74,16	0,12	619,88	< 0,001
polpa A	4,57	0,17	27,00	< 0,001
polpa L	2,61	0,17	15,43	< 0,001
periodo2	-0,34	0,17	-1,99	0,056
periodo3	1,31	0,17	7,72	< 0,001
periodo4	1,92	0,17	11,35	< 0,001
periodo5	2,63	0,17	15,54	< 0,001
polpa A*periodo2	0,67	0,24	2,79	0,009
polpa L*periodo2	0,52	0,24	2,17	0,038
polpa A*periodo3	2,62	0,24	10,95	< 0,001
polpa L*periodo3	3,35	0,24	14,00	< 0,001
polpa A*periodo4	1,94	0,24	8,11	< 0,001
polpa L*periodo4	3,09	0,24	12,89	< 0,001
polpa A*periodo5	1,69	0,24	7,07	< 0,001
polpa L*periodo5	2,42	0,24	10,10	< 0,001

Tabela A16. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável L*.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Pr(> t)
polpa C	41,32	0,51	81,59	< 0,001
polpa A	3,63	0,72	5,07	< 0,001
polpa L	12,24	0,72	17,09	< 0,001
periodo2	-0,21	0,72	-0,29	0,771
periodo3	2,99	0,72	4,17	< 0,001
periodo4	1,67	0,72	2,33	0,027
periodo5	3,88	0,72	5,41	< 0,001
polpa A*periodo2	4,16	1,01	4,11	< 0,001
polpa L*periodo2	1,38	1,01	1,36	0,185
polpa A*periodo3	8,84	1,01	8,73	< 0,001
polpa L*periodo3	-2,74	1,01	-2,71	0,011
polpa A*periodo4	9,37	1,01	9,25	< 0,001
polpa L*periodo4	-0,83	1,01	-0,82	0,420
polpa A*periodo5	7,19	1,01	7,10	< 0,001
polpa L*periodo5	-3,82	1,01	-3,77	< 0,001

Tabela A17. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável pH.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Pr(> t)
polpa C	3,74	0,01	310,09	< 0,001
polpa A	0,26	0,01	23,45	< 0,001
polpa L	-0,02	0,01	-1,64	0,109
periodo2	0,04	0,01	2,43	0,020
periodo3	-0,02	0,01	-1,23	0,225
periodo4	0,09	0,01	5,89	< 0,001
periodo5	0,08	0,01	5,24	< 0,001

Tabela A18. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Aw.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	0,96	0,01	129,70	< 0,001
polpa A	-0,63	0,01	-59,99	< 0,001
polpa L	-0,82	0,01	-78,91	< 0,001
periodo2	-0,02	0,01	-1,58	0,125
periodo3	-0,01	0,01	-1,40	0,170
periodo4	-0,01	0,01	-0,57	0,570
periodo5	0,00	0,01	-0,45	0,658
polpa A*periodo2	-0,01	0,01	-0,93	0,362
polpa L*periodo2	0,02	0,01	1,48	0,150
polpa A*periodo3	0,01	0,01	0,64	0,525
polpa L*periodo3	0,06	0,01	4,30	< 0,001
polpa A*periodo4	-0,01	0,01	-0,63	0,532
polpa L*periodo4	0,10	0,01	6,64	< 0,001
polpa A*periodo5	0,00	0,01	0,20	0,840
polpa L*periodo5	0,10	0,01	6,76	< 0,001

Tabela A19. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável TSS.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	9,83	0,54	18,07	< 0,001
polpa A	46,10	0,77	59,89	< 0,001
polpa L	19,50	0,77	25,33	< 0,001
periodo2	-1,43	0,77	-1,86	0,072
periodo3	0,87	0,77	1,13	0,269
periodo4	0,53	0,77	0,69	0,494
periodo5	0,37	0,77	0,48	0,637
polpa A*periodo2	1,97	1,09	1,81	0,081
polpa L*periodo2	-2,10	1,09	-1,93	0,063
polpa A*periodo3	-0,27	1,09	-0,25	0,808
polpa L*periodo3	-3,13	1,09	-2,88	0,007
polpa A*periodo4	1,07	1,09	0,98	0,335
polpa L*periodo4	-1,27	1,09	-1,16	0,254
polpa A*periodo5	1,50	1,09	1,38	0,178
polpa L*periodo5	-2,63	1,09	-2,42	0,022

Tabela A20. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável AT.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	0,79	0,02	31,78	< 0,001
polpa A	0,19	0,04	5,24	< 0,001
polpa L	0,93	0,04	26,28	< 0,001
periodo2	0,00	0,04	0,02	0,981
periodo3	0,01	0,04	0,36	0,719
periodo4	-0,04	0,04	-1,05	0,301
periodo5	-0,02	0,04	-0,60	0,554
polpa A*periodo2	0,19	0,05	3,78	0,001
polpa L*periodo2	0,41	0,05	8,13	< 0,001
polpa A*periodo3	0,21	0,05	4,10	< 0,001
polpa L*periodo3	0,39	0,05	7,81	< 0,001
polpa A*periodo4	0,18	0,05	3,60	0,001
polpa L*periodo4	0,37	0,05	7,47	< 0,001
polpa A*periodo5	0,16	0,05	3,20	0,003
polpa L*periodo5	0,36	0,05	7,25	< 0,001

Tabela A21. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Ratio.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	12,38	0,67	18,50	< 0,001
polpa A	44,75	0,95	47,27	< 0,001
polpa L	4,81	0,95	5,08	< 0,001
periodo2	-1,81	0,95	-1,91	0,065
periodo3	0,88	0,95	0,93	0,359
periodo4	1,30	0,95	1,38	0,179
periodo5	0,82	0,95	0,87	0,391
polpa A*periodo2	-7,01	1,34	-5,23	< 0,001
polpa L*periodo2	-3,27	1,34	-2,44	0,021
polpa A*periodo3	-10,76	1,34	-8,04	< 0,001
polpa L*periodo3	-5,34	1,34	-3,99	< 0,001
polpa A*periodo4	-7,13	1,34	-5,33	< 0,001
polpa L*periodo4	-4,61	1,34	-3,44	0,002
polpa A*periodo5	-6,26	1,34	-4,67	< 0,001
polpa L*periodo5	-4,90	1,34	-3,66	0,001

Tabela A22. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Carotenóides.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	829,17	26,93	30,79	< 0,001
polpa A	-572,24	38,09	-15,03	< 0,001
polpa L	-282,53	38,09	-7,42	< 0,001
periodo2	-14,97	38,09	-0,39	0,697
periodo3	106,26	38,09	2,79	0,009
periodo4	75,41	38,09	1,98	0,057
periodo5	-146,15	38,09	-3,84	< 0,001
polpa A*periodo2	-27,01	53,86	-0,50	0,620
polpa L*periodo2	192,05	53,86	3,57	0,001
polpa A*periodo3	-141,40	53,86	-2,63	0,013
polpa L*periodo3	159,98	53,86	2,97	0,006
polpa A*periodo4	-179,62	53,86	-3,34	0,002
polpa L*periodo4	133,67	53,86	2,48	0,019
polpa A*periodo5	20,05	53,86	0,37	0,712
polpa L*periodo5	315,94	53,86	5,87	< 0,001

Tabela A23. Estimativas do modelo de ANOVA para a variável Compostos Fenólicos.

	Estimativa	D.P.	Valor-t	Valor-p
polpa C	84,91	3,37	25,20	< 0,001
polpa A	1,99	4,77	0,42	0,679
polpa L	15,48	4,77	3,25	0,003
periodo2	-39,51	4,77	-8,29	< 0,001
periodo3	-43,30	4,77	-9,09	< 0,001
periodo4	-23,57	4,77	-4,95	< 0,001
periodo5	-10,23	4,77	-2,15	0,040
polpa A*periodo2	14,32	6,74	2,12	0,042
polpa L*periodo2	8,74	6,74	1,30	0,204
polpa A*periodo3	15,62	6,74	2,32	0,027
polpa L*periodo3	10,46	6,74	1,55	0,131
polpa A*periodo4	6,69	6,74	0,99	0,329
polpa L*periodo4	-12,39	6,74	-1,84	0,076
polpa A*periodo5	-6,71	6,74	-1,00	0,327
polpa L*periodo5	-1,84	6,74	-0,27	0,786

Tabela A24. Valores estimados pelo modelo linear para a variável Croma para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	34,04	24,74	41,00
2	34,04	29,20	41,00
3	39,62	57,06	69,72
4	39,62	57,06	69,72
5	39,62	57,06	69,72

Tabela A25. Valores estimados pelo modelo linear para a variável Hue para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	73,99	78,89	76,86
2	73,99	78,89	76,86
3	75,47	82,76	81,67
4	76,08	82,76	81,67
5	76,79	82,76	81,67

Tabela A26. Valores estimados pelo modelo linear para a variável L* para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	41,22	44,96	54,02
2	41,22	48,90	54,02
3	44,17	56,26	54,02
4	44,17	56,26	54,02
5	44,17	56,26	54,02

Tabela A27. Valores estimados pelo modelo linear para a variável pH para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	3,72	4,00	3,72
2	3,72	4,04	3,77
3	3,72	4,00	3,72
4	3,81	4,08	3,81
5	3,81	4,08	3,81

Tabela A28. Valores estimados pelo modelo linear para a variável Aw para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	0,95	0,32	0,14
2	0,95	0,32	0,14
3	0,95	0,32	0,18
4	0,95	0,32	0,23
5	0,95	0,32	0,23

Tabela A29. Valores estimados pelo modelo linear para a variável TSS para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	9,90	56,85	29,33
2	9,90	56,85	27,13
3	9,90	56,85	27,13
4	9,90	56,85	27,13
5	9,90	56,85	27,13

Tabela A30. Valores estimados pelo modelo linear para a variável AT para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	0,79	0,98	1,72
2	0,79	1,15	2,09
3	0,79	1,15	2,09
4	0,79	1,15	2,09
5	0,79	1,15	2,09

Tabela A31. Valores estimados pelo modelo linear para a variável *Ratio* para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	12,77	57,14	17,19
2	12,77	47,79	12,77
3	12,77	47,79	12,77
4	12,77	51,51	12,77
5	12,77	51,51	12,77

Tabela A32. Valores estimados pelo modelo linear para a variável Carotenóides para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	821,68	231,22	546,63
2	821,68	231,22	752,18
3	920,00	231,22	752,18
4	920,00	141,77	752,18
5	683,02	141,77	752,18

Tabela A33. Valores estimados pelo modelo linear para a variável Compostos Fenólicos para cada tratamento e período.

período	C	A	L
1	85,91	85,91	100,39
2	43,51	66,51	66,51
3	43,51	66,51	66,51
4	66,51	66,51	66,51
5	66,51	66,51	88,32

APÊNDICE B. GRÁFICOS

Nas legendas deste Apêndice, utilizou-se a seguinte codificação*: A, C e L referem-se, respectivamente, aos tratamentos atomização (com adição de maltodextrina), congelamento e liofilização.

Uma breve explicação sobre a interpretação do gráfico radar* o valor da variável altera-se no eixo radial. O objetivo é comparar os tratamentos (representados pelas curvas coloridas) ao longo do tempo (representado pelos vértices).

Se as curvas (cores) estão distantes, isto demonstra diferença entre tratamentos, caso contrário, se estão sobrepostas, então, os tratamentos têm respostas similares.

Ao longo do tempo, pode-se perceber se a variável não altera o seu comportamento, observando-se, para um determinado tratamento, se a forma pentagonal é regular. Se não for, isto significa que houve alteração de valores.

▪ Parte I* Análise Descritiva

- Coloração

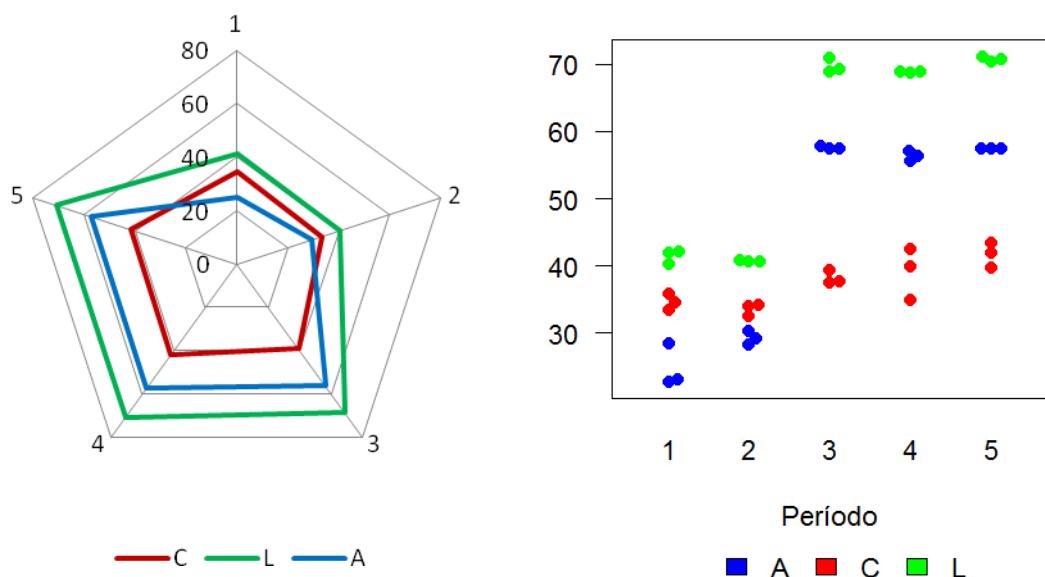


Figura B1. Gráfico radar e de pontos de Cromo por tratamento e período.

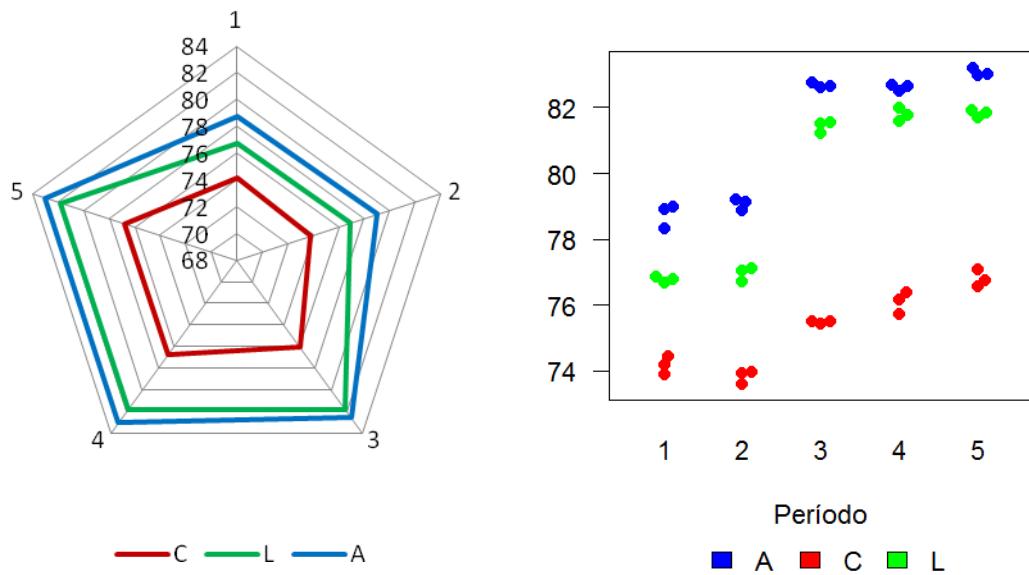


Figura B2. Gráfico radar e de pontos de Hue por tratamento e período.

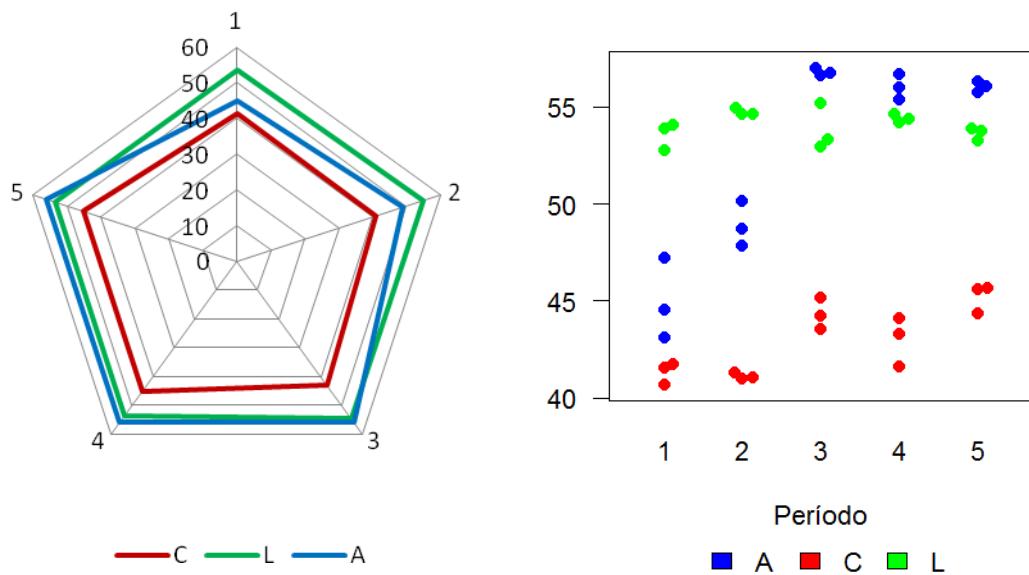


Figura B3. Gráfico radar e de pontos de L^* por tratamento e período.

- **Aspectos químicos**

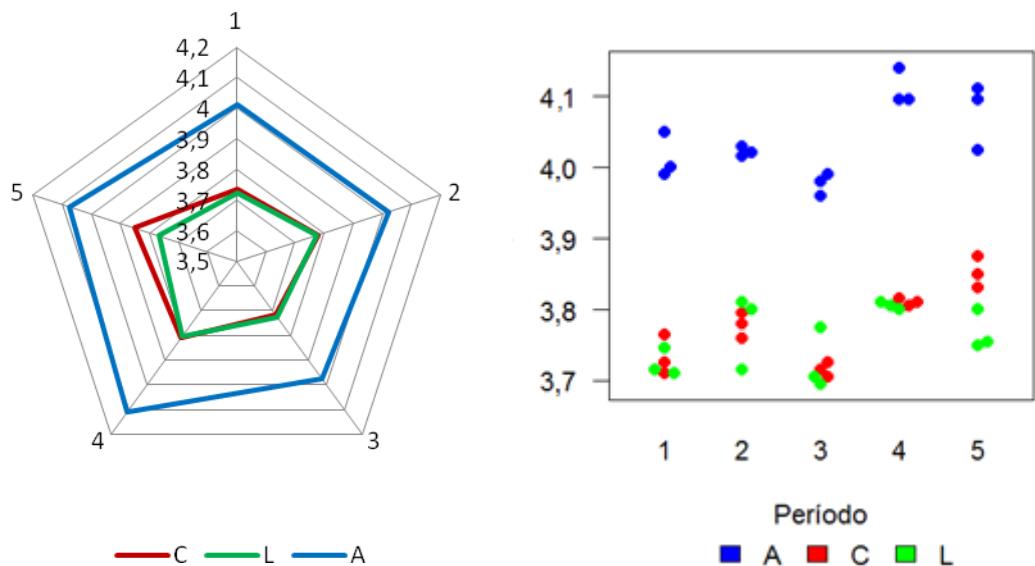


Figura B4. Gráfico radar e de pontos de pH por tratamento e período.

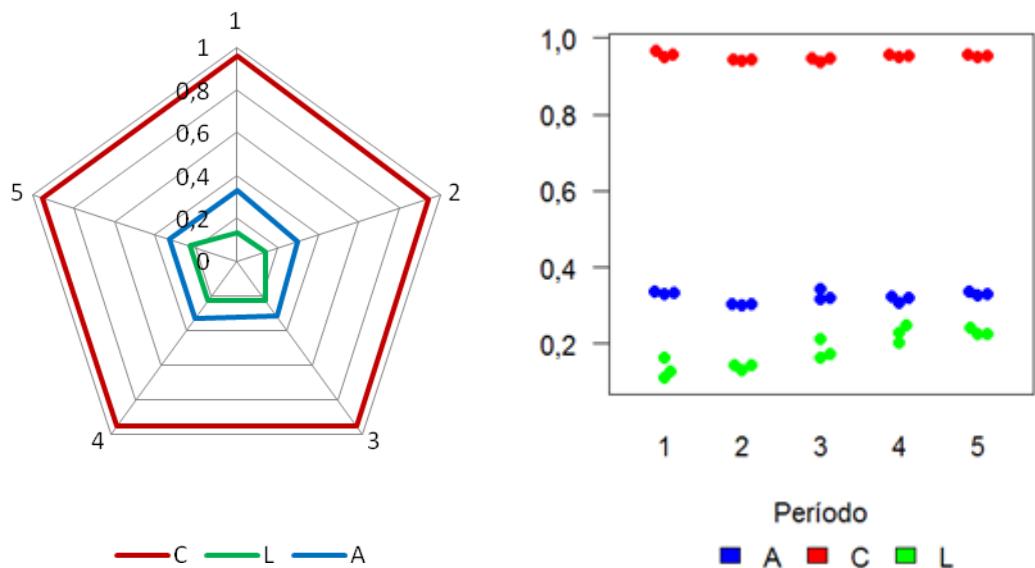


Figura B5. Gráfico radar e de pontos de Aw por tratamento e período.

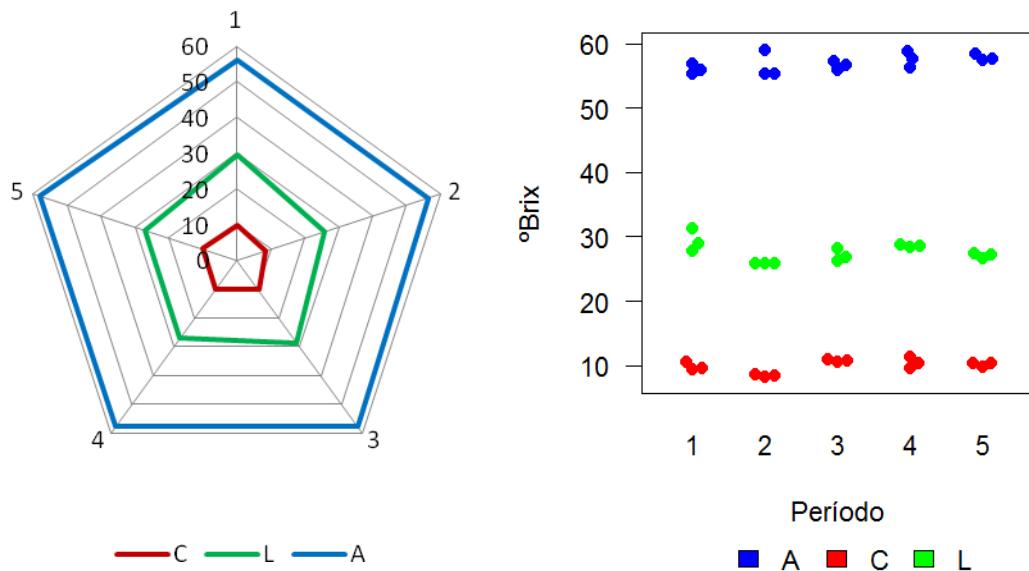


Figura B6. Gráfico radar e de pontos de TSS ($^{\circ}$ Brix) por tratamento e período.

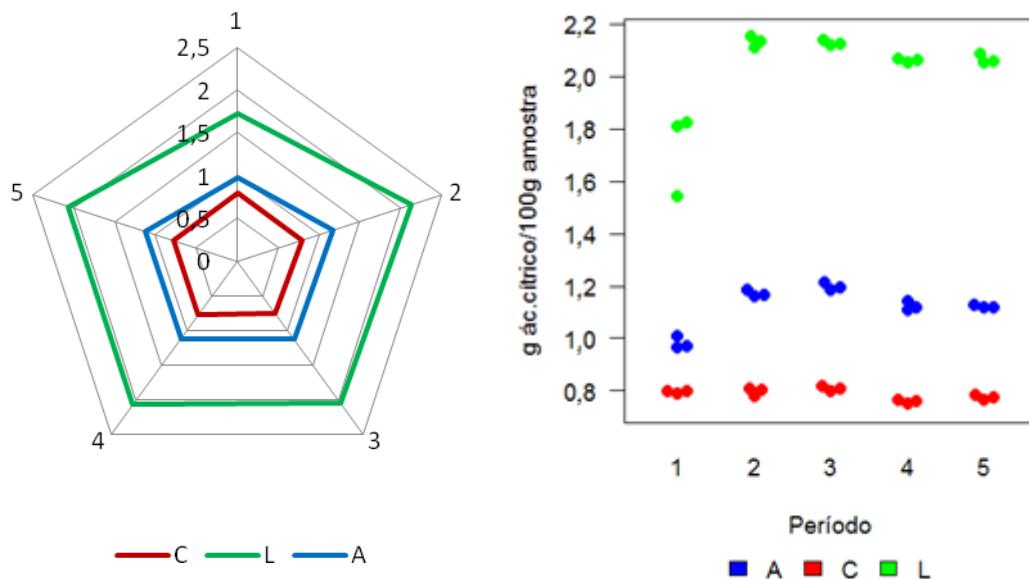


Figura B7. Gráfico radar e de pontos de AT (g ácido cítrico/100g) por tratamento e período.

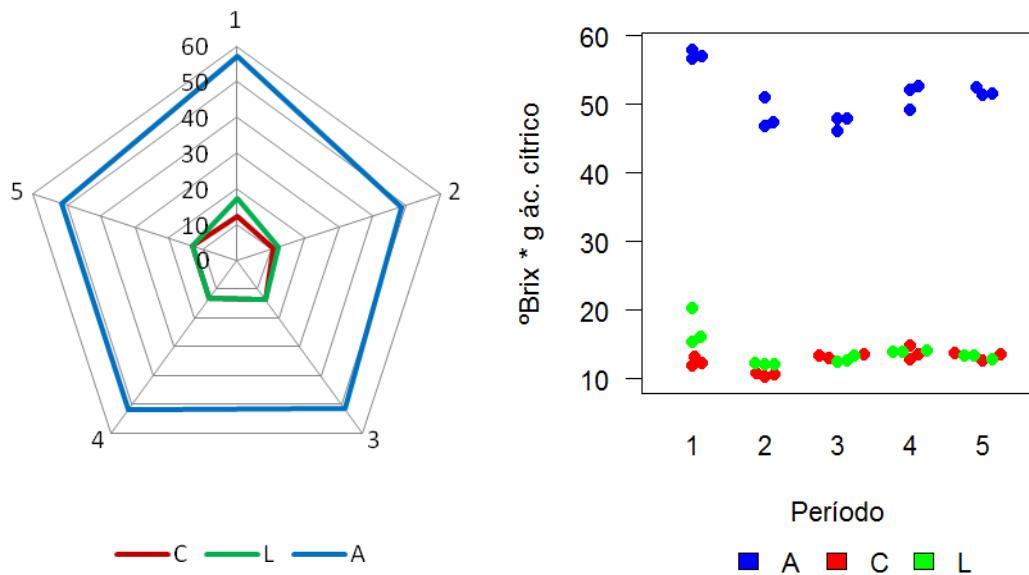


Figura B8. Gráfico radar e de pontos de *Ratio* por tratamento e período.

- **Compostos bioativos**

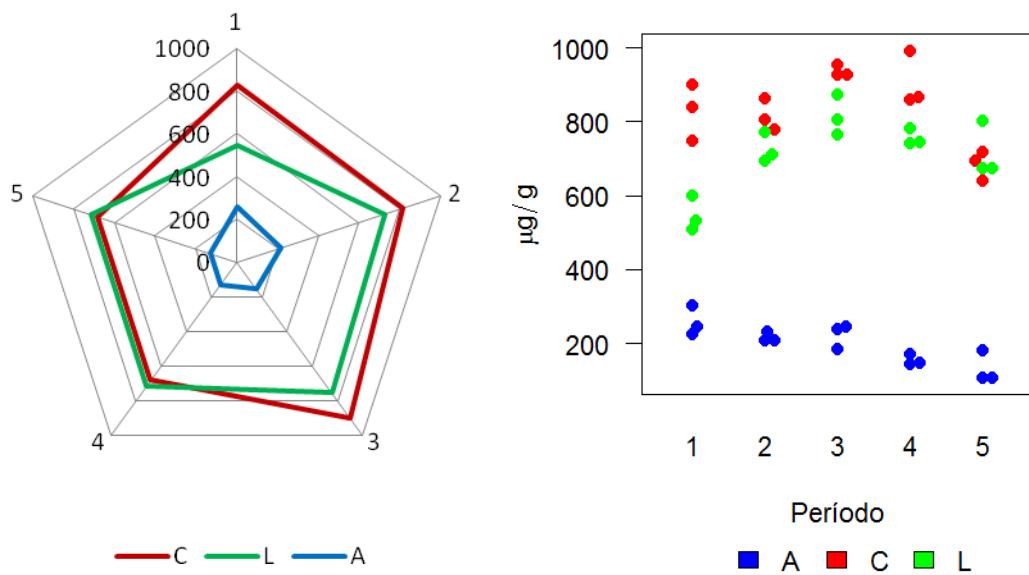


Figura B9. Gráfico radar e de pontos de quantidade de Carotenóides ($\mu\text{g/g}$) por tratamento e período.

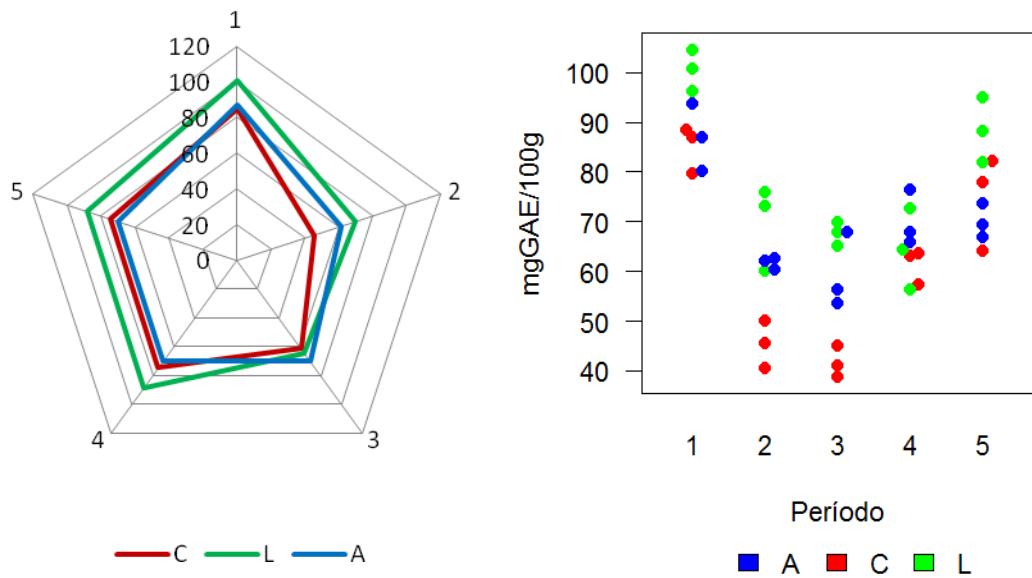


Figura B10. Gráfico radar e de pontos de quantidade de Compostos Fenólicos (mgGAE/100g) por tratamento e período.

▪ Parte II* Análise Inferencial

- Coloração

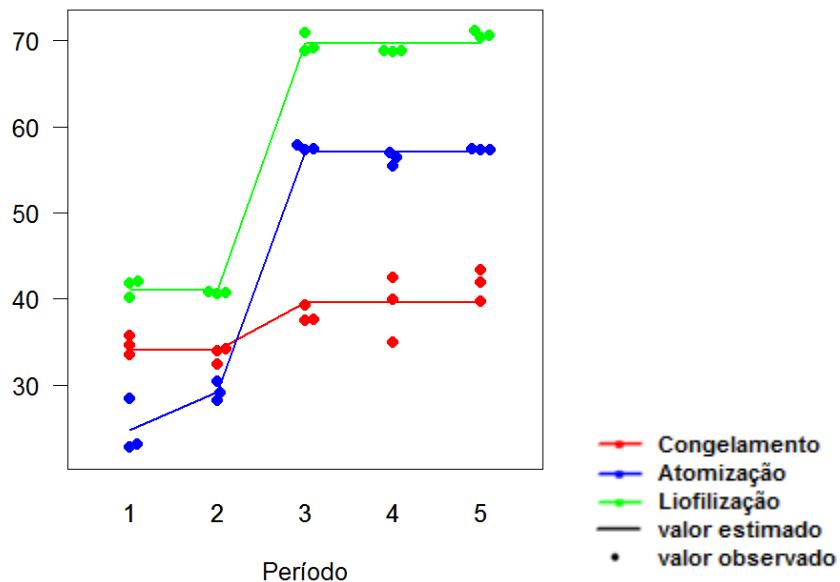


Figura B11. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável Cromo por tratamento e período.

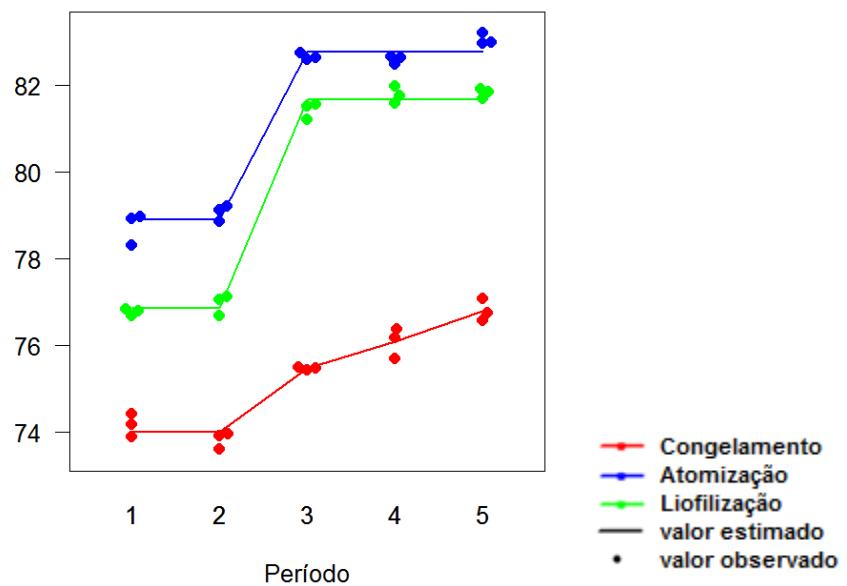


Figura B12. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável Hue por tratamento e período.

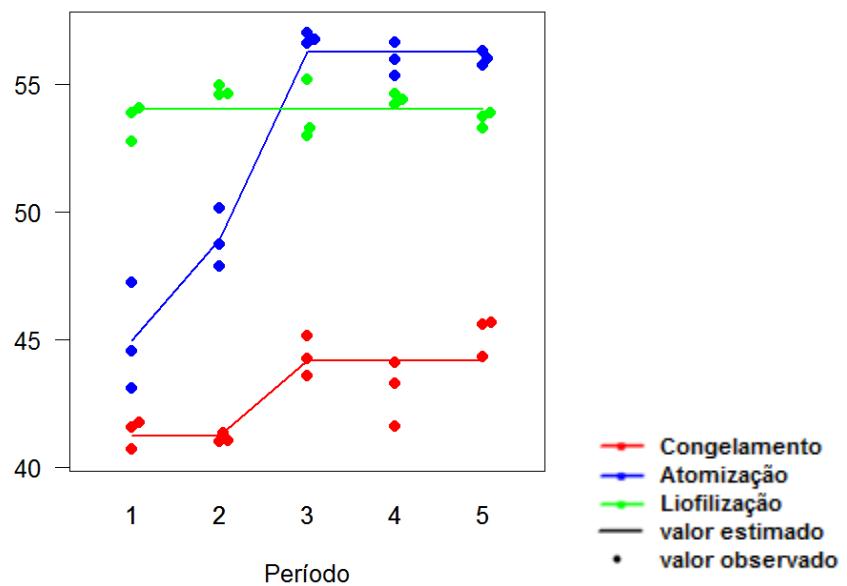


Figura B13. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável L^* por tratamento e período.

- **Aspectos químicos**

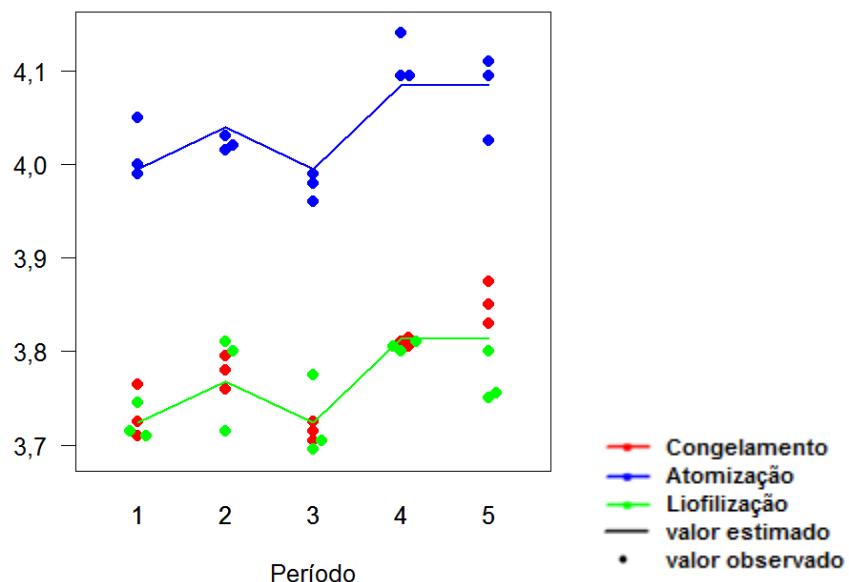


Figura B14. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável pH por tratamento e período.

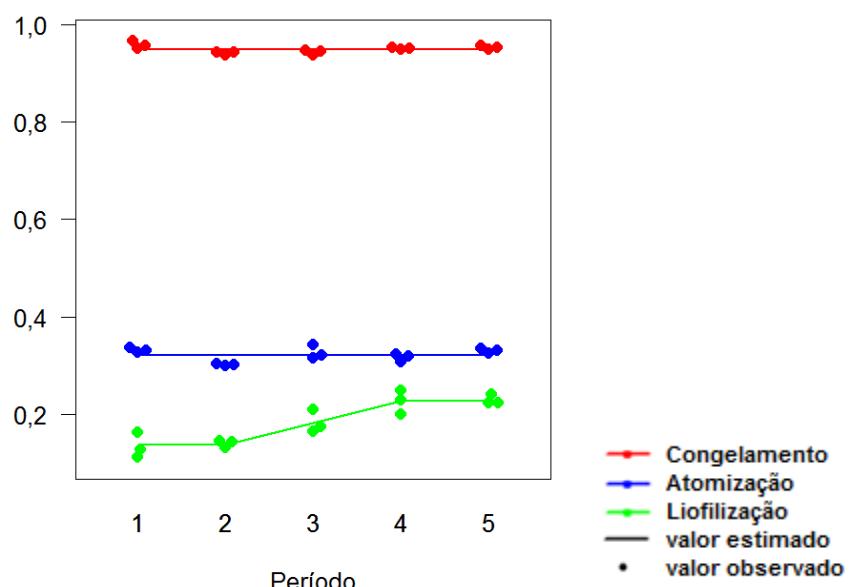


Figura B15. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável Aw por tratamento e período.

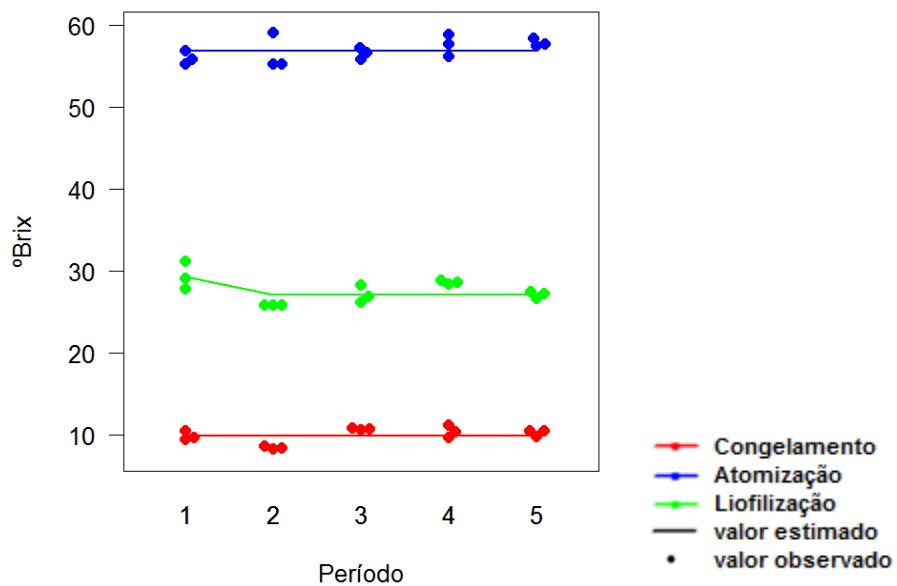


Figura B16. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável TSS por tratamento e período.

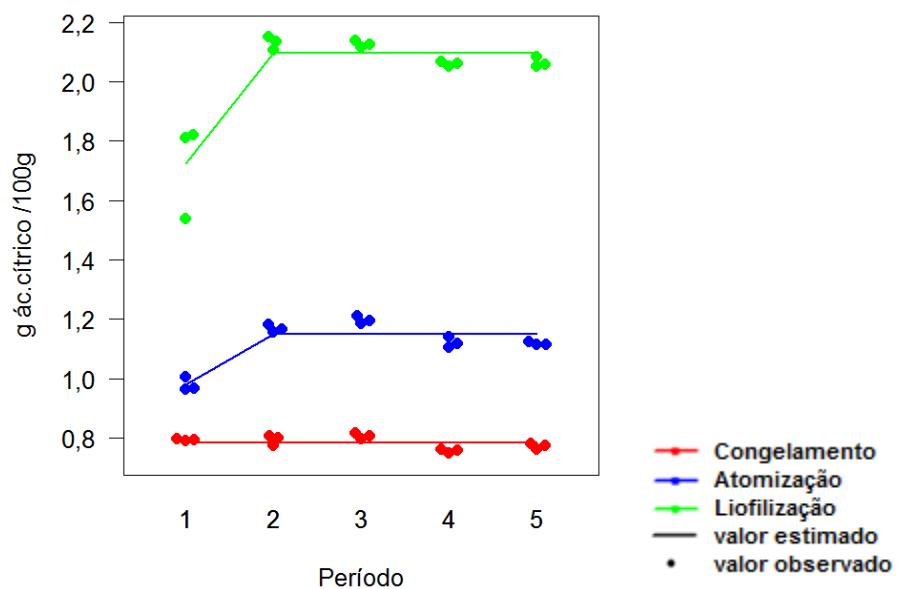


Figura B17. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável Acidez Titulável por tratamento e período.

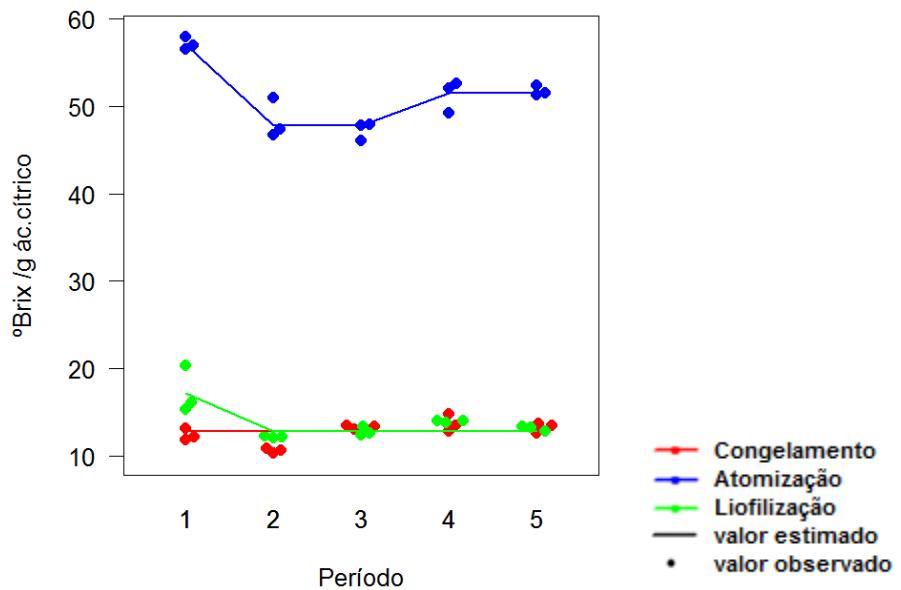


Figura B18. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável *Ratio* por tratamento e período.

• Compostos bioativos

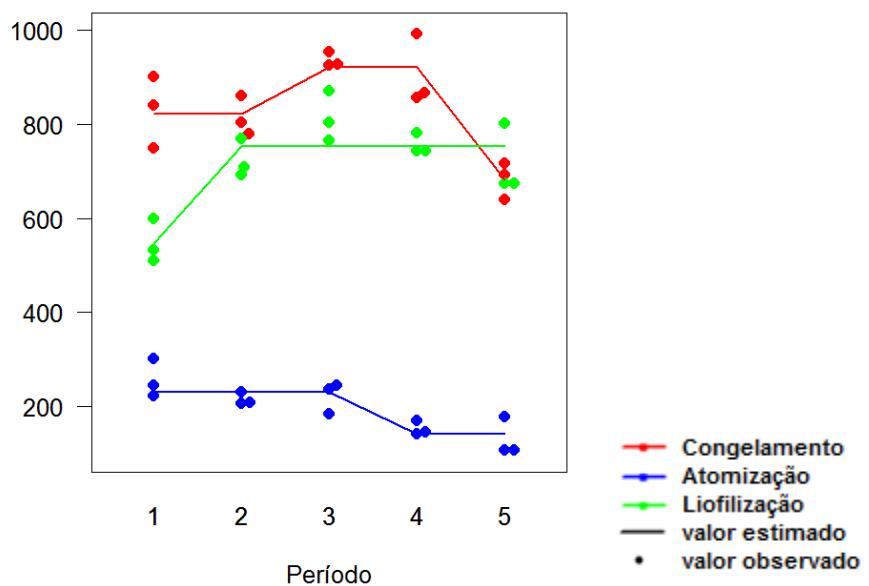


Figura B2. Gráfico de pontos e com valores estimados pelo modelo da variável Carotenóides por tratamento e período.

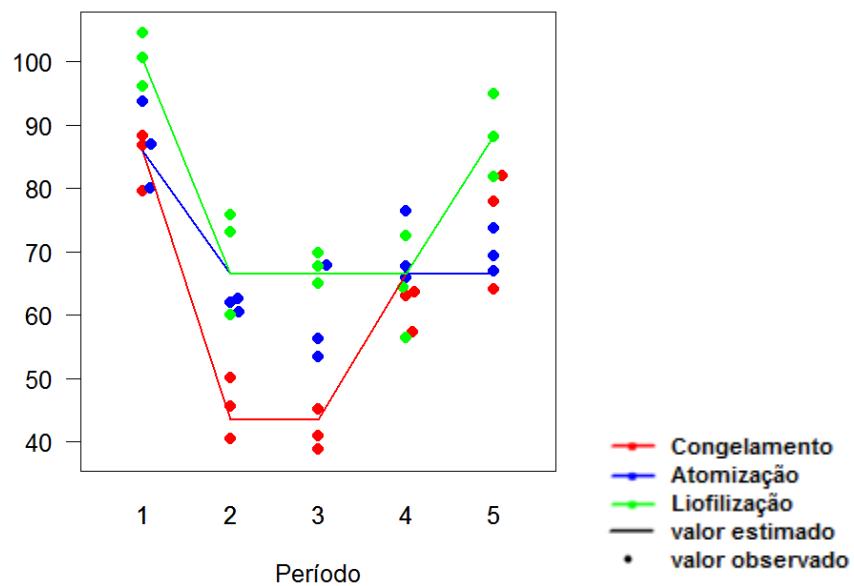


Figura B20. Gráfico de pontos e com valor valores estimados pelo modelo da variável Compostos Fenólicos por tratamento e período.

APÊNDICE C. MODELO DE ANOVA

O modelo de ANOVA realizado compara os tratamentos atomização e liofilização com o congelamento, verificando se o valor esperado da diferença que existe entre eles é significativamente diferente de zero. Da mesma forma, verifica se o valor esperado da diferença entre cada período e o primeiro é significativamente diferente de zero. Além disso, esta técnica verifica se a diferença que existe entre um tratamento e outro é a mesma ao longo do tempo; caso não seja, diz-se que há efeito de interação. Para exemplificar, considere a variável Aw; o modelo pode ser expresso da seguinte forma*

$$Aw_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

Com $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$; $i = 1, 2, 3$; $j = 1, \dots, 5$; $k = 1, 2, 3$

em que

Aw_{ijk} é o valor de Aw na k-ésima unidade amostral do tratamento i, no período j ; ($i=1$, para a polpa congelada, $i=2$, para a polpa atomizada e $i=3$, para a polpa liofilizada, $j=1, 2, 3, 4, 5$, para os respectivos períodos e $k=1, 2, 3$),

μ é o valor esperado da Aw para a polpa congelada no período 1,

α_i é o efeito do i-ésimo tratamento, ou seja, a diferença entre os valores esperados da polpa congelada com a polpa sob o i-ésimo tratamento,

β_j é o efeito do j-ésimo período, ou seja, a diferença entre o valor esperado do período j e do período 1,

$(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito de interação entre o i-ésimo tratamento com o j-ésimo período e o primeiro período da polpa congelada,

ε_{ijk} é o erro ou resíduo, isto é, a diferença entre o valor observado e o ajustado.

Com as restrições $\alpha_1 = \beta_1 = (\alpha\beta)_{1j} = (\alpha\beta)_{i1} = 0$, $i=1, 2, 3$ e $j=1, \dots, 5$

Para as demais variáveis, o modelo é o mesmo e a interpretação dos parâmetros é feita de forma análoga.

A título de ilustração, pode-se observar o cálculo de alguns dos valores ajustados de Aw*

$$Aw_{11} = \hat{\mu} = 0,96$$

$$Aw_{21} = \hat{\mu} + \hat{\alpha}_2 = 0,96 - 0,63 = 0,33$$

$$Aw_{31} = \hat{\mu} + \hat{\alpha}_3 = 0,96 - 0,82 = 0,13$$

$$Aw_{12} = \hat{\mu} + \hat{\beta}_2 = 0,96 - 0,02 = 0,94$$

$$Aw_{22} = \hat{\mu} + \hat{\alpha}_2 + \hat{\beta}_2 + (\widehat{\alpha\beta})_{22} = 0,96 - 0,63 - 0,02 - 0,01 = 0,30$$

$$Aw_{32} = \hat{\mu} + \hat{\alpha}_3 + \hat{\beta}_2 + (\widehat{\alpha\beta})_{32} = 0,96 - 0,82 - 0,02 + 0,02 = 0,14$$

Assim, tem-se, por exemplo, que $Aw_{32} = 0,14$ é a estimativa do valor esperado para a atividade de água da polpa liofilizada no 2º período.