



**Inês do Carmo Luís Rodrigues**

Licenciada em Bioquímica

## **Avaliação do Impacto da Redução de Açúcar em Gelados Artesanais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Tecnologias de Produção e Transformação Agro-Industrial

Orientador: Prof. Doutor Fernando José Cebola Lidon,  
Professor Associado,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Mestre Maria do Rosário Carvalho  
Ramalheira,  
Diretora de Produção, Qualidade e  
Aprovisionamento, Santini S.A.

Júri:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Fernanda Guedes Pessoa, Prof. Auxiliar –  
FCT/UNL

Arguente: Prof. Doutor Fernando Henrique da Silva Reboredo, Prof.  
Auxiliar com Agregação – FCT/UNL

Vogal: Mestre Maria do Rosário Carvalho Ramalheira – Santini S.A.



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro 2018**



**Inês do Carmo Luís Rodrigues**

Licenciada em Bioquímica

**Avaliação do Impacto da Redução de  
Açúcar em Gelados Artesanais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Tecnologias de Produção e Transformação Agro-Industrial

Orientador: Prof. Doutor Fernando José Cebola Lidon,  
Professor Associado,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Mestre Maria do Rosário Carvalho  
Ramalheira,  
Diretora de Produção, Qualidade e  
Aprovisionamento, Santini S.A.

Júri:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Fernanda Guedes Pessoa, Prof. Auxiliar –  
FCT/UNL

Arguente: Prof. Doutor Fernando Henrique da Silva Reboredo, Prof.  
Auxiliar com Agregação – FCT/UNL

Vogal: Mestre Maria do Rosário Carvalho Ramalheira – Santini S.A.



# **Avaliação do Impacto da Redução de Açúcar em Gelados Artesanais**

**© Inês Rodrigues FCT-UNL**

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

**A presente dissertação foi redigida de acordo com o novo acordo ortográfico.**



"O que é maravilhoso na música de Mozart é que o silêncio que se lhe segue ainda é de Mozart."

Sacha Guitry





## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Professor Fernando Lidon por todo o trabalho, dedicação, orientação e grande disponibilidade que demonstrou ao longo do desenvolvimento da dissertação.

À mestre Rosário Ramalheira e a toda a direção da Santini, pela oportunidade de desenvolver o meu trabalho de dissertação e por todos os ensinamentos transmitidos e orientação. A toda a equipa da Santini que me receberam de braços abertos e me auxiliaram na progressão do desenvolvimento do trabalho, em especial aos provadores.

A todos os professores do Departamento de Ciências da Terra com os quais contactei nestes últimos dois anos, agradeço toda a ajuda, a disponibilidade e os conhecimentos transmitidos, em especial à Professora Fernanda Pessoa. Agradeço aos Professores José Almeida e Sofia Barbosa por me terem introduzido no *software* R e todo o apoio prestado ao longo da execução da dissertação.

A todas as pessoas que se interessaram e prontificaram em fazer as provas sensoriais dos gelados e à Professora Ana Paula da Silva por ter possibilitado a participação na ExpoFCT com a prova de gelados.

À Professora Madalena Dionísio, pelo apoio, transmissão de conhecimentos e pela cedência do aparelho de DSC, bem como à Teresa pela disponibilidade e orientação em todo o desenvolvimento da dissertação. À Piedade, à Andreia e à Sara por todos os momentos de descontração e por todas as gargalhadas partilhadas.

Aos meus colegas de laboratório Laura Fidalgo e Jaime Fernandes por todos os bons momentos partilhados, pela amizade e pela força encorajadora para nunca desistir.

Aos meus amigos e pessoas com as quais me cruzo diariamente, por todos os momentos de descontração e felicidade, pelo carinho, apoio e toda a ajuda que sempre se prontificaram a dar sempre que foi necessário. Ao Alexandre, por todo o carinho, amor, apoio e força para dar a volta por cima e avançar sempre em frente, agradeço muito.

Por último, e mais importante, à minha mãe, à minha madrinha e tia e aos meus avós por me terem sempre apoiado na concretização dos meus sonhos, nunca me deixarem desanimar e por sempre acreditarem nas minhas capacidades. Pelo amor, dedicação e espírito de sacrifício que sempre demonstraram para comigo, estarão sempre no meu coração.



## RESUMO

Mundialmente, o crescente número de diabéticos e obesos tem vindo a potenciar a aquisição de novos hábitos alimentares mais saudáveis. Paralelamente, de acordo com dados do Eurostat, referentes a 2017, a Alemanha foi o maior produtor de gelado, seguida pela Itália e França com 517, 511 e 466 milhões de litros, respetivamente. Assim, surge a necessidade de reduzir o açúcar em gelados artesanais, indo ao encontro das necessidades de clientes cada vez mais informados e exigentes.

Neste estudo analisaram-se três gelados: gelado de base de nata e os *sorbets* de manga e de limão, comparativamente a três diferentes teores de redução de açúcar (10, 15 e 20%). Pretendeu-se, pois, determinar o teor de redução de açúcar máximo, em comparação com a receita tradicional, avaliando o seu impacto na estabilidade da estrutura dos gelados e as possíveis alterações físicas e químicas dos mesmos. Para além disso, pretendeu-se determinar o perfil térmico dos gelados, bem como avaliar as possíveis alterações organolépticas detetadas pelos provadores e a sua aceitabilidade.

As análises foram efetuadas ao fim de 0, 30 (ou 15) e 60 dias após a produção dos gelados e compreenderam a determinação: dos sólidos solúveis totais (SST); a composição nutricional; a calorimetria diferencial de varrimento (DSC); o teste do derretimento e as análises sensoriais descritivas e hedónicas. Na análise estatística aplicou-se o *software* R.

Verificaram-se algumas alterações nos gelados e *sorbets* com a redução do açúcar: diminuição dos SST, derretimento total, derretimento máximo, *Onset* e Máximo da Cristalização (exceto para a manga); e aumento do *Onset* e Máximo da Fusão (ponto de congelação). Sucintamente, a análise dos coeficientes de correlação permitiu concluir quais os gelados mais semelhantes ao gelado normal. Tomando em consideração todos os resultados, no geral, os gelados e *sorbets* mais próximos dos normais, provavelmente, foram o N15%, o M10% e o L10%.

**Palavras chave:** correlação; estrutura; gelado; redução de açúcar; *sorbet*.



## ABSTRACT

The rising number of diabetics and obese, around the world, has highlighted the need to adopt healthier eating habits. According to Eurostat, Germany was the largest ice cream producer in 2017, followed by Italy and France with 517, 511 e 466 million liters, respectively. In this line of thought, it has become clear that we need to reduce sugar in artisanal ice creams in order to meet the needs of increasingly customers.

In this study we analyzed three types of ice creams: a cream-based ice cream, a mango sorbet and a lemon sorbet and we compared them to three different varieties with a lower content of sugar (10, 15 and 20%). Thus, the aim of this study was to determine the maximum content of sugar reduction to be incorporated in artisanal ice creams, by assessing the impact on the stability of their structure as well as all possible physical and chemical changes. We also focused on the need to determine the thermal profile of the ice creams and to assess any possible organoleptic changes referred to by the tasters.

The analyses that were performed aimed at the determination of the total soluble solids (SST); the nutritional composition; the differential scanning calorimetry (DSC); the melting test and the descriptive and hedonic sensory analysis. We applied the R *software* in the statistical analysis.

There have been some significant changes in ice creams and sorbets with the sugar reduction: decrease of SST, total melting, maximum melting, Onset and Maximum from Crystallisation (except for mango); and the increase of Onset and Maximum from Fusion (freezing point). Briefly, the correlation coefficients analysis lead to the determination of the most similar ice creams to the original ice cream. The responses received indicate that the ice creams N15%, M10% and L10% are closer to the original ones.

**Keywords:** correlation; ice cream; *sorbet*; structure; sugar reduction.



## ÍNDICE DE MATÉRIAS

Agradecimentos.....	vii
Resumo .....	ix
Abstract .....	xi
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas .....	xxxiii
Lista de Abreviaturas, siglas e Símbolos .....	xxxix
1 Introdução.....	1
1.1 Santini (História e Sistema de Produção) .....	5
1.2 Objetivos e Plano de Trabalho .....	10
2 Enquadramento Teórico.....	13
2.1 O gelado .....	13
2.2 O açúcar nos gelados .....	14
2.3 Estrutura e Componentes do gelado.....	15
3 Metodologias e Procedimento Experimental.....	19
3.1 Produção de gelados com diferentes teores de açúcar.....	19
3.2 Perfil Nutricional .....	19
3.3 Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC) .....	20
3.4 Teste do Derretimento.....	21
3.5 Análise Sensorial.....	23
3.6 Análise Sensorial Descritiva.....	24
3.7 Análise Sensorial Hedónica .....	24
3.8 Análise Estatística .....	24
4 Resultados e Discussão de Resultados.....	25
4.1 Produção dos gelados de base de nata e <i>sorbets</i> de manga e de limão.....	26
4.2 Composição Nutricional .....	27
4.3 Teor de Sólidos Solúveis Totais - SST.....	28
4.4 Calorimetria Diferencial de Varrimento - DSC .....	34
4.5 Teste do Derretimento.....	80
Análise Sensorial Descritiva.....	95
4.6 Análise Sensorial Hedónica .....	115
5 Conclusões e Perspetivas Futuras.....	175
6 Referências Bibliográficas .....	177
7 Anexos.....	181





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Top 5 dos países com maior produção de gelado entre 2012 e 2017. Fonte: FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en">http://www.fao.org/faostat/en</a> ). .....	2
Figura 1.2 - Top 5 dos países com maior quantidade importada de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en">http://www.fao.org/faostat/en</a> ). .....	2
Figura 1.3 - Top 5 dos países com maior valor de importação de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en">http://www.fao.org/faostat/en</a> ). .....	3
Figura 1.4 - Top 5 dos países com maior quantidade exportada de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en">http://www.fao.org/faostat/en</a> ). .....	4
Figura 1.5 - Top 5 dos países com maior valor de exportação de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en">http://www.fao.org/faostat/en</a> ). .....	5
Figura 1.6 - Fluxograma de produção, adaptado, dos sorbets de manga e de limão da Santini. Fonte: Santini. ....	8
Figura 1.7 – Fluxograma de produção, adaptado, do gelado de base de nata da Santini. Fonte: Santini.....	9
Figura 3.1 - Aparelho de Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC) Q2000 da TA Instruments, utilizado para traçar o perfil térmico dos gelados de base de nata e dos sorbets de manga e limão. ....	21
Figura 4.1 - Exemplo de Boxplot com a indicação de outlier, máximo e mínimo e quartis (1º quartil - $Q_{25}$ , 2º quartil - $Q_{50}$ ou mediana e 3º quartil - $Q_{75}$ ). (Fonte: <a href="http://www.abgconsultoria.com.br/blog/boxplot-como-interpretar/">http://www.abgconsultoria.com.br/blog/boxplot-como-interpretar/</a> ).....	25
Figura 4.2 - Boxplots referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R).....	29
Figura 4.3 - Scatterplot referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R).....	30
Figura 4.4 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do software R). .	30
Figura 4.5 - Boxplots referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	31
Figura 4.6 - Scatterplot referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	31

Figura 4.7 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do software R).....	32
Figura 4.8 - Boxplots referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	32
Figura 4.9 - Scatterplot referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	33
Figura 4.10 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do software R).....	33
Figura 4.11 - Boxplots referentes à Cristalização (Onset, Máximo, Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	36
Figura 4.12 – Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização ( <i>Onset</i> ), Cristalização (Máximo) e Cristalização (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ). .....	36
Figura 4.13 - Termograma do perfil de cristalização dos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). .....	37
Figura 4.14 - Boxplots referentes à Fusão (Onset, Máximo, Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	40
Figura 4.15 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (Onset), Fusão (Máximo) e Fusão (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do software R).....	40
Figura 4.16 – Termograma do perfil de fusão dos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). .....	42
Figura 4.17 - Boxplots referentes à Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	45
Figura 4.18 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP. Em	

cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Endset e $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R). .	46
Figura 4.19 - Boxplots referentes à segunda Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .	49
Figura 4.20 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, segunda Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, segunda Transição vítrea (Endset e $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R). .	50
Figura 4.21 - Boxplots referentes à Cristalização (Onset, Máximo, Entalpia) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .	53
Figura 4.22 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização (Onset), Cristalização (Máximo) e Cristalização (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do software R). .	53
Figura 4.23 - Termograma do perfil de cristalização dos sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). .	54
Figura 4.24 - Boxplots referentes à Fusão (Onset, Máximo, Entalpia) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .	57
Figura 4.25 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (Onset), Fusão (Máximo) e Fusão (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do software R). .	57
Figura 4.26 - Termograma do perfil de fusão dos sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). .	58
Figura 4.27 - Boxplots referentes à Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos sorbets (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .	61
Figura 4.28 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Endset e $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R). .	62

Figura 4.29 - Boxplots referentes à segunda Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada boxplot. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	65
Figura 4.30 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Endset e $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R).....	66
Figura 4.31 - Boxplots referentes à Cristalização (Onset, Máximo, Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	68
Figura 4.32 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização (Onset), Cristalização (Máximo) e Cristalização (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do software R).....	69
Figura 4.33 - Termograma do perfil de cristalização dos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). .....	70
Figura 4.34 - Boxplots referentes à Fusão (Onset, Máximo, Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	71
Figura 4.35 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (Onset), Fusão (Máximo) e Fusão (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	72
Figura 4.36 - Termograma do perfil de fusão dos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). .....	73
Figura 4.37 - Boxplots referentes à Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	75
Figura 4.38 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Endset e $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	75
Figura 4.39 - Boxplots referentes à segunda Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	78
Figura 4.40 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (Onset, Midpoint, Endset e $\Delta$ CP). Em	

cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Onset e Midpoint) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (Endset e $\Delta CP$ ). (Resultados obtidos a partir do software R). .	79
Figura 4.41 - Boxplots referentes ao gelado derretido total dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	81
Figura 4.42 - Scatterplot referente ao gelado derretido total dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	82
Figura 4.43 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para o gelado derretido total. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	82
Figura 4.44 - Boxplots referentes ao gelado derretido total dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	83
Figura 4.45 - Scatterplot referente ao gelado derretido total dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	84
Figura 4.46 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para o gelado derretido total. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	84
Figura 4.47 - Boxplots referentes ao gelado derretido total dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	85
Figura 4.48 - Scatterplot referente ao gelado derretido total dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	86
Figura 4.49 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para o gelado derretido total (Resultados obtidos a partir do software R). .....	86
Figura 4.50 - Boxplots referentes à taxa de derretimento máximo dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	88
Figura 4.51 - Scatterplot referente à taxa de derretimento máximo dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	89
Figura 4.52 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do software R).....	89
Figura 4.53 - Boxplots referentes à taxa de derretimento máximo dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	90
Figura 4.54 - Scatterplot referente à taxa de derretimento máximo dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	91
Figura 4.55 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do software R).....	91

Figura 4.56 - Boxplots referentes à taxa de derretimento máximo dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	93
Figura 4.57 - Scatterplot referente à taxa de derretimento máximo dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).....	94
Figura 4.58 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do software R). .....	94
Figura 4.59 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	96
Figura 4.60 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	98
Figura 4.61 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	99
Figura 4.62 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	101
Figura 4.63 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	102
Figura 4.64 – Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).....	103
Figura 4.65 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores	

baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	105
Figura 4.66 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	106
Figura 4.67 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	107
Figura 4.68 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de manga. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	108
Figura 4.69 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	109
Figura 4.70 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	111
Figura 4.71 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	112
Figura 4.72 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	113

Figura 4.73 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de limão. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	114
Figura 4.74 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	115
Figura 4.75 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	117
Figura 4.76 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos<sup>2</sup></i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	118
Figura 4.77 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	119
Figura 4.78 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	120
Figura 4.79 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	121
Figura 4.80 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	122



Figura 4.81 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	123
Figura 4.82 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	124
Figura 4.83 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	125
Figura 4.84 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	126
Figura 4.85 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	127
Figura 4.86 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	128
Figura 4.87 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T60. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	129
Figura 4.88 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> ,	

em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	130
Figura 4.89 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	131
Figura 4.90 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	132
Figura 4.91 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	133
Figura 4.92 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	134
Figura 4.93 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de manga normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	135
Figura 4.94 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	137
Figura 4.95 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de $\cos^2$ das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA)).	138
Figura 4.96 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine</i> ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do $\cos^2$ (valores baixos a branco;	

valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	139
Figura 4.97 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	140
Figura 4.98 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	141
Figura 4.99 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de manga. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	142
Figura 4.100 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	143
Figura 4.101 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos<sup>2</sup></i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	144
Figura 4.102 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	145
Figura 4.103 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	146
Figura 4.104 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	147

Figura 4.105 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de manga. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	148
Figura 4.106 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T60. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	149
Figura 4.107 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores de <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos<sup>2</sup></i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	150
Figura 4.108 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos<sup>2</sup>)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos<sup>2</sup></i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>Software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ). .....	151
Figura 4.109 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	152
Figura 4.110 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	153
Figura 4.111 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de manga, 10%, 15% e 20%), em T60. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de manga. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	154
Figura 4.112 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de limão, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	155

Figura 4.113 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	157
Figura 4.114 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	158
Figura 4.115 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	159
Figura 4.116 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	160
Figura 4.117 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	161
Figura 4.118 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de limão. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	162
Figura 4.119 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T15. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).....	163
Figura 4.120 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em	

baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	164
Figura 4.121 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	165
Figura 4.122 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	166
Figura 4.123 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	167
Figura 4.124 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de limão. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	168
Figura 4.125 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	169
Figura 4.126 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). <i>Bar Plot</i> , em baixo, dos valores de <i>cos2</i> das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	170
Figura 4.127 - Qualidade da representação - <i>Squared Cosine (cos2)</i> . Representação da qualidade dos indivíduos no <i>Factor Map</i> dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do <i>cos2</i> (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	171
Figura 4.128 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15%	

e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	172
Figura 4.129 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	173
Figura 4.130 - <i>Biplot</i> dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro <i>sorbets</i> de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro <i>sorbets</i> de limão. (Resultados obtidos a partir do <i>software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)</i> ).	174
Figura 7.1 Scatterplot referente à Cristalização (Onset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	181
Figura 7.2 Scatterplot referente à Cristalização (Máximo) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	181
Figura 7.3 Scatterplot referente à Cristalização (Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	182
Figura 7.4 Scatterplot referente à Fusão (Onset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	182
Figura 7.5 Scatterplot referente à Fusão (Máximo) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	182
Figura 7.6 Scatterplot referente à Fusão (Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	183
Figura 7.7 Scatterplot referente à Tg (Onset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	183
Figura 7.8 Scatterplot referente à Tg (Midpoint) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	183
Figura 7.9 Scatterplot referente à Tg (Endset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	184
Figura 7.10 Scatterplot referente à Tg (CP) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	184
Figura 7.11 Scatterplot referente à Tg' (Onset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	184
Figura 7.12 Scatterplot referente à Tg' (Midpoint) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	185
Figura 7.13 Scatterplot referente à Tg' (Endset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	185
Figura 7.14 Scatterplot referente à Tg' (CP) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do <i>software R</i> ).	185

Figura 7.15 Scatterplot referente à Cristalização (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	186
Figura 7.16 Scatterplot referente à Cristalização (Máximo) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	186
Figura 7.17 Scatterplot referente à Cristalização (Entalpia) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	187
Figura 7.18 Scatterplot referente à Fusão (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	187
Figura 7.19 Scatterplot referente à Fusão (Máximo) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	187
Figura 7.20 Scatterplot referente à Fusão (Entalpia) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	188
Figura 7.21 Scatterplot referente à Tg (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	188
Figura 7.22 Scatterplot referente à Tg (Midpoint) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	188
Figura 7.23 Scatterplot referente à Tg (Endset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	189
Figura 7.24 Scatterplot referente à Tg (CP) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	189
Figura 7.25 Scatterplot referente à Tg' (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	189
Figura 7.26 Scatterplot referente à Tg' (Midpoint) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	190
Figura 7.27 Scatterplot referente à Tg' (Endset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	190
Figura 7.28 Scatterplot referente à Tg' (CP) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	190
Figura 7.29 Scatterplot referente à Cristalização (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	191
Figura 7.30 Scatterplot referente à Cristalização (Máximo) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	191
Figura 7.31 Scatterplot referente à Cristalização (Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	192
Figura 7.32 Scatterplot referente à Fusão (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	192
Figura 7.33 Scatterplot referente à Fusão (Máximo) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	193



Figura 7.34 Scatterplot referente à Fusão (Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	193
Figura 7.35 Scatterplot referente à Tg (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	194
Figura 7.36 Scatterplot referente à Tg (Midpoint) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	194
Figura 7.37 Scatterplot referente à Tg (Endset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	195
Figura 7.38 Scatterplot referente à Tg (CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	195
Figura 7.39 Scatterplot referente à Tg' (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	196
Figura 7.40 Scatterplot referente à Tg' (Midpoint) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	196
Figura 7.41 Scatterplot referente à Tg' (Endset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	197
Figura 7.42 Scatterplot referente à Tg' (CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	197



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Designações para os três gelados e sorbets (nata, manga e limão) em estudo, divididos em normal e reduções de 10, 15 e 20% de açúcar. ....	10
Tabela 1.2 - Momentos das análises em T0 (0 dias após produção), em T15 ou T30 (15 ou 30 dias após produção) e em T30 ou T60 (30 ou 60 dias após produção). Para o sorbet de limão as análises foram executadas nos tempos T0, T15 e T30. ....	11
Tabela 4.1 - Composição do gelado de base de nata e dos sorbets de manga e de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), em valores médios. A composição nutricional foi fornecida pela Santini S.A. e determinada por uma empresa externa. A composição divide-se em valor energético em (/100g) em Kcal e em kJ; Fibra alimentar (%); Proteína bruta (%); Cinza total (%); Gordura total (%); Ácidos Gordos saturados, insaturados totais e polinsaturados (%); Sódio (%); Açúcares totais (%); Hidratos de Carbono (%); Humidade (%). Limite de quantificação (LQ). ....	27
Tabela 4.2 – Tabela de estatísticos básicos da composição em sólidos solúveis totais (° Brix) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) e sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) e limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 0 após a produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	29
Tabela 4.3 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Onset (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	34
Tabela 4.4 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	34
Tabela 4.5 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	35
Tabela 4.6 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	38
Tabela 4.7 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	38
Tabela 4.8 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). ....	39

Tabela 4.9 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – Onset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	42
Tabela 4.10 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – Midpoint ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	43
Tabela 4.11 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – Endset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	43
Tabela 4.12 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – $\Delta CP$ (J/(g. $^{\circ}\text{C}$ )) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	44
Tabela 4.13 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g'$ ) – Onset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	47
Tabela 4.14 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) – Midpoint ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	47
Tabela 4.15 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) – Endset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	48
Tabela 4.16 -Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) – $\Delta CP$ (J/(g. $^{\circ}\text{C}$ )) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	48
Tabela 4.17 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Onset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	51
Tabela 4.18 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	52
Tabela 4.19 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	52
Tabela 4.20 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	55

Tabela 4.21 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	55
Tabela 4.22 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	56
Tabela 4.23 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Onset (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	59
Tabela 4.24 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Midpoint (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	59
Tabela 4.25 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Endset (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	60
Tabela 4.26 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – $\Delta CP$ (J/(g.°C)) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	60
Tabela 4.27 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg) – Onset (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	63
Tabela 4.28 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg) – Midpoint (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	63
Tabela 4.29 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg) – Endset (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	64
Tabela 4.30 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – $\Delta CP$ (J/(g.°C)) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	64
Tabela 4.31 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Onset (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	67
Tabela 4.32 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	67

Tabela 4.33 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	68
Tabela 4.34 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	70
Tabela 4.35 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	70
Tabela 4.36 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	71
Tabela 4.37 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Onset (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	73
Tabela 4.38 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Midpoint (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	73
Tabela 4.39 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – Endset (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	74
Tabela 4.40 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – $\Delta CP$ (J/(g.°C)) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	74
Tabela 4.41 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – Onset (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	76
Tabela 4.42 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – Midpoint (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	77
Tabela 4.43 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – Endset (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	77
Tabela 4.44 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – $\Delta CP$ (J/(g.°C)) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).....	78

Tabela 4.45 - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	80
Tabela 4.46 - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	83
Tabela 4.47 - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) nos dias 0, 15 e 30 após a produção (T0, T15 e T30). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	85
Tabela 4.48 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	87
Tabela 4.49 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	90
Tabela 4.50 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) nos dias 0, 15 e 30 após a produção (T0, T15 e T30). (Resultados obtidos a partir do software R). .....	92
Tabela 4.51 - Designações adotadas, em abreviaturas, para cada um dos gelados/sorbets na utilização do software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA), de forma a facilitar a análise de dados. ....	95
Tabela 4.52 - Designações adotadas, em letras, para a numeração dos questionários das provas sensoriais tanto Descritivas como Hedónicas, assim como as letras para o atributo intenção de compra na utilização do Software R – <i>Multiple Correspondence Analysis</i> (MCA), de forma a facilitar a análise de dados. ....	95





## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

EIPAS - Estratégia Integrada para a Promoção da Alimentação Saudável

SST - Sólidos Solúveis Totais

DSC - Calorimetria Diferencial de Varrimento

T0 – 0 dias após a produção do gelado ou *sorbet*

T15 – 15 dias após a produção do *sorbet* de limão

T30 – 30 dias após a produção do gelado ou *sorbet*

T60 – 60 dias após a produção do gelado ou *sorbet*

CP- Capacidade calorífica

mD10 - Razão entre o peso de gelado derretido, ao fim de cada 10 minutos

mT - Peso total de gelado

IQR - Amplitude entre quartis

Q – Quartis

Q<sub>25</sub> - valor que está na posição 25% - 1/4

Q<sub>75</sub> - valor que está na posição 75% - 3/4

LQ - Limite de quantificação

MCA - *Multiple Correspondence Analysis*

NN – gelado de nata normal

N10% - gelado de nata com redução 10% de açúcar

N15% - gelado de nata com redução 15% de açúcar

N20% - gelado de nata com redução 20% de açúcar

MN – *sorbet* de manga normal

M10% - *sorbet* de manga com redução 10% de açúcar

M15%- *sorbet* de manga com redução 15% de açúcar

M20% - *sorbet* de manga com redução 20% de açúcar

LN – *sorbet* de limão normal

L10% - *sorbet* de limão com redução 10% de açúcar

L15% - *sorbet* de limão com redução 15% de açúcar

L20% - *sorbet* de limão com redução 20% de açúcar

° Brix – graus Brix

Máx. – Máximo

d – densidade

T<sub>g</sub> – transição vítrea

T<sub>g</sub>' – segunda transição vítrea

%/min – percentagem por minuto

C. *Skewness* – Coeficiente de *Skewness*

*cos*<sup>2</sup> – *Squared Cosine*

NNT0 – gelado de nata normal no tempo 0 após produção do gelado

N10%T0 - gelado de nata 10% no tempo 0 após produção do gelado

N15%T0 - gelado de nata 15% no tempo 0 após produção do gelado

N20%T0 - gelado de nata 20% no tempo 0 após produção do gelado

MNT0 – *sorbet* de manga no tempo 0 após produção do *sorbet*

MN10%T0 - *sorbet* de manga 10% no tempo 0 após produção do *sorbet*

M15%T0 - *sorbet* de manga 15% no tempo 0 após produção do *sorbet*

M20%T0 - *sorbet* de manga 20% no tempo 0 após produção do *sorbet*

LNT0 – *sorbet* de limão no tempo 0 após produção do *sorbet*

LN10%T0 - *sorbet* de limão 10% no tempo 0 após produção do *sorbet*

L15%T0 - *sorbet* de limão 15% no tempo 0 após produção do *sorbet*

L20%T0 - *sorbet* de limão 20% no tempo 0 após produção do *sorbet*

NNi – gelado de nata normal no tempo inicial (T<sub>0</sub>)

N10i – gelado de nata 10% no tempo inicial (T<sub>0</sub>)

N15i - gelado de nata 15% no tempo inicial (T0)

N20i - gelado de nata 20% no tempo inicial (T0)

NNm – gelado de nata normal no tempo médio (T30)

N10m – gelado de nata 10% no tempo médio (T30)

N15m - gelado de nata 15% no tempo médio (T30)

N20m - gelado de nata 20% no tempo médio (T30)

NNf – gelado de nata normal no tempo final (T60)

N10f – gelado de nata 10% no tempo final (T60)

N15f - gelado de nata 15% no tempo final (T60)

N20f - gelado de nata 20% no tempo final (T60)



## 1 INTRODUÇÃO

A observação do crescente número de diabéticos e obesos a nível mundial determina uma maior preocupação em adquirir novos hábitos alimentares mais saudáveis, passando pela redução de açúcar nos alimentos. Em Portugal, um em cada dez portugueses tem diabetes. Nesta perspetiva, o governo português propôs a implementação de uma série de medidas que pertencem à Estratégia Integrada para a Promoção da Alimentação Saudável (EIPAS), sendo que uma das medidas passa pela redução gradual de açúcar em determinados alimentos. Pretende-se monitorizar o teor de açúcar “bebidas não alcoólicas, laticínios, bolachas e sobremesas doces, produtos de pastelaria, cereais de pequeno-almoço, refeições prontas a consumir, molhos, gelados e fruta em conserva” (Despacho n.º 11418/2017). Vargues, Fernandes, Brazão & Dias (2018) referem que alguns cereais de pequeno-almoço e iogurtes (líquidos e sólidos), no mercado português, estão muito além das recomendações feitas pela EIPAS para um alimento com baixo teor em açúcar de 2,5g/100ml (líquidos) e 5g/100g (sólidos) com o intuito de reduzir o consumo diário de açúcar para 50g/dia e máximo de 25g/dia, para menores de idade, até 2020 (Despacho n.º 11418/2017). Desta forma, a redução do açúcar em gelados artesanais vai ao encontro das necessidades de clientes cada vez mais informados e exigentes.

Lopes, Martins, Mesquita, Valença de Sousa & Ferreira-Dias (2018) sugeriram a utilização de uma ferramenta de computador a fim de conceber gelados mais saudáveis e concluíram que *the use of linear programming models allows a rapid examination and evaluation of all possible blend combinations and a swift determination of the best mixes in terms of calorie value*.

De acordo com dados do Eurostat, referentes a 2017 (<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/>), a Alemanha foi o maior produtor de gelado, seguida pela Itália e França com 517, 511 e 466 milhões de litros, respetivamente.

De acordo com a figura 1.1, a produção de gelado, nos 5 países (Alemanha, Espanha, França, Itália e Reino Unido) que mais produziram nos últimos 6 anos, tem apresentado valores constantes, no geral, de 2012 até 2016. Verificou-se uma drástica descida de 2013 para 2016, no Reino Unido, e, para a Itália, verificou-se um pico em 2016 (tornando-se o maior produtor desse mesmo ano). Não existem dados oficiais de Portugal para a produção de gelado entre 2012 e 2017, no Eurostat (<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/>).

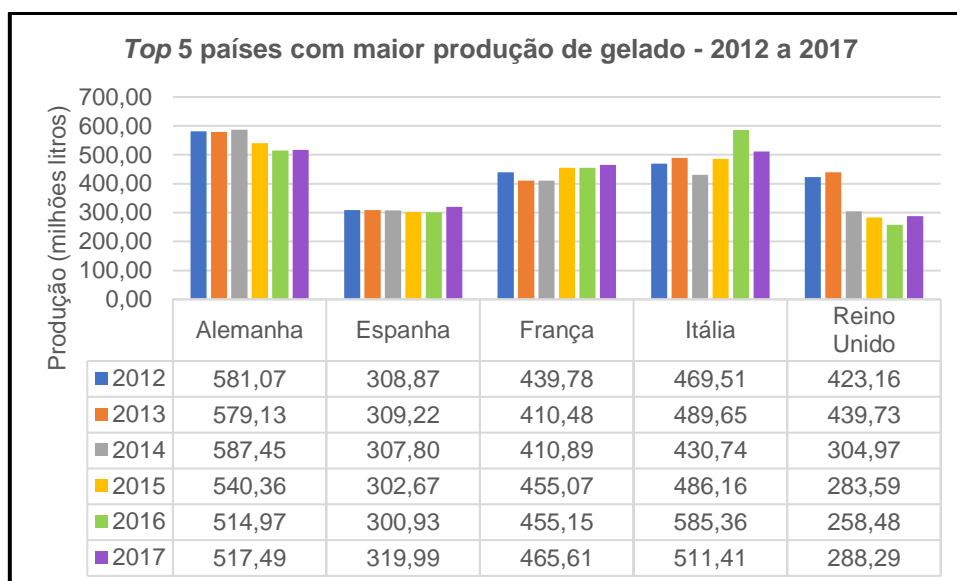


Figura 1.1 - Top 5 dos países com maior produção de gelado entre 2012 e 2017. Fonte: FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en>).

Relativamente à quantidade importada, segundo a figura 1.2, tem-se vindo a verificar um aumento ao longo dos 5 anos (2012 a 2016), exceto para a França, que tem diminuído. Portugal apresenta valores muito baixos (34,17 milhares de toneladas em 2016) em comparação com o Top 5. A Alemanha, apesar de ter sido o segundo maior produtor em 2016, tem aumentado a quantidade importada, exponencialmente.

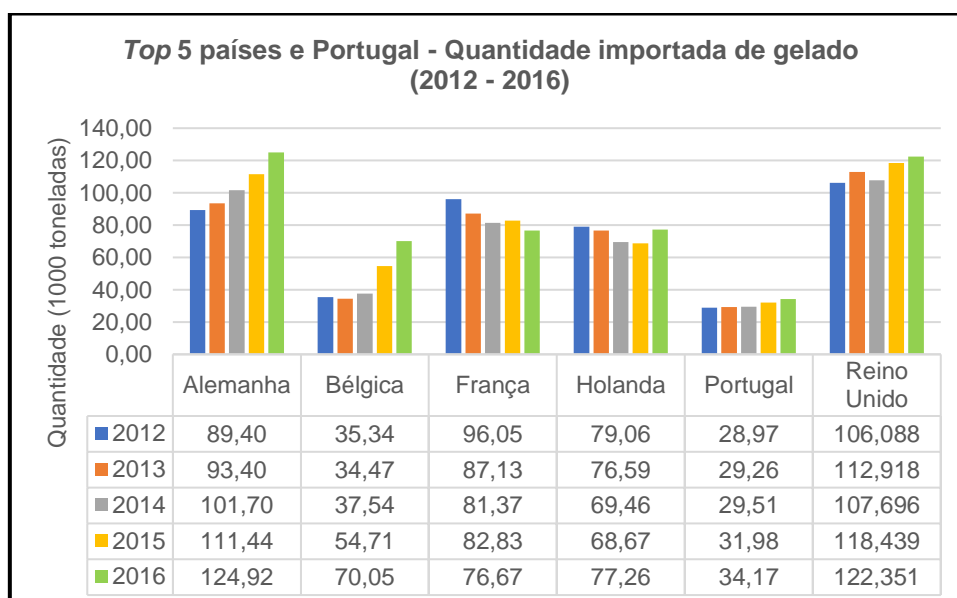


Figura 1.2 - Top 5 dos países com maior quantidade importada de gelado e Portugal entre 2012 e 2016. Fonte: FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en>).

Na figura 1.3, podem observar-se os valores dos 5 países com valores mais elevados nas importações. Os dois países que estão no *top* com maiores valores são a Alemanha e o Reino Unido, contrastando com a Espanha e a Holanda. Portugal apresenta valores muito baixos comparativamente ao *Top 5*, tendo importado cerca de 78,71 milhões de dólares.

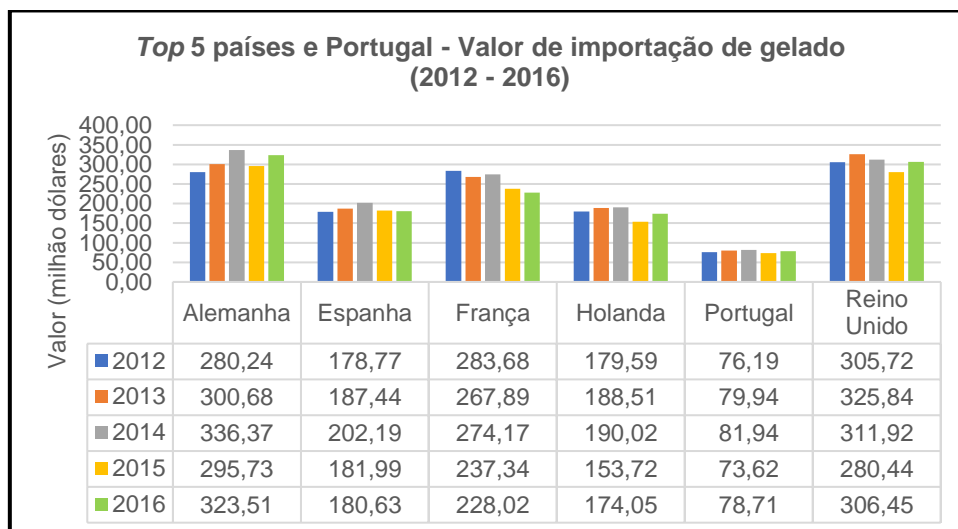


Figura 1.3 - *Top 5* dos países com maior valor de importação de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en>).

Em relação à quantidade exportada, segundo a figura 1.4, tem-se vindo a verificar um aumento gradual ao longo dos 5 anos (2012 a 2016), exceto para a Itália que tem observado algumas oscilações. A Itália tem permanecido em segundo lugar no que diz respeito à produção, mas fica muito atrás de países como a França, a Bélgica e a Holanda em relação à quantidade exportada, apesar de serem países com menor produção de gelado. Portugal apresenta valores muito baixos (15,27 milhares de toneladas em 2016) em comparação com o *Top 5*.

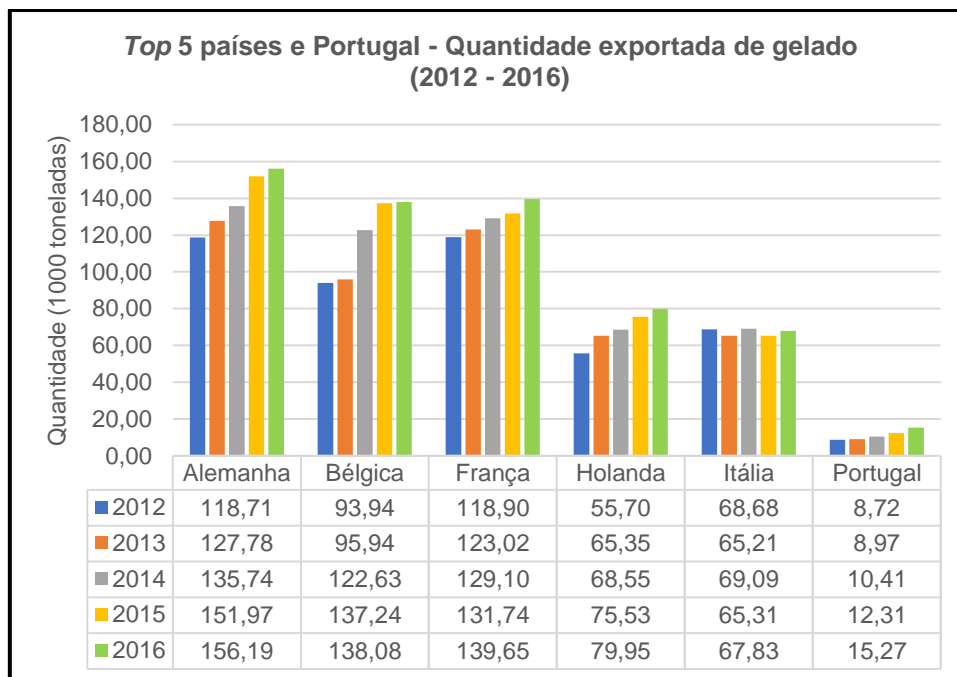


Figura 1.4 - Top 5 dos países com maior quantidade exportada de gelado e Portugal entre 2012 e 2016  
 Fonte: FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en>).

Na figura 1.5, observa-se a variabilidade dos dados dos países em que há um aumento até 2014 e, logo de seguida, há uma descida drástica dos valores até 2015, subindo novamente em 2016. Os valores para Portugal apresentam uma grande diferença quando comparados com os dos países do Top 5. Contudo, verificou-se que apresenta valores constantes ao longo dos 5 anos, sendo que em 2016 se verificou uma ligeira subida com um valor exportado de 40,86 milhões de dólares.



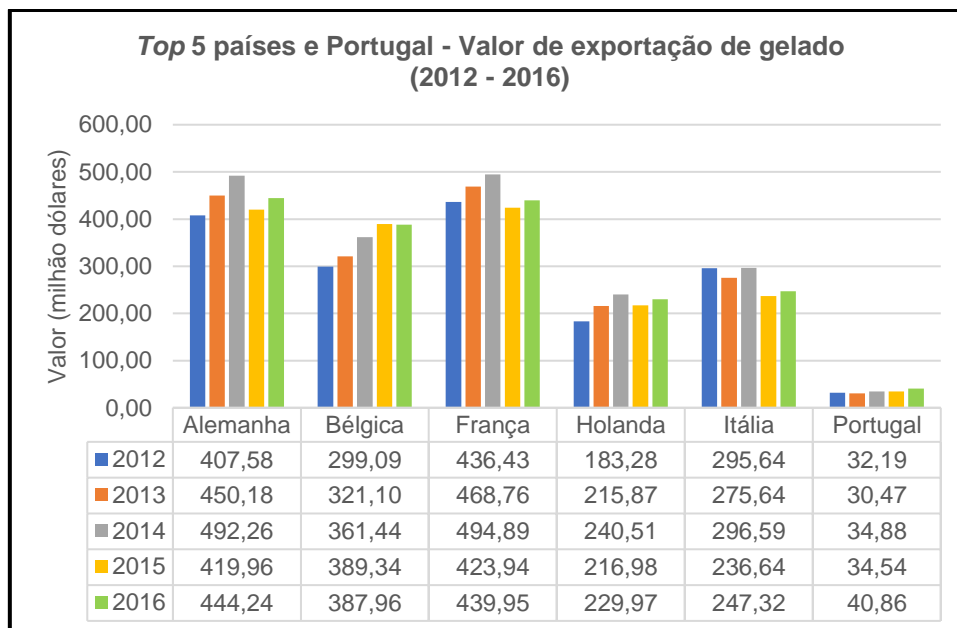


Figura 1.5 - Top 5 dos países com maior valor de exportação de gelado e Portugal entre 2012 e 2016 Fonte: FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en>).

### 1.1 Santini (História e Sistema de Produção)

A gelataria Santini, a gelataria portuguesa mais conhecida, iniciou a produção dos seus gelados, em Portugal, em 1949 pelas mãos de Attilio Santini. Ao abrir a sua primeira gelataria no Tamariz (Estoril), estava longe de saber que estava a dar início a um império com crescimento próspero, que hoje conta com dez lojas. Estas lojas estão espalhadas por Lisboa, nomeadamente em Cascais (duas lojas desde 1971 e 2016), S. João do Estoril (desde 2006), no Chiado (desde 2010), em Carcavelos (desde 2012), no Mercado da Ribeira (desde 2014), em Belém (desde 2015), no Parque das Nações e em Santos (desde 2018) Existe ainda uma outra loja situada no Porto (desde 2015). A unidade de produção, inaugurada em 2012, encontra-se em Carcavelos. Este crescimento exponencial de lojas, a partir de 2010, foi impulsionado pela compra de 50% da empresa por parte da família Botton (donos da empresa Logoplaste) – inicialmente, com Filipe de Botton, mais tarde com o seu filho Martim e, atualmente, com Marta de Botton como diretora de comunicação e *marketing* da Santini desde 2017.

O legado Santini estabeleceu-se com Attilio Santini, seguindo-se-lhe a sua filha Isabel Santini acompanhada pelo marido, Eduardo Fuertes e, mais recentemente, o seu neto Eduardo Santini Fuertes – desde 1990 à frente da empresa que possui como *slogan*: “Os gelados mais refinados do mundo” (*Il gelati più fini del mondo*, no original).

Attilio Santini era uma pessoa conhecida pelo seu espírito de empreendedorismo, profunda dedicação e capacidade de trabalho, simpatia e carisma, generosidade, alegria e modéstia. Acarinhado por todos os que visitavam a sua gelataria, a todos recebia com a mesma simpatia e alegria, privando, inclusivamente, com pessoas ilustres, nomeadamente a família real Espanhola (<http://www.santini.pt/>).

A Santini, para além da venda ao público nas suas lojas, também está presente em eventos e em restaurantes e dispõe de um serviço de entrega ao domicílio. Futuramente, já em 2019, a empresa tenciona expandir o seu negócio para lá de Portugal.

Os gelados Santini primam pela sua qualidade, rigor e autenticidade desde sempre. Existe uma enorme preocupação em manter a fidelidade às receitas originais, mas não deixando de inovar e surpreender os seus mais fiéis clientes. Os gelados não possuem corantes nem conservantes e todos os seus ingredientes são escolhidos com o maior cuidado e rigor, sendo que a qualidade vem sempre em primeiro lugar, não olhando a custos. Gelados de origem artesanal e sem adição de aditivos alimentares, os gelados Santini apresentam um *shelf-life* (tempo de prateleira) curto. Todos os seus fornecedores, se possível nacionais, são criteriosamente selecionados de forma a manter a sua elevada qualidade e sabor únicos que os caracterizam e toda a sua frescura. Apesar de ser um produto sazonal, durante a época baixa existe um leque diversificado de sabores que acompanham os produtos da estação.

A escolha dos três gelados e *sorbets* prendeu-se com o facto de tanto a manga como o limão serem produtos que estão mais ou menos à disposição ao longo de todo o ano, enquanto que a escolha da nata, se deveu ao facto de este ingrediente ser utilizado como base em muitos outros gelados Santini, daí o seu elevado interesse na redução do açúcar. A empresa produz ainda outros tipos de gelados, mas apenas nos focaremos nos *sorbets* e no gelado de base de nata, com os respetivos fluxogramas nas figuras 1.6 e 1.7 que se seguem.

Em primeiro lugar, para ambos os gelados de base de nata e *sorbets*, há a receção das mercadorias (previamente verificadas) e o seu armazenamento. O armazenamento, nos respetivos locais, ocorre de acordo com a natureza do tipo de mercadoria, sendo que umas são armazenadas à temperatura ambiente, outras à temperatura de refrigeração e, por fim, ainda podem ser armazenadas à temperatura de congelação (sendo posteriormente descongeladas). Se for necessário, deve-se proceder ao desembalamento das embalagens das mercadorias antes do armazenamento.

Focando unicamente os *sorbets*, após a preparação das matérias-primas (limão ou manga e açúcar), segue-se a lavagem e desinfeção das frutas, bem como o seu descasque e corte. Posteriormente, dá-se a extração das polpas do limão e da manga e pesam-se, assim como o açúcar. De forma a formar uma mistura o mais homogénea possível entre a fruta e o açúcar procede-se à batidura, seguindo-se um breve repouso da mistura numa arca de refrigeração,

entre os 0 e 4 °C. Por fim, procede-se à operação de congelação dinâmica que apresenta variações na sua duração, na qual a mistura entra em contacto com as paredes arrefecidas da produtora e se dá a transformação da mistura em *sorbet* (limão ou manga).

Relativamente ao gelado de base de nata, após a preparação das matérias-primas (nata, leite e açúcar), segue-se a pesagem de todos os ingredientes, assim como a batadura, a fim de obter uma mistura homogénea. Posteriormente, coloca-se a mistura numa arca de refrigeração, entre os 0 e os 4 °C, a repousar. Por fim, procede-se à operação de congelação dinâmica que apresenta variações na sua duração, na qual a mistura entra em contacto com as paredes arrefecidas da produtora e se dá a transformação da mistura em gelado de nata. Neste tipo de gelado os operadores vão controlando a congelação visualmente, de forma a obter as características pretendidas.

Em ambos os *sorbets* e gelados de base de nata se finaliza com o enchimento e embalamento em tubos de inox, com recurso a pás próprias, sendo tapados com papel vegetal. Os tubos de inox são previamente rotulados e, posteriormente, são recolhidas amostras para controlo organolético. O armazenamento dos tubos de inox faz-se em arcas de congelação com temperaturas compreendidas entre -17 e -15 °C, até serem distribuídos pelas lojas, restaurantes ou mesmo eventos. O transporte é efetuado à mesma temperatura das arcas de congelação a fim de manter a qualidade dos *sorbets*, sendo verificada a temperatura à chegada ao destino pretendido. Nas lojas, a temperatura de exposição ao balcão situa-se entre os -15 e os -11 °C, de forma a proporcionar aos consumidores um gelado de topo com as melhores características ao nível da textura, sabor, aparência e qualidade.



Figura 1.6 - Fluxograma de produção, adaptado, dos *sorbets* de manga e de limão da Santini. Fonte: Santini.

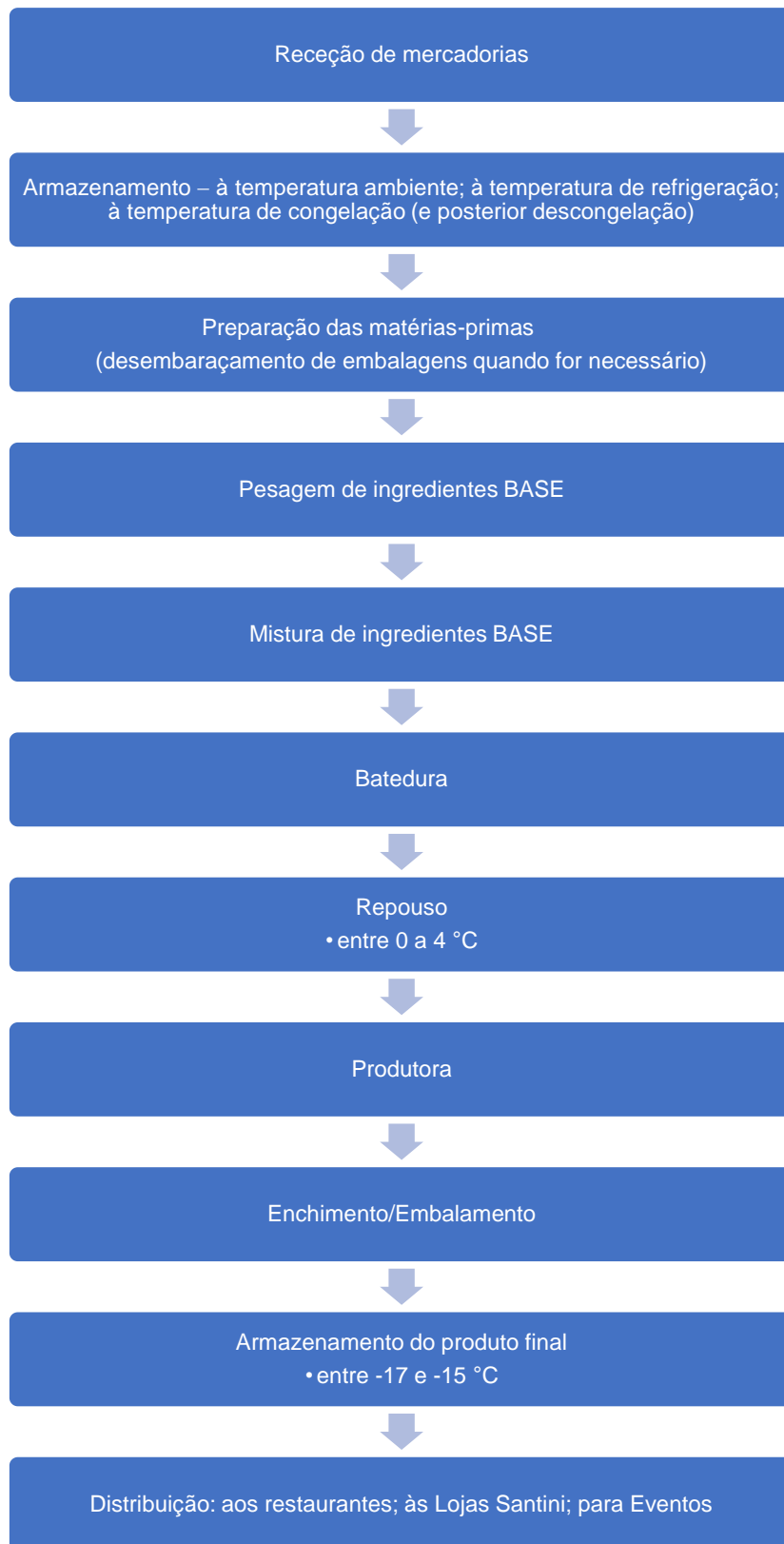


Figura 1.7 – Fluxograma de produção, adaptado, do gelado de base de nata da Santini. Fonte: Santini.

## 1.2 Objetivos e Plano de Trabalho

Este trabalho teve como finalidade determinar o teor de redução de açúcar máximo em gelados artesanais, em comparação com a receita tradicional, avaliando o seu impacto na estabilidade da estrutura do gelado e as possíveis alterações físicas e químicas no mesmo. Para além disso, pretendeu-se determinar o perfil térmico dos gelados, bem como avaliar as possíveis alterações organoléticas detetadas pelos provadores e a sua aceitabilidade e preferência.

Para este estudo produziram-se três gelados diferentes: gelado de base de nata (composto por leite, natas e açúcar) e os *sorbets* (constituídos por sumo de fruta e açúcar) de manga e de limão tradicionais, comparativamente a três gelados com teores de redução de açúcar distintos (10, 15 e 20%) dos mesmos sabores. As análises foram efetuadas ao fim de 0, 15 (apenas para o *sorbet* de limão), 30 e 60 dias (exceto para o *sorbet* de limão) de conservação após a produção dos gelados. A escolha dos tempos de análise foi determinada pelo facto da empresa seguir uma produção de curto prazo de forma a manter a qualidade dos seus produtos, não recorrendo à adição de aditivos alimentares. De seguida, na tabela 1.1, apresentam-se as designações para os diferentes gelados produzidos.

Tabela 1.1 - Designações para os três gelados e *sorbets* (nata, manga e limão) em estudo, divididos em normal e reduções de 10, 15 e 20% de açúcar.

Gelados/Sorbets		
Gelado de base de Nata	Sorbet de Manga	Sorbet de Limão
<b>NN</b> – Nata Normal	<b>MN</b> - Manga Normal	<b>LN</b> - Limão Normal
<b>N10%</b> - Nata com redução de 10% de açúcar	<b>M10%</b> - Manga com redução de 10% de açúcar	<b>L10%</b> - Limão com redução de 10% de açúcar
<b>N15%</b> - Nata com redução de 15% de açúcar	<b>M15%</b> - Manga com redução de 15% de açúcar	<b>L15%</b> - Limão com redução de 15% de açúcar
<b>N20%</b> - Nata com redução de 20% de açúcar	<b>M20%</b> - Manga com redução de 20% de açúcar	<b>L20%</b> - Limão com redução de 20% de açúcar

As análises compreenderam a determinação, para cada um dos gelados, da composição nutricional, dos sólidos solúveis totais (SST), da calorimetria diferencial de varrimento (DSC), do teste de derretimento e as análises sensoriais descritivas e hedónicas. Após a produção dos gelados, ou seja, no tempo zero dias (T0), todas as análises acima referidas foram realizadas. No entanto, após os 30 dias (T30) da produção (15 dias, no caso do *sorbet* de limão) apenas se realizaram as análises sensoriais descritivas e hedónicas e o teste do derretimento. Por fim, no tempo final de análise (60 dias (T60) para a nata e a manga e 30 (T30) dias para o limão) efetuaram-se, apenas, a calorimetria diferencial de varrimento (DSC), o teste do derretimento e as análises sensoriais descritivas e hedónicas.

Tabela 1.2 - Momentos das análises em T0 (0 dias após produção), em T15 ou T30 (15 ou 30 dias após produção) e em T30 ou T60 (30 ou 60 dias após produção). Para o *sorbet* de limão as análises foram executadas nos tempos T0, T15 e T30.

<b>Análises</b>	<b>T0</b>	<b>T15 (sorbet de limão) ou T30</b>	<b>T30 (sorbet de limão) ou T60</b>
<b>Composição Nutricional</b>	X		
<b>Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)</b>	X		
<b>Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC)</b>	X		X
<b>Teste de Derretimento</b>	X	X	X
<b>Análises Sensoriais Descritiva e Hedónica</b>	X	X	X

A escolha dos tempos de análise prendeu-se com o *shelf-life* em uso na Santini, para o gelado de base de nata (no máximo 180 dias), o *sorbet* de manga (no máximo 60 dias) e o *sorbet* de limão (máximo 30 dias). Assim, foi possível apurar quais os gelados com redução de açúcar que apresentavam características mais próximas, compatíveis com a produção; estabilidade e perfil térmico mais semelhante aos gelados Santini; para além de se verificar estarmos em presença de gelados com uma aceitabilidade favorável por parte dos provadores.





## 2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 O gelado

O gelado é definido, de acordo com a NP 3293 (2008), como um *género alimentício obtido por congelação, e mantido nesse estado até ao momento de ser ingerido pelo consumidor, em cuja composição podem entrar todos os ingredientes alimentares, bem como os aditivos previstos pela legislação em vigor*. A NP 3293 (2008) inclui ainda as definições dos diferentes tipos de gelados existentes. Desta forma, um gelado de nata define-se como um gelado *que contém pelo menos, 5% de gordura láctea com exclusão das gorduras e/ou proteínas que não sejam lácteas*, enquanto que um sorbet é um *gelado de frutas ao qual não é adicionada qualquer gordura e que contém, no mínimo 25% de frutos*. Os sorbets utilizados neste trabalho foram a manga e o limão, sendo que o primeiro é considerado um fruto exótico e o segundo é um citrino. Assim, estes dois sorbets podem entrar nas categorias descritas pela norma acima citada, nas quais o teor pode passar para 15% de frutos. O armazenamento e conservação em câmaras frigoríficas, bem como o transporte dos gelados deve apresentar uma temperatura *igual ou inferior a -18 °C e nunca superior a -15 °C* no interior dos gelados. Kurt & Atalar (2018) mencionam que o gelado consiste numa matriz congelada com bolhas de ar, cristais de gelo, glóbulos de gordura e aquilo que designam por “unfrozen serum phase”. Goff & Hartel (2013a) referem que um gelado consiste em água, ar, gordura láctea, matéria láctea sólida não-gorda, açúcares/edulcorantes, estabilizadores, emulsionantes e intensificadores de sabor.

Devido a uma elevada variedade de diferentes combinações de ingredientes, o gelado é considerado uma sobremesa saudável visto conter essencialmente leite e frutas, que são fontes de algumas vitaminas, minerais e proteínas (Kurt & Atalar, 2018). As combinações dos ingredientes e das proporções dos mesmos variam de empresa para empresa.

Numa perspetiva de desenvolvimento de novos produtos alimentares inovadores, têm surgido gelados com antioxidantes, ácido láctico bacteriano, fibras dietéticas, adoçantes alternativos e adoçantes com baixo índice glicémico e probióticos (Soukoulis, Lyroni & Tzia, 2010). Szmajda *et al.* (2018) referem a importância de criar gelados funcionais, nomeadamente fortificados em zinco. Para além disso, referem que já existem estudos em que se utilizaram substitutos do açúcar com outros compostos baixos em calorias, como por exemplo, fibra de casca de laranja ou a através da adição de mel. Outros ingredientes que têm sido utilizados na confeção dos gelados têm sido: a Spirulina (com elevado conteúdo em proteína, vitaminas e minerais); o leite de cabra (interessante do ponto de vista da sua composição em ácidos gordos e minerais); os carotenoides encapsulados (tendo por objetivo aumentar os antioxidantes) (Szmajda *et al.*, 2018).

## 2.2 O açúcar nos gelados

O açúcar, presente em muitos alimentos, não é só importante para a estrutura dos gelados, possuindo diversas funções. Goldfein & Slavin (2015) referem que estas funções do açúcar derivam de propriedades físicas e sensoriais do açúcar e de todas as suas interações e reações com os alimentos. Sendo assim, é fulcral compreender qual o papel do açúcar num alimento específico, neste caso no gelado, a fim de se poderem estabelecer limites de redução ou remoção do açúcar nesses mesmos alimentos. Algumas funções do açúcar são: o sabor doce, o aumento de sabor, a formação de cor e sabor, a textura e o volume, entre outros (Goldfein & Slavin, 2015). Como alternativa ao açúcar já são utilizados o eritritol, a trealose, o xilitol, a frutose e o mel (Di Monaco, Miele, Cabisidan & Cavella, 2018). Goff & Hartel (2013b), referem que a utilização de açúcares de bordo e mascavado apresentam uma utilização limitada devido aos seus aromas e custos.

Implementar medidas para promover a criação de bons hábitos alimentares que, conseqüentemente, levam a uma alimentação e estilo de vida mais saudáveis e à diminuição da incidência de algumas doenças (nomeadamente a diabetes) é muito importante. As medidas da Estratégia Integrada para a Promoção da Alimentação Saudável (EIPAS) em curso, são um passo neste caminho de mudança para melhorar a vida de tantos portugueses (Despacho n.º 11418/2017). Vargues *et al.* (2018) concluem que muitos dos cereais de pequeno-almoço assim como iogurtes (líquidos e sólidos), que são consumidos diariamente, possuem valores elevados de açúcar e ultrapassam os valores propostos pela EIPAS.

De acordo com Goldfein & Slavin (2015) a quantidade de açúcar presente num gelado afeta o tamanho dos cristais de gelo (quanto maior a quantidade de açúcar menor o tamanho dos cristais e a sua quantidade) e, conseqüentemente, o ponto de congelação (o aumento da quantidade de açúcar leva a uma diminuição do ponto de congelação). Ao diminuir-se a quantidade de cristais de gelo, estamos a promover a suavidade dos gelados. O açúcar também afeta a viscosidade, sendo que, quanto maior a sua quantidade, mais viscosa é a matriz (Huynh, Yiu & Nguyen, 2014). No geral, a diminuição da percentagem de açúcar leva a um aumento dos cristais de gelo, da dureza da textura e do ponto de congelação, e leva a uma diminuição do derretimento e da doçura do gelado (Di Monaco *et al.*, 2018).

Moriano & Alamprese (2017) verificaram que, ao substituírem parcialmente a sacarose por mel, trealose, eritritol, em gelados artesanais, as propriedades físicas dos gelados não seriam tão afetadas caso a substituição fosse completa. Outros substituintes naturais do açúcar podem ser a frutose, a lactose, a stevia e *monkfruit* (McCain, Kaliappen & Drake, 2018). Também Soukoulis & Tzia (2018) demonstraram que é possível utilizar como substituinte parcial da sacarose, em gelados de chocolate, as uvas, a uva seca e o melaço de cana de açúcar. Kurt & Atalar (2018)

utilizaram as sementes de marmelo para melhorar características sensoriais, texturais, reológicas e derretimento.

### **2.3 Estrutura e Componentes do gelado**

O gelado é constituído estruturalmente pelos cristais de gelos, as bolhas de ar, os glóbulos de gordura e por uma matriz aquosa (Kurt & Atalar, 2018). Cada um destes componentes apresenta funções que, no seu conjunto e, em equilíbrio, permitem criar uma estrutura estável do gelado. De seguida, descrevem-se, sucintamente, os quatro componentes.

#### **Matriz Aquosa**

Este componente é considerado como o elemento que aglomera todos os outros, ou seja, segura toda a estrutura. Esta matriz é uma solução constituída por açúcares, sais, proteínas e alguns estabilizantes que se encontram dissolvidos na água não congelada, formando, assim, os sólidos solúveis totais (Goff & Hartel, 2013c). À medida que a temperatura do gelado baixa, por exemplo durante a congelação dinâmica, a água transforma-se em gelo, levando ao aumento da concentração dos sólidos solúveis e a uma diminuição do ponto de congelação. Para além disso, esta diminuição da temperatura leva a um aumento da viscosidade da matriz. A determinada altura, o ponto de congelação atinge uma temperatura em que não é possível formar-se mais gelo, devido a limitações de mobilidade molecular. Este fenómeno ocorre quando apenas cerca de 18 a 20% da água inicial permanece no estado líquido (Goff & Hartel, 2013c). Esta temperatura designa-se por temperatura de transição vítrea à máxima concentração de congelação ( $T_g$ ). Geralmente, identificam-se duas temperaturas de transição vítrea, uma a cerca de  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  e outra a cerca de  $-32\text{ }^\circ\text{C}$ . Enquanto que a temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ), a cerca de  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ , é a temperatura em que o estado vítreo é realmente conseguido, a temperatura a  $-32\text{ }^\circ\text{C}$ , designada por temperatura de transição vítrea mecânica ( $T_m$ ), é a temperatura que permite que haja movimento das moléculas (aumento da mobilidade molecular). Huynh *et al.* (2014) referem que a transição vítrea é uma mudança de estado entre um sólido vítreo e um líquido viscoso. A  $T_m$  é uma temperatura muito importante para os produtores, visto ser considerada a temperatura crítica de armazenagem dos gelados. Assim, se a  $T_m$  for ultrapassada, irá ocorrer uma difusão de moléculas e irão aumentar os cristais de gelo no produto diminuindo a sua qualidade e *shelf-life*. Por outro lado, se o produto se mantiver a uma temperatura inferior à  $T_m$ , o gelado será considerado um produto com qualidade e estável (Roos, 2010).

## **Bolhas de Ar**

Mais de metade do volume dos gelados são constituídos por ar em forma de bolhas. O volume de ar nos gelados é medido através do *overrun*, ou seja, no dizer de Goff & Hartel (2013c), *the increase in volume from air incorporation as a % of mix volume*. As bolhas de ar apresentam um intervalo de valores de tamanho compreendido entre os 20 e os 25  $\mu\text{m}$ . Contudo, podem atingir até aos 100  $\mu\text{m}$ . De forma a garantir um gelado estável e de qualidade, é necessário controlar a incorporação de ar no mesmo (Xinyi, Pei & Schmidt, 2010). O ar apresenta algumas funções no gelado que passam por lhe proporcionar uma textura suave ao mesmo e provocando-lhe, igualmente, alterações ao nível do derretimento.

Durante a congelação dinâmica, há o desenvolvimento dos cristais de gelo e, conseqüentemente, um aumento da viscosidade. A viscosidade promove o aumento das forças de cisalhamento dentro do gelado, o que leva a uma diminuição do tamanho das bolhas de ar. A formação dos cristais não só conduz à diminuição do tamanho das bolhas, mas também à diminuição da temperatura e à duração da congelação dinâmica (Goff & Hartel, 2013c). A diminuição das bolhas de ar permite que estas se tornem mais estáveis (Chang & Hartel, 2002).

## **Cristais de Gelo**

De acordo com Goff & Hartel (2013c), o tamanho e o número de cristais de gelo influenciam a dureza e a taxa de derretimento. Assim, quanto maior a quantidade de cristais de gelo, maior a dureza e, desta forma, menor a taxa de derretimento do gelado. Elevadas concentrações de açúcar levam a uma diminuição do ponto de congelação e a uma diminuição do número de cristais de gelo formado. Os açúcares, aparentemente, reduzem a nucleação e ou o crescimento dos cristais.

A formação dos cristais de gelo ocorre durante a congelação dinâmica, em que os cristais de gelo aumentam com a diminuição da temperatura. O tamanho dos cristais costuma estar dentro do intervalo de valores entre os 35 e os 45  $\mu\text{m}$ , podendo chegar aos 100  $\mu\text{m}$ . Gelados de qualidade possuem cristais de gelo menores, promovendo uma maior suavidade da textura e aumentando o *shelf-life* do produto. As flutuações de temperatura, ao longo da distribuição e armazenagem, resultam num derretimento do gelado e numa recristalização do mesmo, não sendo estas qualidades apreciáveis no gelado. Reveste-se do maior interesse, por parte dos produtores, produzir gelados com cristais de menores dimensões, de forma a permitir uma textura mais suave do gelado (Goff & Hartel, 2013c).

Os cristais de gelo formam-se aquando do contacto da mistura base com a parede da produtora, baixando a sua temperatura rapidamente. Forma-se, então, uma camada de gelo que é raspada sistematicamente por uma lâmina misturando raspas de camada com a mistura que está a uma

temperatura mais elevada. Esta mistura leva a que as raspas de gelo derretam e a mistura diminua a sua temperatura progressivamente (Clarke, 2003). A nucleação ocorre quando o processo é repetido vezes suficientes até se formarem núcleos de gelo de pequenas dimensões na parede do tambor, sendo que estes núcleos com o decorrer da congelação dinâmica formam os cristais de gelo (Cook & Hartel, 2010). Desta forma, é necessário controlar a congelação dinâmica quanto à sua temperatura e ao tempo, de maneira que se propicie a formação do máximo de núcleos de gelo e a diminuição dos cristais (Goff & Hartel, 2013c).

### **Glóbulos de Gordura**

Há uma diversidade de funções associadas à gordura presente nos gelados, desde a estabilização das bolhas de ar, sabor e textura (mais cremosa) mais saborosos, controlo da taxa de derretimento, incorporação de sabores e aumento da viscosidade (Clarke, 2004). Todas estas funções permitem um aumento da qualidade do produto final (Goff & Hartel, 2013c). No entanto, não se deve adicionar gordura em demasia a fim de não incrementar o valor calórico do gelado, tendo em atenção que a gordura, por norma, tem origem no leite (mais concretamente nos ácidos gordos voláteis de cadeia curta). Apesar de tudo, nem sempre a desestabilização da gordura é o causador do rápido derretimento do produto.

Durante a congelação dinâmica dá-se um aumento das forças de cisalhamento, levando a um aumento dos cristais de gelo e da viscosidade. Relativamente à gordura, estas forças provocam a colisão dos glóbulos de gordura levando a que o fenómeno de desestabilização da gordura ocorra. Este fenómeno define-se como a coalescência parcial da gordura (Goff & Hartel, 2013c). O aumento das forças de cisalhamento, a viscosidade e os cristais de gelo, durante a congelação dinâmica, promovem a desestabilização da gordura formando-se aglomerados de glóbulos não totalmente coalescidos (Goff & Hartel, 2013c). Assim que se forma a rede de gordura esta mantém-se com elevada estabilidade durante a armazenagem do gelado.



### 3 METODOLOGIAS E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 3.1 Produção de gelados com diferentes teores de açúcar

Os gelados produzidos neste trabalho variaram, na sua confeção, única e exclusivamente na redução de açúcar em diferentes percentagens (10, 15 e 20%) em comparação com a receita convencional. O fluxograma de produção dos diferentes gelados, anteriormente referido na Introdução, ramificou-se em dois tipos: o gelado de base de nata e os *sorbets*.

No geral, produziu-se cerca de 10 litros de mistura base de cada gelado, com algumas particularidades: o gelado de base de nata é composto por leite, natas e açúcar, enquanto que os *sorbets* de manga e de limão são constituídos por sumo de fruta (manga ou limão) e açúcar. As quantidades exatas de cada ingrediente não foram incluídas na dissertação devido à confidencialidade da formulação da Santini S. A., sendo que apenas se referem as percentagens de redução de açúcar em relação à quantidade utilizada do mesmo ingrediente em formulações convencionais (gelado de nata normal e *sorbets* de manga e limão normais). Após a junção dos ingredientes para a obtenção da mistura base de cada gelado, esta foi direccionada para uma arca refrigerada, a cerca de 4 °C, até seguir para a congelação dinâmica. A congelação dinâmica decorreu durante cerca de 15 minutos (variando para cada um dos gelados) até os diferentes gelados atingirem as características de interesse da empresa. A congelação dinâmica realizou-se em produtoras de gelado diferentes para os gelados de nata e para os *sorbets*. No fim da congelação dinâmica os gelados foram transferidos para embalagens de plástico de 2 litros, cobertos com papel vegetal e selados com tampa de plástico. De seguida, as embalagens foram armazenadas em arcas de congelação a uma temperatura de cerca de -16 °C.

#### 3.2 Perfil Nutricional

É de extrema importância determinar a composição nutricional dos gelados porque, numa primeira instância, todas as alterações efetuadas na formulação dos gelados poderão causar um impacto na sua estrutura e propriedades físicas e químicas, devido ao facto de cada um dos componentes apresentar uma função concreta na estabilização da estrutura. Novamente, de acordo com Goff & Hartel (2013a), os gelados compreendem uma mistura de água, ar, gordura láctea, gorduras não-lácteas, matéria láctea sólida não-gorda (na sigla inglesa *milk solids-not-fat* - MSNF), edulcorantes, estabilizadores, emulsionantes e intensificadores de sabor. Os designados MSNF constituem a lactose, proteínas, minerais, vitaminas hidrossolúveis e enzimas, entre outros constituintes em menor quantidade (Goff & Hartel, 2013a). O teor de açúcares presentes nos gelados, neste estudo, é de enorme relevância, pois este ingrediente tem um

elevado peso na estabilização da estrutura do gelado. Os dados referentes à composição nutricional (incluindo teor de açúcares totais, proteínas, gordura total, ácidos gordos saturados e insaturados, fibra alimentar, cinza total, humidade e sódio) de cada gelado foram obtidos por uma empresa externa contratada pela Santini S.A., após a produção. A fibra alimentar foi determinada pelo método AOAC (ME - 320); para a proteína bruta utilizou-se o analisador LECO - ME - 515 rev. 05 de 02/03/2015; a cinza total determinou-se pelo método ME - 195; a gordura total seguiu o método Tecator (ME - 134) e os ácidos gordos saturados e os ácidos gordos insaturados totais basearam-se no Reg. 2568 (ME - 77), enquanto que os ácidos gordos polinsaturados e os hidratos de carbono foram obtidos por cálculo; o sódio (exp. em cloreto de sódio) determinou-se pelo método de absorção atómica (ME - 94); os açúcares totais mediram-se através do método Munson Walker (ME - 92); a humidade obteve-se através de gravimetria (ME - 194).

Para a determinação dos Sólidos Solúveis Totais (SST) recorreu-se aos refratómetros Atago® Pen Pro e Atago® Master, com medições em graus Brix (°Brix). De acordo com Sun-Waterhouse, Edmonds, Wadhwa & Wibisono (2013), este teste foi realizado em triplicado para cada gelado/sorbet, no tempo zero (T0) no qual cada um teve que atingir a temperatura de 20°C. Utilizou-se água destilada, para calibrar o aparelho Atago® Pen Pro, a 20°C.

### **3.3 Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC)**

Segundo Bahram-Parvar (2015), a técnica de calorimetria diferencial de varrimento (DSC) baseia-se em medir diferenças de fluxos de calor entre uma cápsula vazia (referência) e uma cápsula contendo a amostra em estudo. Esta técnica apresenta uma elevada precisão e diversas vantagens. Nomeadamente, através de um único termograma é possível reter diversas informações importantes (capacidade calorífica, entalpia, transições vítreas, cristalização e fusão). Mais ainda, é uma técnica simples e rápida de medição, conforme sublinha Bahram-Parvar (2015). Nos termogramas é possível observar transições exotérmicas, associadas à cristalização, e endotérmicas relativas à fusão (Clas, Dalton & Hancock, 1999). Além disso, medem-se as temperaturas de transição vítrea que consiste numa transformação de estado, reversível, de um material amorfo (Roos, 2010). De acordo com Roos (2010), o açúcar presente nos gelados controla, essencialmente, a transição vítrea dos gelados.

A DSC realizou-se segundo os métodos de Hwang, Shyu & Hsu. (2009) e de Soukulis, Lebesi & Tzia (2009) de igual modo para o gelado de base de nata e para os *sorbets* de manga e limão. Esta técnica efetuou-se no T0 e no T60 (T30 para o *sorbet* de limão) em triplicados, com exceção do limão em que apenas foi possível analisar no T30 devido a uma avaria prolongada do aparelho. Inicialmente, procedeu-se à pesagem das amostras para uma cápsula de alumínio, na



Sartorius CPA 225 D *semi micro balance* (Máx. 220 g,  $d=0.01\text{mg}$  (100g)  $0.1\text{mg}$  (220g)), com 4 casas decimais. De seguida, selaram-se as cápsulas com recurso a um *Tzero Press* e colocou-se uma amostra de cada vez no aparelho DSC Q2000 da *TA Instruments*, em simultâneo com uma cápsula referência vazia e selada (de peso conhecido de 51,640 mg). Acoplado ao aparelho, calibrado com índio com grau de pureza alto, encontrava-se um *Refrigerated Cooling System 90 TA* e uma bomba de azoto. O método utilizado compreendeu os seguintes passos, feitos em dois ciclos:

- arrefecimento até  $-90\text{ °C}$  a  $20\text{ °C/min}$ ;
- isotérmica a  $-90\text{ °C}$  durante 1 min;
- aquecimento até  $30\text{ °C}$  a  $10\text{ °C/min}$ ;
- isotérmica a  $30\text{ °C}$  durante 1 min.

A fim de se obterem os dados referentes às temperaturas (*Onset* e *Máximo*) e entalpias de cristalização e fusão, assim como os valores de temperatura (*Onset*, *Midpoint* e *Endset*) e capacidade calorífica (CP) das transições vítreas ( $t_g$  e  $t_g'$ ), recorreu-se ao *software TA Universal Analysis 2000*, versão 4.7 A.



Figura 3.1 - Aparelho de Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC) Q2000 da *TA Instruments*, utilizado para traçar o perfil térmico dos gelados de base de nata e dos *sorbets* de manga e limão.

### 3.4 Teste do Derretimento

De acordo com Bolliger, Goff & Tharp (2000), citados por Goff & Hartel (2013d), é possível determinar o teste do derretimento de um gelado através da quantificação, por pesagem, da massa que vai derretendo através de uma malha de metal em função do tempo, a uma temperatura constante, quando um gelado é deixado a derreter. A taxa de derretimento é muito importante para o consumidor. Quer seja um derretimento rápido ou lento em demasia, irá criar

alterações na estrutura do gelado. Caso haja um derretimento muito rápido pode, muito facilmente, ocorrer um choque de calor, devendo-se provavelmente a um ponto de congelação baixo. Por outro lado, se o derretimento for mais lento pode reduzir a ocorrência de libertação de sabores. Gelados que apresentam uma elevada quantidade de gordura ou ar, tendencialmente apresentam este tipo de comportamento (Goff & Hartel, 2013d). Segundo Muse & Hartel (2004), alguns dos fatores que afetam o derretimento são os cristais de gelo, o ar incorporado no gelado e a rede de glóbulos de gordura formados (elevados e maiores glóbulos tendem a diminuir o derretimento, de acordo com Warren & Hartel (2018)).

Ao longo do tempo, o ar mais quente que rodeia o gelado vai proporcionar o derretimento do mesmo, derretendo os cristais de gelo. No início, o derretimento do gelado começa no seu exterior, levando a um efeito de arrefecimento. Muse & Hartel (2004) referem que *the water from the melting ice must diffuse into the viscous unfrozen serum phase, and this diluted solution then flows downwards (due to gravity) through the structural elements (destabilized fat globules, air cells, and remaining ice crystals) to drip through the screen on which the ice cream rests.*

Baseado numa adaptação dos métodos de Sofjan & Hartel (2004), pesaram-se cerca de 130 gramas de cada gelado, em triplicado, na balança de precisão (*Electronic Balance Series 5153 - Nahita, máx: 300g / d=0,001g*). De seguida, a amostra foi colocada no topo de uma rede de metal que permitia que o gelado derretido caísse para um recipiente de peso conhecido, durante 90 minutos. Após a queda da primeira gota, de 10 em 10 minutos, durante 90 minutos, procedeu-se à pesagem do gelado derretido. Este teste foi realizado nos três tempos de análise T0, T30 (T15 para o limão) e T60 (T30 para o limão), em triplicado, a uma temperatura controlada de 20 °C. A fim de se obterem a percentagem de gelado derretido total (%) e a taxa de derretimento máxima (%/min), determinou-se a taxa de gelado derretido (%), calculando-se através da razão entre o peso de gelado derretido, ao fim de cada 10 minutos (mD10) e o peso total de gelado (mT), como se observa na seguinte equação:

$$\text{Taxa de gelado derretido (\%)} = \frac{mD10}{mT} \times 100$$

Desta forma, a percentagem de gelado derretido total obteve-se através do somatório das taxas de gelado derretido durante os 90 minutos, enquanto que a taxa de derretimento máxima se determinou através da conversão da taxa de gelado derretido, por 10 minutos, em taxa de gelado derretido por minuto. De seguida, representou-se graficamente a taxa de gelado derretido por minuto, em função do tempo, sendo que o pico máximo da curva identificava a taxa de derretimento máxima.



Figura 3.9 - Disposição dos elementos utilizados para o teste do derretimento. Da esquerda para a direita: gelado de base de nata, sorbet de manga e sorbet de limão.

### 3.5 Análise Sensorial

De acordo com a NP 4263 de 1994, citada por Oliveira (2012), análise sensorial define-se como um *exame de características organoléticas de um produto pelos órgãos dos sentidos*; definindo-se organolética como algo que *qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos*. Além disso, segundo Noronha (2003), análise sensorial ainda pode definir-se como *uma técnica cujo objectivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organolépticas dos alimentos, isto é, a sua influência sobre os receptores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais*. De forma a verificar quais as diferenças organoléticas entre os quatro gelados com distintos teores de açúcar e qual a sua aceitabilidade por parte dos provadores, recorreu-se à análise sensorial descritiva (que consiste em: *a definição, avaliação e compreensão das características sensoriais de um produto, e requer frequentemente níveis elevados de precisão sensorial e treino da parte dos provadores* (Oliveira, 2012)) e à análise sensorial hedónica (em que, segundo o autor Noronha (2003), *o provador indica a sua reacção subjectiva sobre o produto, indicando se gosta ou não gosta do produto, se o aceita ou não, ou se o prefere a um outro produto*).

Ambas as análises sensoriais descritiva e hedónica ocorreram em três tempos de análise (T0, T30 e T60, exceto para o limão com análises no T0, T15 e T30), após a produção dos gelados.

As amostras referentes aos quatro gelados de nata, manga e limão foram codificadas com números de três dígitos aleatórios. As duas fichas de prova encontram-se em anexo.

### **3.6 Análise Sensorial Descritiva**

Este tipo de análise é bastante importante no desenvolvimento de novos produtos alimentares sendo, segundo Oliveira (2012), *desejável desenvolver um produto que atinja uma determinada qualidade, reformular um produto já existente usando diferentes ingredientes ou processos*. A análise sensorial descritiva foi levada a cabo por um painel de especialistas composto por cinco provadores, que avaliaram os atributos: Aparência, Sabor e Textura; numa escala de 0 (Ausente) a 5 (Muito Intenso). Os provadores, de ambos os sexos, apresentavam idades compreendidas entre os 25 e os 68 anos e avaliaram quatro gelados ao mesmo tempo, sem uma ordem predefinida, sendo um deles o gelado normal (receita tradicional da Santini S. A.). A todos os provadores era fornecido um copo de água e guardanapos para limpar o paladar entre cada prova das diferentes amostras. As instalações onde decorreram as provas (durante a parte da manhã, antes da hora de almoço) estavam livres de odores e ruídos e bem ventiladas, com paredes brancas e com uma iluminação uniforme.

### **3.7 Análise Sensorial Hedónica**

Nas análises sensoriais de carácter hedónico pretende-se que os provadores avaliem as amostras de acordo com as suas preferências e aceitação, sendo igualmente importante no desenvolvimento de novos produtos.

A análise sensorial realizou-se recorrendo a um painel de apreciadores composto por 80 provadores, que avaliaram os atributos: Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção de Compra; numa escala de 1 (Desgosto Extremamente) a 9 (Gosto Extremamente). Os provadores, de ambos os sexos, apresentavam idades compreendidas entre os 13 e os 63 e avaliaram quatro gelados ao mesmo tempo, de forma aleatória, sendo um deles o gelado normal (receita tradicional da Santini S.A.).

### **3.8 Análise Estatística**

A análise estatística dos dados realizou-se através da utilização do *software R (R version 3.5.1 – 2018/07/02 – Feather Spray)* em todas as técnicas. No caso mais particular da análise sensorial, recorreu-se à *Multiple Correspondence Analysis* através do *software R*.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise estatística dos dados teve por suporte a utilização do *software* R e dividiu-se em análises univariada e bivariada, (Almeida, 2018). Na análise univariada teve-se em atenção a observação dos *boxplots* e a determinação de medidas de posição (média, mediana, mínimo, máximo, quartis), de dispersão (variância, desvio padrão e amplitude entre quartis) e de assimetria (coeficiente de *Skewness*); enquanto que na análise bivariada se destacou a relação entre pares de variáveis, através da interpretação dos *scatterplots* e da determinação das suas correlações (covariância, coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman).

Relativamente à análise univariada determinou-se a existência ou não de *outliers* (valores anómalos), a distribuição dos dados (simétrica, assimétrica positiva ou assimétrica negativa) e a sua variabilidade/dispersão, através da observação da tabela de dados estatísticos básicos e dos *boxplots*. A classificação da distribuição dos dados baseia-se nos valores da média, mediana e c. *Skewness* e divide-se em simétrica (média e mediana iguais; c. *Skewness* igual a zero, ou seja, nulo), assimétrica positiva (média superior à mediana; c. *Skewness* superior a zero) e assimétrica negativa (média inferior à mediana; c. *Skewness* inferior a zero). A variabilidade dos dados relaciona-se com os valores do desvio padrão e da amplitude entre quartis (IQR). Quanto mais elevados forem os valores, maior a variabilidade dos dados. Os valores mínimos e máximos indicam os valores extremos dos dados, enquanto que os quartis (Q), mais concretamente, os quartis  $Q_{25}$  (valor que está na posição 25% - 1/4) e  $Q_{75}$  (valor que está na posição 75% - 3/4), indicam posições entre os valores extremos. Os *boxplots* representam a mediana, os valores extremos (mínimo e máximo) e os quartis  $Q_{25}$  e  $Q_{75}$ , sendo que os pontos mais afastados dos extremos e média, isolados, são considerados *outliers* em comparação com os dados.

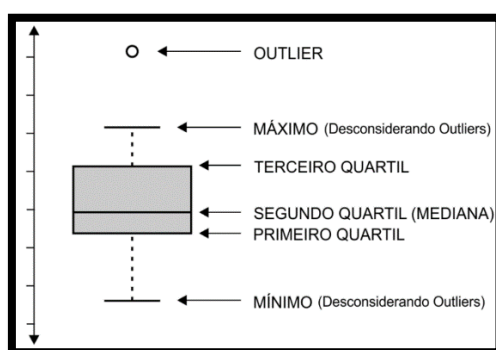


Figura 4.1 - Exemplo de *Boxplot* com a indicação de *outlier*, máximo e mínimo e quartis (1º quartil -  $Q_{25}$ , 2º quartil -  $Q_{50}$  ou mediana e 3º quartil -  $Q_{75}$ ). (Fonte: <http://www.abgconsultoria.com.br/blog/boxplot-como-interpretar/>).

Quanto à análise bivariada, a observação dos *scatterplots*, em conjunto com os valores da covariância e dos coeficientes de correlação (Pearson e de Spearman), permite inferir a correlação entre duas variáveis (neste caso, as variáveis são os gelados normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). A covariância permite quantificar se a correlação é nula (não há qualquer tendência de alinhamento dos pontos), positiva (tendência de alinhamento de crescimento dos pontos para ambas as variáveis) ou negativa (tendência de alinhamento de crescimento para uma variável e tendência de decréscimo para a outra). Como a covariância não nos permite obter um valor numérico concreto para a correlação, somente o seu sinal, é necessário recorrer aos coeficientes de Pearson e de Spearman (variam entre -1 e 1) de forma a obtermos uma escala de valores limitada. No caso de o valor do coeficiente ser próximo de -1 significa que há uma correlação negativa (apesar de se correlacionarem tal como um valor próximo de 1) em que quando uma variável aumenta a outra diminui; por outro lado, se o valor for próximo de 1, então há uma correlação positiva e quando uma variável aumenta o mesmo acontece com a outra; por fim, se o valor do coeficiente for 0, significa que estamos perante uma correlação nula, ou seja, não há qualquer relação entre as variáveis. Neste trabalho representou-se a matriz de coeficientes de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal). De uma forma informal, neste trabalho, vai considerar-se um valor de coeficiente, em módulo: igual ou superior a 0,70 como uma forte correlação; igual ou inferior a 0,30 como uma fraca correlação; valor próximo de zero como uma correlação nula.

É de referir que somente o teor de sólidos solúveis totais (SST), a Calorimetria Diferencial de Varrimento (DSC) e o Teste do Derretimento foram alvo das análises univariada e bivariada do *software R*.

#### **4.1 Produção dos gelados de base de nata e *sorbets* de manga e de limão**

O fluxograma de produção dos gelados de nata e dos *sorbets* de manga e limão utilizado encontra-se referenciado na introdução, providenciado pela Santini S.A. Alguns dos gelados foram alvo de alterações ao nível da duração e das temperaturas de produção, nomeadamente na execução da congelação dinâmica, de forma a criar gelados com as características dos gelados Santini. Os valores concretos das temperaturas e durações da produção dos gelados em que houve necessidade de ajustes, pelos operadores, são confidenciais. Os *sorbets* de limão 15% e 20% apresentaram enormes problemas na sua produção, não sendo compatíveis com a produção Santini S. A. Apesar de tudo, estes dois *sorbets* foram alvo dos mesmo testes que todos os outros gelados e *sorbets*.

## 4.2 Composição Nutricional

A composição nutricional foi determinada por uma empresa externa contratada pela Santini S. A. e apenas se realizou no dia zero (T0), após a produção do gelado de nata e dos *sorbets* de manga e limão. Os resultados dos três diferentes tipos de gelados e *sorbets*, referentes a valores médios, apresentam-se na tabela 4.1. A composição nutricional, quer para o gelado de base de nata, quer para os *sorbets* de manga e limão, inclui: fibra alimentar (%); proteína bruta (%); cinza total (%); gordura total (%); ácidos gordos saturados, insaturados totais e polinsaturados (%); sódio (%); açúcares totais (%); hidratos de carbono (%); humidade (%) e os valores energéticos (/100g) em Kcal e em kJ.

Tabela 4.1 - Composição do gelado de base de nata e dos *sorbets* de manga e de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), em valores médios. A composição nutricional foi fornecida pela Santini S.A. e determinada por uma empresa externa. A composição divide-se em valor energético em (/100g) em Kcal e em kJ; Fibra alimentar (%); Proteína bruta (%); Cinza total (%); Gordura total (%); Ácidos Gordos saturados, insaturados totais e polinsaturados (%); Sódio (%); Açúcares totais (%); Hidratos de Carbono (%); Humidade (%). Limite de quantificação (LQ).

Composição Nutricional													
Gelado Sorbet	Valor energético (/100g) em Kcal	Valor energético (/100g) em kJ	Fibra alimentar (%)	Proteína bruta (%)	Cinza total (%)	Gordura total (%)	Ácidos Gordos saturados (%)	Ácidos Gordos insaturados totais (%)	Ácidos Gordos polinsaturados (%)	Sódio (%)	Açúcares totais (%)	Hidratos de Carbono (%)	Humidade (%)
<b>NN</b>	276	1157	< 0,1 (LQ)	2,0	0,3	18,4	12,4	6,0	0,5	0,05	25,0	25,7	54,6
<b>N10%</b>	263	1100	< 0,1 (LQ)	1,7	0,3	17,6	11,9	5,7	0,5	0,08	22,8	24,4	56,0
<b>N15%</b>	257	1075	< 0,1 (LQ)	2,2	0,4	19,4	11,6	5,7	0,5	0,05	21,0	23,1	58,2
<b>N20%</b>	251	1050	< 0,1 (LQ)	1,9	0,4	17,0	11,4	5,7	0,4	0,05	20,1	22,6	57,8
<b>MN</b>	137	573	< 0,1 (LQ)	0,6	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,03	30,2	32,5	66,7
<b>M10%</b>	124	520	< 0,1 (LQ)	0,5	0,3	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	28,8	30,6	68,6
<b>M15%</b>	121	507	< 0,1 (LQ)	0,5	0,3	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	28,5	29,8	69,4
<b>M20%</b>	118	492	< 0,1 (LQ)	0,6	0,3	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	27,6	28,8	70,3
<b>LN</b>	114	475	< 0,5 (LQ)	< 0,2 (LQ)	< 0,1 (LQ)	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	27,6	28,4	71,5
<b>L10%</b>	110	460	< 0,5 (LQ)	< 0,2 (LQ)	< 0,1 (LQ)	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	25,1	27,4	72,4
<b>L15%</b>	104	435	< 0,5 (LQ)	< 0,2 (LQ)	< 0,1 (LQ)	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	23,5	25,9	74,0
<b>L20%</b>	103	431	< 0,5 (LQ)	< 0,2 (LQ)	< 0,1 (LQ)	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,03 (LQ)	22,9	25,8	74,1

Em relação ao teor em fibra alimentar, observaram-se valores semelhantes para os quatro gelados de nata, assim como para os *sorbets* de manga e de limão. Da mesma forma, para o teor de cinza total, verificou-se que os resultados dentro do mesmo tipo de gelados eram muito próximos, sendo que se verificou uma pequena subida conforme se diminuía o teor em açúcar adicionado, para os gelados de nata e para os *sorbets* de manga. O teor em sódio, para os gelados de nata, apresentava um valor mais elevado para a nata 10%, enquanto que os outros três registaram um valor semelhante; no *sorbet* de manga o valor referente à manga normal era

mais elevado do que nos outros três *sorbets*, registando estes todos valores a rondar o limite de quantificação ( $< 0,03$ ); para os *sorbets* de limão não se verificaram diferenças. Para os valores energéticos (em Kcal e em kJ) verificou-se um aumento conforme o aumento de açúcar adicionado aos 3 tipos diferentes de gelados.

Os teores em proteína bruta para os gelados de nata apresentavam valores muito próximos uns dos outros; enquanto que para o *sorbet* de manga apenas a manga normal e a manga 20% apresentam um valor mais elevado, mas continuam a ser valores muito próximos entre os 4 gelados; por fim, os quatro *sorbets* de limão apresentam valores com  $< 0,2$  (LQ).

O teor em humidade para os gelados e *sorbets* referentes às receitas tradicionais (normal) apresentam valores mais baixos em relação aos outros gelados em que se adicionou menor teor de açúcar. Para os *sorbets*, verifica-se um aumento do teor em humidade com a diminuição da adição de açúcar, enquanto que o gelado de nata 15% apresenta um valor superior aos outros 3 gelados.

O teor em gordura total apresenta uma diminuição à medida que o teor em açúcar diminui, tanto nos gelados de nata como nos *sorbets* (no limão os valores mantêm-se), com a pequena exceção da nata 15% que apresenta um valor mais elevado do que todos os 4 gelados de nata. Relativamente aos teores dos ácidos gordos saturados, insaturados totais e polinsaturados, há uma diminuição conforme se diminui o teor em açúcar, no geral, mas para o *sorbet* de limão não se apresentam alterações.

Os teores em hidratos de carbono e em açúcares totais apresentam um aumento dos valores à medida que se aumenta o teor de açúcar nos gelados de nata e nos *sorbets* de manga e limão.

#### **4.3 Teor de Sólidos Solúveis Totais - SST**

Determinou-se o teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus Brix ( $^{\circ}$ Brix), para os gelados de nata, assim como para os *sorbets* de manga e de limão, apenas no T0. Na tabela 4.2 podem observar-se os estatísticos básicos para os três tipos de gelados e *sorbets*.



Tabela 4.2 – Tabela de estatísticos básicos da composição em sólidos solúveis totais (° Brix) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) e sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) e limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 0 após a produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

SST - Teor de Sólidos Solúveis Totais										
Gelado Sorbet	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
NN	40,50	39,20	40,10	41,00	41,15	41,30	1,29	1,14	1,05	-0,355
N10%	38,30	38,10	38,20	38,30	38,40	38,50	0,04	0,20	0,20	0,000
N15%	31,47	31,20	31,35	31,50	31,60	31,70	0,06	0,25	0,25	-0,130
N20%	35,53	33,40	34,55	35,70	36,60	37,50	4,22	2,06	2,05	-0,081
MN	32,37	32,20	32,30	32,40	32,45	32,50	0,02	0,15	0,15	-0,208
M10%	30,40	30,30	30,35	30,40	30,45	30,50	0,01	0,10	0,10	0,000
M15%	30,73	30,60	30,65	30,70	30,80	30,90	0,02	0,15	0,15	0,208
M20%	29,10	29,00	29,05	29,10	29,15	29,20	0,01	0,10	0,10	0,000
LN	26,67	26,00	26,50	27,00	27,00	27,00	0,33	0,58	0,50	-0,385
L10%	25,67	25,00	25,50	26,00	26,00	26,00	0,33	0,58	0,50	-0,385
L15%	22,00	21,00	21,50	22,00	22,50	23,00	1,00	1,00	1,00	0,000
L20%	14,33	14,00	14,00	14,00	14,50	15,00	0,33	0,58	0,50	0,385

Ao analisar a tabela acima verifica-se, de uma forma geral, uma diminuição dos valores do SST à medida que se diminui a quantidade de açúcar. Goldfein & Slavin (2015) referem que o açúcar apresenta uma determinada capacidade para atrair a água, o que leva a que haja uma menor disponibilidade da água para a cristalização. Desta forma, ao diminuir-se a quantidade de açúcar contribui-se para que uma maior quantidade de água esteja disponível para que ocorra, provavelmente, uma diluição de sólidos solúveis, baixando os valores dos SST.

## Nata

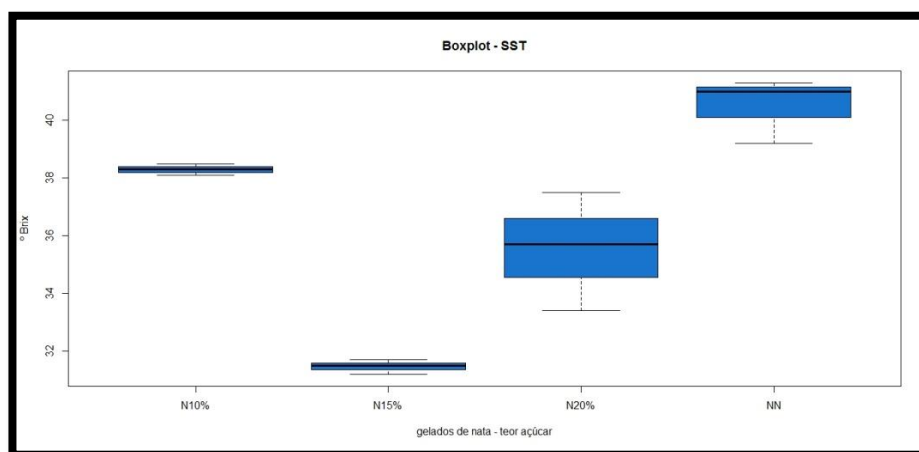


Figura 4.2 - *Boxplots* referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os gelados de nata normal, 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa, enquanto que o gelado de nata 10% apresenta uma distribuição simétrica. Em relação à variabilidade, o gelado com maior variabilidade é o gelado de nata 20% seguido do gelado normal, 15% e por último, com menor dispersão de resultados, temos o gelado de nata 10%.

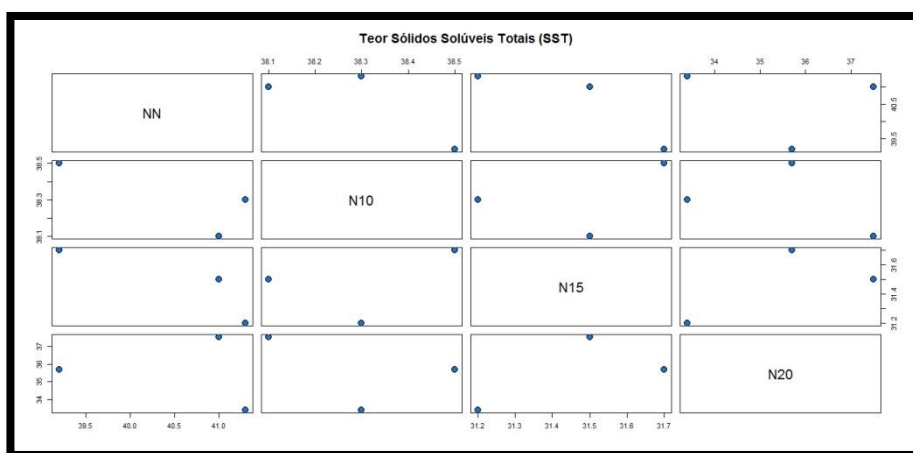


Figura 4.3 - Scatterplot referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do software R).

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.500	-1.000	-0.5
N10	-0.792	1.000	0.500	-0.5
N15	-0.875	0.397	1.000	0.5
N20	-0.201	-0.438	0.651	1.0

Figura 4.4 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do software R).

Em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma forte e negativa correlação com as natas 10% e 15%, contudo, apresenta uma fraca e negativa correlação com a nata 20%. A correlação entre o gelado de nata normal e os gelados 10% e 20% apresenta-se como média e negativa, enquanto que o gelado normal apresenta uma forte e negativa correlação com o gelado de nata 15%, relativamente ao coeficiente de Spearman.

## Manga

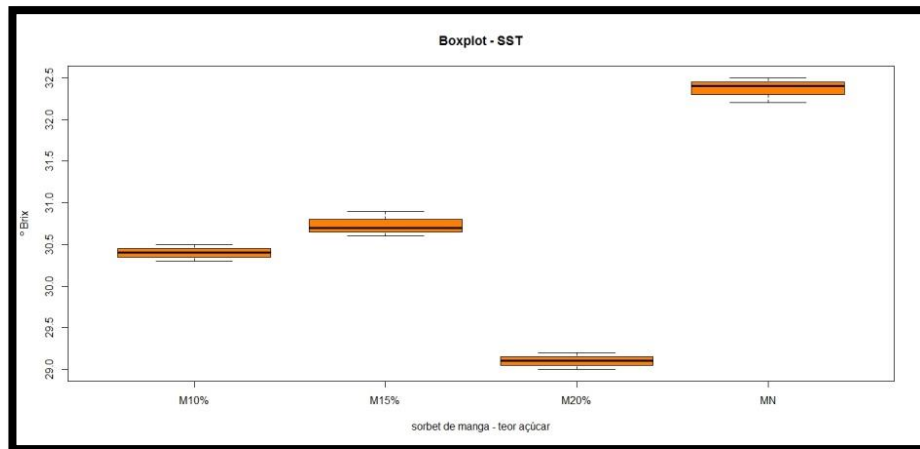


Figura 4.5 - *Boxplots* referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

O *sorbet* de manga normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa e o *sorbet* de manga 15% uma distribuição assimétrica positiva. Por outro lado, os *sorbets* de 10% e 20% apresentam uma distribuição simétrica. Em relação à variabilidade, os *sorbets* com maior variabilidade são os *sorbets* de manga de 15% e o normal, sendo que os *sorbets* de 10% e de 20% apresentam menor variabilidade de resultados.

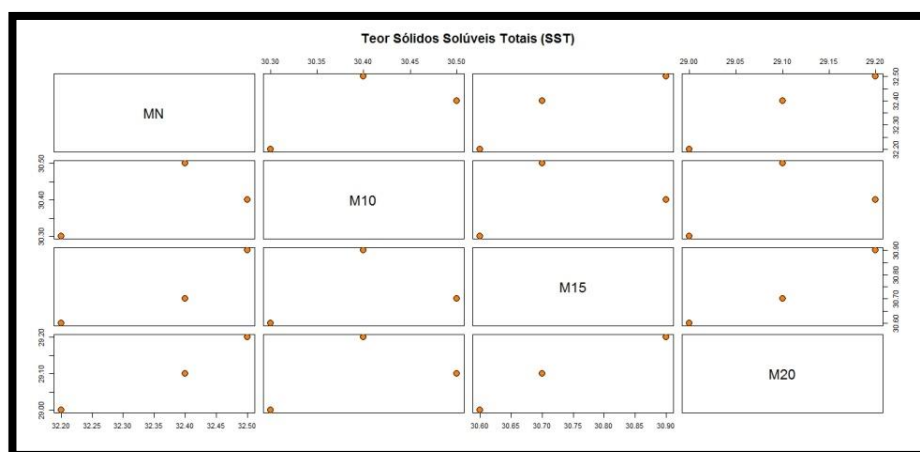


Figura 4.6 - *Scatterplot* referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos *sorbets* de manga MN, M10%, M15% e M20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.500	1.000	1.0
M10	0.655	1.000	0.500	0.5
M15	0.929	0.327	1.000	1.0
M20	0.982	0.500	0.982	1.0

Figura 4.7 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

O *sorbet* de manga normal apresenta uma média e positiva correlação com o limão 10%; mas, relativamente aos *sorbets* 15% e 20%, observa-se uma forte e positiva correlação com a manga 15% e a manga 20%, em relação ao coeficiente de Pearson. No que toca ao coeficiente de Spearman, existe uma total correlação entre o gelado normal e os gelados 15% e 20%, sendo que o gelado de nata normal apresenta uma correlação média positiva com o gelado 10%.

## Limão

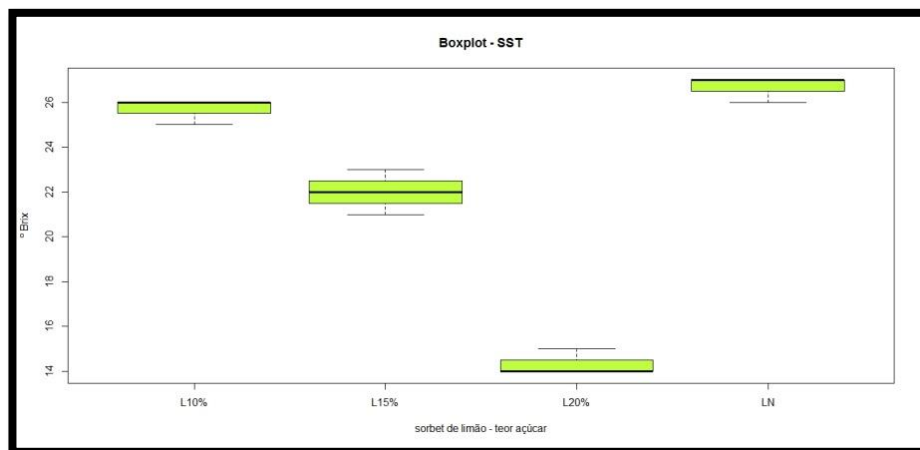


Figura 4.8 - *Boxplots* referentes ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *sorbets* de limão normal e de 10% apresentam uma distribuição assimétrica negativa; o *sorbet* de limão 15%, uma distribuição simétrica; e o *sorbet* 20% uma distribuição assimétrica positiva. Em relação à variabilidade, o *sorbet* com maior variabilidade é o *sorbet* de limão de 15%, enquanto os outros três *sorbets* de limão apresentam menor variabilidade de resultados e muito próximos.

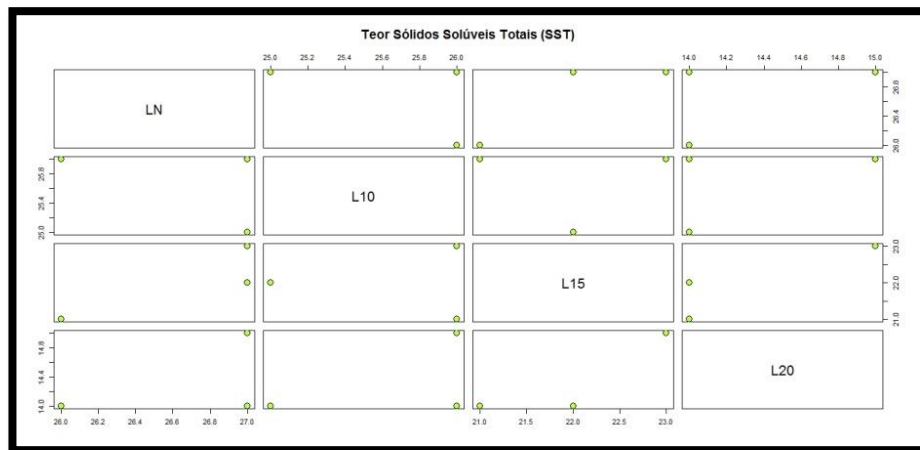


Figura 4.9 - Scatterplot referente ao Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%), no tempo 0 após produção (T0). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.5	0.866	0.500
L10	-0.500	1.0	0.000	0.500
L15	0.866	0.0	1.000	0.866
L20	0.500	0.5	0.866	1.000

Figura 4.10 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para o Teor de Sólidos Solúveis Totais. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Para o coeficiente de Pearson, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e negativa correlação com o limão 10% e uma correlação média positiva com o limão 20%; no entanto, apresenta uma correlação forte e positiva com o limão 15%. Por outro lado, para o coeficiente de Spearman, existe uma média e negativa correlação entre os gelados normal e 10%; uma correlação forte e positiva para os gelados normal e 15%; e uma média e positiva correlação entre os gelados de nata normal e 20%.

#### 4.4 Calorimetria Diferencial de Varrimento - DSC

##### Nata

A análise do gelado de nata realizou-se nos tempos T0 e T60 após a produção do mesmo. Seguem-se as tabelas com os estatísticos básicos referentes à cristalização.

Tabela 4.3 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Onset (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Cristalização - Onset (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
NN T0	-12,91	-13,84	-13,29	-12,73	-12,45	-12,16	0,73	0,85	0,84	-0,201
N10% T0	-21,96	-23,45	-23,33	-23,21	-21,22	-19,23	5,62	2,37	2,11	0,380
N15% T0	-20,00	-22,46	-21,24	-20,02	-18,77	-17,51	6,13	2,48	2,48	0,009
N20% T0	-20,09	-24,54	-22,13	-19,72	-17,87	-16,01	18,29	4,28	4,27	-0,086
NN T60	-11,47	-12,20	-11,92	-11,64	-11,11	-10,57	0,69	0,83	0,82	0,197
N10% T60	-20,62	-24,04	-21,75	-19,45	-18,91	-18,37	9,06	3,01	2,84	-0,330
N15% T60	-22,10	-23,33	-23,08	-22,83	-21,49	-20,14	2,94	1,72	1,60	0,348
N20% T60	-20,65	-23,54	-22,47	-21,39	-19,20	-17,01	11,07	3,33	3,27	0,212

Os gelados de nata T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica; o gelado normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa; enquanto que o gelado de nata 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, refiram-se: o gelado 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica positiva temos os gelados normal, 15% e 20%, em contraste com o gelado de nata 10% que apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, refiram-se: o gelado normal, 15%, 10% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 20%.

Tabela 4.4 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Cristalização - Máximo (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
NN T0	-10,01	-11,85	-10,79	-9,73	-9,10	-8,46	2,93	1,71	1,70	-0,161
N10% T0	-15,75	-18,37	-17,39	-16,40	-14,44	-12,48	8,99	3,00	2,95	0,207
N15% T0	-14,12	-17,79	-15,93	-14,07	-12,29	-10,51	13,25	3,64	3,64	-0,015
N20% T0	-14,91	-19,96	-16,87	-13,78	-12,39	-11,00	21,03	4,59	4,48	-0,232
NN T60	-8,38	-8,88	-8,88	-8,88	-8,13	-7,38	0,75	0,87	0,75	0,385
N10% T60	-12,25	-14,59	-12,90	-11,21	-11,08	-10,95	4,12	2,03	1,82	-0,378
N15% T60	-12,96	-14,52	-14,46	-14,40	-12,19	-9,97	6,72	2,59	2,28	0,384
N20% T60	-14,59	-19,38	-16,34	-13,30	-12,19	-11,08	18,46	4,30	4,15	-0,273

O gelado de nata T0 15% possui uma distribuição simétrica; os gelados normal e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa; e o gelado de nata 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, destacam-se: o gelado 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica negativa, temos os gelados normal, 10% e 20%; por outro lado, os gelados de nata normal e 15% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, destacam-se: o gelado de normal, 10%, 15% e por último, com maior variabilidade, o gelado 20%.

Tabela 4.5 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

<b>Cristalização - Entalpia (J/g)</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>NN T0</b>	121,73	110,90	116,40	121,90	127,15	132,40	115,58	10,75	10,75	-0,015
<b>N10% T0</b>	118,46	97,17	111,79	126,40	129,10	131,80	347,13	18,63	17,32	-0,349
<b>N15% T0</b>	112,05	82,66	99,83	117,00	126,75	136,50	743,04	27,26	26,92	-0,175
<b>N20% T0</b>	104,79	63,37	93,64	123,90	125,50	127,10	1289,27	35,91	31,87	-0,381
<b>NN T60</b>	141,33	130,00	130,80	131,60	147,00	162,40	333,49	18,26	16,20	0,382
<b>N10% T60</b>	123,43	122,90	123,10	123,30	123,70	124,10	0,37	0,61	0,60	0,208
<b>N15% T60</b>	129,87	127,90	128,10	128,30	130,85	133,40	9,40	3,07	2,75	0,378
<b>N20% T60</b>	124,60	111,70	118,15	124,60	131,05	137,50	166,41	12,90	12,90	0,000

O gelado de nata T0 normal possui uma distribuição simétrica, enquanto que os gelados 10%, 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos: o gelado de 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, todos os gelados, com exceção da nata 20% que apresenta uma distribuição simétrica, apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: o gelado de 10%, 15%, 20% e, por último, com maior variabilidade, o gelado de nata normal.

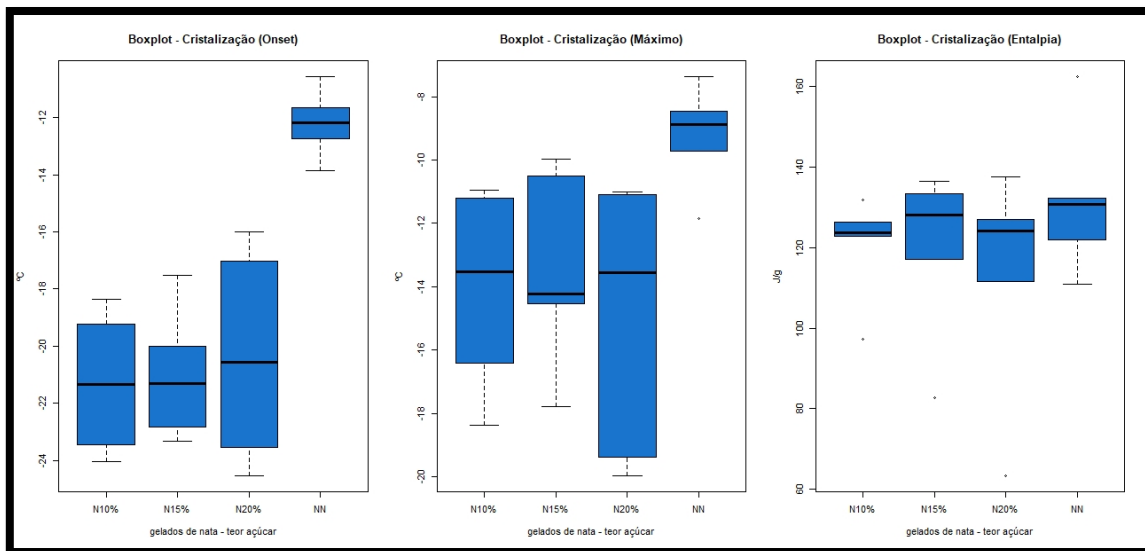


Figura 4.11 - *Boxplots* referentes à Cristalização (*Onset*, *Máximo*, *Entalpia*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *boxplots* da figura 4.11 englobam os resultados dos quatro gelados de base de nata gerais, com os dois tempos de análise T0 e T60 juntos. Verifica-se que, ao comparar os dados dos gelados separados por tempos na tabela e os dados presentes nos *boxplots*, existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. Pode ainda observar-se a ocorrência de *outliers* no gelado normal da Cristalização (*Máximo*) bem como nos quatro gelados referentes à Cristalização (*Entalpia*).

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.086	-0.200	-0.257
N10	-0.034	1.000	0.429	-0.429
N15	-0.158	0.416	1.000	-0.143
N20	-0.147	-0.416	-0.204	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.116	0.203	-0.319
N10	0.435	1.000	0.600	-0.257
N15	0.390	0.765	1.000	-0.314
N20	-0.288	-0.220	-0.064	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.886	-0.257	0.371
N10	-0.231	1.000	0.429	-0.086
N15	0.034	0.931	1.000	-0.486
N20	0.554	-0.390	-0.357	1.000

Figura 4.12 – Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização (*Onset*), Cristalização (*Máximo*) e Cristalização (*Entalpia*), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na Cristalização (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com os gelados de nata 15% e 20%, contudo, apresenta uma correlação nula com a nata 10%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com os gelados de nata 15% e 20%, tal como anteriormente, apresentando uma correlação nula com a nata 10%.

Na Cristalização (*Máximo*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com os gelados de nata 10% e 15%. No entanto,



apresenta uma correlação fraca e negativa com a nata 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e positiva correlação com os gelados de nata 10% e 15%, enquanto que apresenta uma correlação média e negativa com a nata 20%.

Na Cristalização (Entalpia), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com o gelado de nata 10%; uma correlação nula com o gelado 15%; e uma média e positiva correlação com o gelado de nata 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma forte e negativa correlação com o gelado 10%; uma fraca e negativa correlação com o gelado de nata 15%; e uma correlação média e positiva com o gelado 20%.

Existe uma interação entre o açúcar e a água livre. Desta forma, a diferença de temperatura de cristalização (*Onset*) do gelado normal para os 10%, 15% e 20%, pode indicar a necessidade de diminuir a temperatura da congelação dinâmica para os três gelados com redução de açúcar.

Na figura 4.13 observa-se o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro gelados de nata, para a Cristalização. Verificam-se algumas diferenças entre os picos máximos dos quatro gelados.

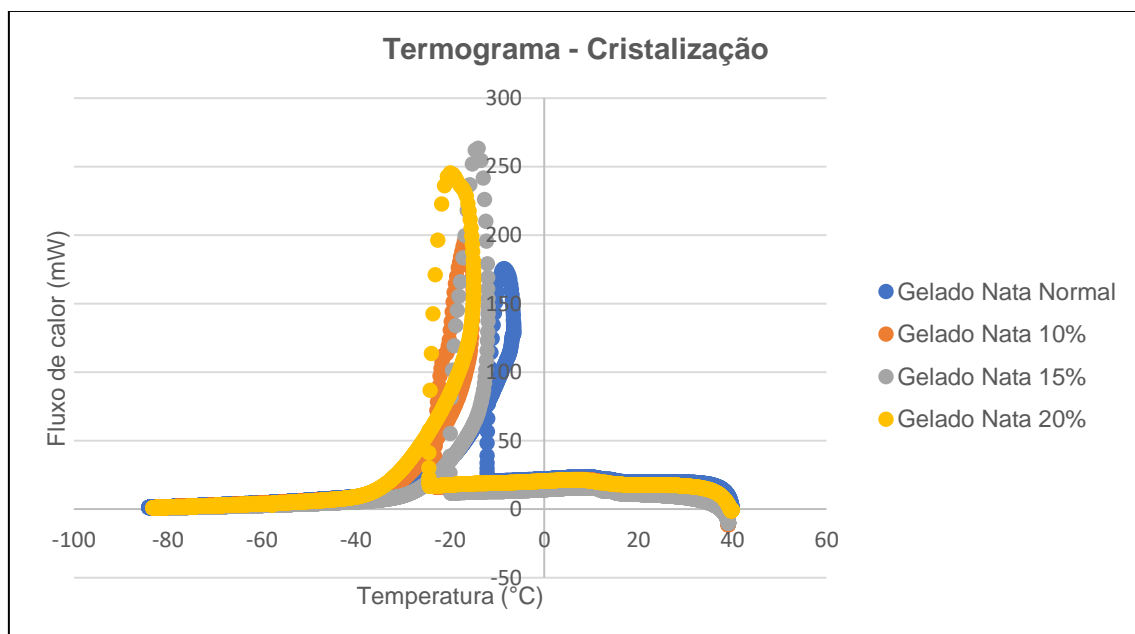


Figura 4.13 - Termograma do perfil de cristalização dos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.6 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Onset (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
NN T0	-8,52	-8,78	-8,65	-8,51	-8,39	-8,26	0,07	0,26	0,26	-0,026
N10% T0	-6,85	-8,06	-7,33	-6,60	-6,25	-5,89	1,22	1,11	1,09	-0,214
N15% T0	-6,39	-7,43	-6,83	-6,22	-5,87	-5,51	0,94	0,97	0,96	-0,167
N20% T0	-7,52	-7,86	-7,73	-7,59	-7,36	-7,12	0,14	0,37	0,37	0,172
NN T60	-7,95	-8,64	-8,24	-7,83	-7,61	-7,39	0,40	0,63	0,63	-0,187
N10% T60	-8,56	-8,98	-8,93	-8,88	-8,35	-7,81	0,42	0,65	0,59	0,375
N15% T60	-7,37	-7,69	-7,55	-7,41	-7,21	-7,01	0,12	0,34	0,34	0,115
N20% T60	-7,24	-7,67	-7,39	-7,11	-7,02	-6,93	0,15	0,39	0,37	-0,293

O gelado de nata T0 normal possui uma distribuição simétrica; os gelados 10% e 15% apresentam uma distribuição assimétrica negativa e, por fim, o gelado de nata 20% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, o gelado 10%, 15%, 20% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica positiva, temos os gelados 10% e 15%. Por outro lado, os gelados de nata normal e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, temos: o gelado 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata normal.

Tabela 4.7 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Máximo (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
NN T0	-2,11	-3,21	-3,02	-2,83	-1,56	-0,29	2,52	1,59	1,46	0,360
N10% T0	-1,42	-2,83	-2,30	-1,77	-0,72	0,34	2,60	1,61	1,59	0,207
N15% T0	-1,46	-2,44	-2,15	-1,86	-0,98	-0,09	1,50	1,22	1,18	0,290
N20% T0	-1,64	-2,11	-1,99	-1,87	-1,41	-0,94	0,38	0,62	0,59	0,321
NN T60	-1,94	-2,31	-2,18	-2,04	-1,76	-1,48	0,18	0,42	0,42	0,216
N10% T60	-2,75	-2,86	-2,81	-2,75	-2,70	-2,65	0,01	0,11	0,11	-0,032
N15% T60	-2,22	-2,43	-2,30	-2,16	-2,12	-2,08	0,03	0,18	0,18	-0,304
N20% T60	-1,68	-2,12	-1,84	-1,56	-1,46	-1,36	0,16	0,39	0,38	-0,276

Todos os gelados de nata T0 apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado 10%, normal, 15% e, por último, com menor variabilidade, o gelado de nata 20%. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos os gelados 15% e 20%. No entanto, o gelado de nata 10% possui uma distribuição simétrica. Mais ainda, o gelado normal apresenta uma distribuição assimétrica

positiva. Por ordem crescente de variabilidade, temos: o gelado de 10%, 15%, 20% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata normal.

Tabela 4.8 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Fusão - Entalpia (J/g)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	135,27	121,40	128,85	136,30	142,20	148,10	179,02	13,38	13,35	-0,077
<b>N10% T0</b>	140,53	117,80	133,85	149,90	151,90	153,90	391,60	19,79	18,05	-0,367
<b>N15% T0</b>	123,89	78,07	108,14	138,20	146,80	155,40	1648,56	40,60	38,67	-0,309
<b>N20% T0</b>	121,22	69,27	107,04	144,80	147,20	149,60	2030,12	45,06	40,17	-0,380
<b>NN T60</b>	156,10	143,50	145,00	146,50	162,40	178,30	371,88	19,28	17,40	0,374
<b>N10% T60</b>	143,57	139,20	139,60	140,00	145,75	151,50	47,36	6,88	6,15	0,379
<b>N15% T60</b>	151,37	147,00	148,65	150,30	153,55	156,80	24,86	4,99	4,90	0,204
<b>N20% T60</b>	139,70	123,60	131,90	140,20	147,75	155,30	251,41	15,86	15,85	-0,032

O gelado de nata T0 normal possui uma distribuição simétrica, enquanto que os gelados 10%, 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado de 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, todos os gelados, com exceção da nata 20%, que apresenta uma distribuição simétrica, apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, temos: o gelado de 15%, 10%, 20% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata normal.

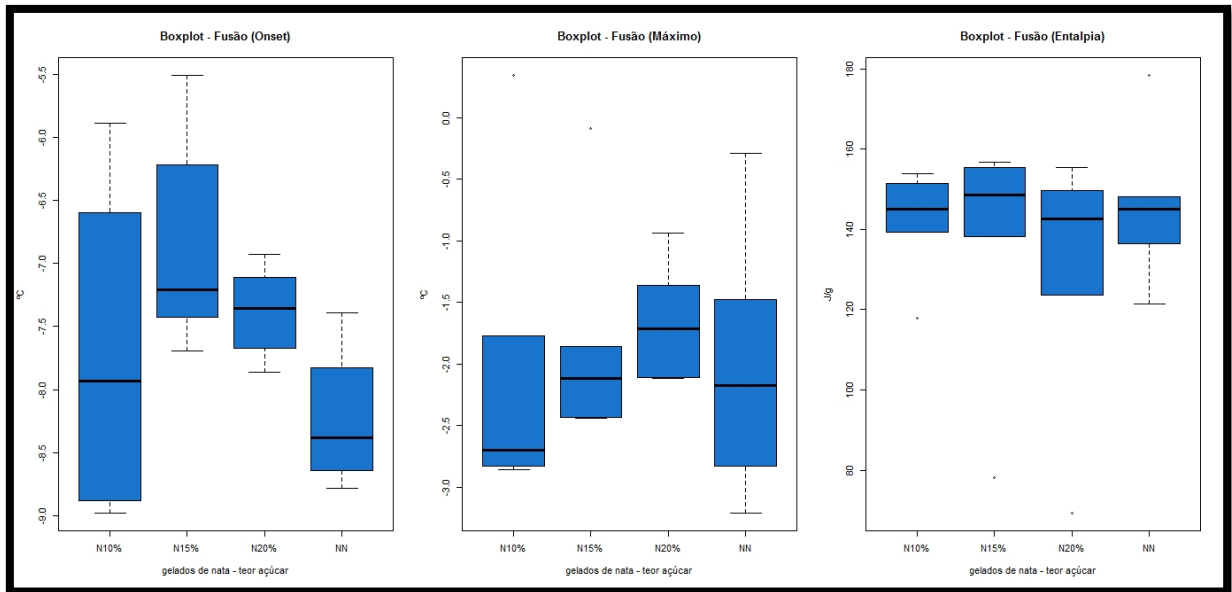


Figura 4.14 - *Boxplots* referentes à Fusão (*Onset*, *Máximo*, *Entalpia*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *boxplots* da figura 4.14 englobam os resultados conjuntos dos quatro gelados de base de nata gerais, com os tempos de análise T0 e T60. Verifica-se que, ao comparar os dados dos gelados separados por tempos na tabela e os dados presentes nos *boxplots*, existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. Podem observar-se *outliers* nos gelados 10% e 15% para o máximo da fusão e a entalpia, assim como *outliers* para os gelados normal e 20% da entalpia da fusão.

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.314	0.371	-0.143
N10	-0.318	1.000	-0.029	-0.829
N15	-0.118	0.080	1.000	-0.200
N20	-0.118	-0.804	0.020	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.314	0.200	-0.543
N10	0.709	1.000	0.143	-0.371
N15	0.712	0.870	1.000	0.600
N20	-0.493	-0.387	0.027	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.429	0.029	0.486
N10	-0.088	1.000	0.771	-0.771
N15	0.009	0.895	1.000	-0.657
N20	0.587	-0.490	-0.396	1.000

Figura 4.15 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (*Onset*), Fusão (*Máximo*) e Fusão (*Entalpia*), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na *Cristalização (Onset)*, em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com os gelados de nata 15% e 20%. Contudo,

apresenta uma correlação média e negativa com a nata 10%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e negativa correlação com a nata 10%; para a nata 15% apresenta uma correlação média e positiva, por último, para a nata 20% apresenta uma correlação fraca e negativa.

Na Cristalização (Máximo), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com os gelados de nata 10% e 15%. No entanto, apresenta uma correlação média e negativa com a nata 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com a nata 10%; para a nata 15%, apresenta uma correlação fraca e positiva; por último, para a nata 20% apresenta uma correlação média e negativa.

Na Cristalização (Entalpia), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma correlação nula com os gelados 10% e 15%, e uma correlação média e positiva com o gelado de nata 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e negativa correlação com a nata 10%; para a nata 15% apresenta uma correlação nula e, finalmente, para a nata 20% apresenta uma correlação média e positiva.

De acordo com Soukulis *et al.* (2009) e Cogné, Laurent, Andrieu & Ferrand (2003), o valor máximo da fusão indica o ponto de congelação compreendido entre -2,5 e -2,4 °C para gelados. Verificou-se uma subida de temperatura dos pontos de fusão gradual entre os gelados normal e 20%, o que é suposto acontecer, pois a redução de açúcar aumenta o ponto de congelação. A temperatura de *Onset* de fusão deve ser evitada durante toda a produção e até chegar ao consumidor porque é a essa temperatura que o gelado começa a fundir e não queremos que chegue aos consumidores todo derretido.

Na figura 4.16 está o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro gelados de nata, para a Fusão. Não se verificam praticamente nenhuma diferença entre os quatro gelados.

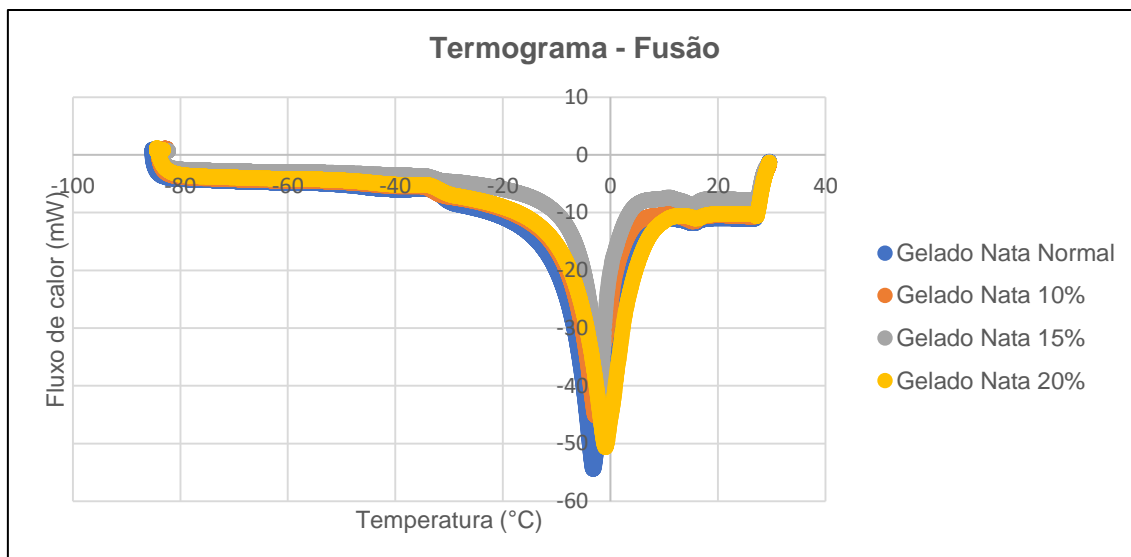


Figura 4.16 – Termograma do perfil de fusão dos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.9 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Onset* (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Tg - Onset (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	-48,19	-48,58	-48,44	-48,29	-48,00	-47,70	0,20	0,45	0,44	0,212
<b>N10% T0</b>	-45,53	-46,69	-46,18	-45,66	-44,95	-44,24	1,51	1,23	1,23	0,104
<b>N15% T0</b>	-48,26	-50,29	-49,00	-47,70	-47,24	-46,78	3,31	1,82	1,76	-0,277
<b>N20% T0</b>	-49,91	-51,58	-50,94	-50,29	-49,08	-47,86	3,57	1,89	1,86	0,193
<b>NN T60</b>	-50,67	-51,20	-51,20	-51,19	-50,41	-49,63	0,82	0,90	0,79	0,385
<b>N10% T60</b>	-49,49	-50,91	-50,83	-50,74	-48,79	-46,83	5,33	2,31	2,04	0,383
<b>N15% T60</b>	-48,32	-48,92	-48,78	-48,63	-48,02	-47,41	0,64	0,80	0,76	0,329
<b>N20% T60</b>	-48,61	-50,23	-49,30	-48,36	-47,80	-47,24	2,28	1,51	1,50	-0,161

Os gelados de nata T0 normal, 10% e 20% possuem uma distribuição assimétrica positiva, no entanto, o gelado 15% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica positiva temos os gelados normal, 10% e 15%; por outro lado, o gelado de nata 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: o gelado 15%, normal, 20% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 10%.

Tabela 4.10 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – *Midpoint* (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

<b>Tg - <i>Midpoint</i> (°C)</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. <i>Skewness</i></b>
<b>NN T0</b>	-45,28	-46,43	-45,69	-44,94	-44,71	-44,48	1,04	1,02	0,98	-0,299
<b>N10% T0</b>	-43,31	-44,04	-43,63	-43,22	-42,95	42,67	0,48	0,69	0,69	-0,128
<b>N15% T0</b>	-45,53	-45,63	-45,59	-45,55	-45,48	-45,41	0,01	0,11	0,11	0,174
<b>N20% T0</b>	-45,10	-46,03	-45,95	-45,87	-44,64	-43,40	2,17	1,47	1,32	0,380
<b>NN T60</b>	-46,18	-46,74	-46,33	-45,91	-45,90	-45,89	0,24	0,49	0,43	-0,384
<b>N10% T60</b>	-45,40	-46,15	-46,02	-45,88	-45,02	-44,16	1,17	1,08	1,00	0,358
<b>N15% T60</b>	-44,43	-44,78	-44,60	-44,41	-44,26	-44,10	0,12	0,34	0,34	-0,059
<b>N20% T60</b>	-45,08	-45,99	-45,79	-45,58	-44,62	-43,66	1,55	1,24	1,17	0,338

Os gelados de nata T0 que apresentam uma distribuição assimétrica positiva são os gelados 15% e 20%. Relativamente aos gelados normal e 10%, ambos apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos: o gelado 20%, normal, 10% e, por último, com menor variabilidade, o gelado de nata 15%. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos o gelado normal. No entanto, o gelado de nata 15% possui uma distribuição simétrica; para além disso, os gelados 10% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: o gelado de 15%, normal, 10% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 20%.

Tabela 4.11 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – *Endset* (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

<b>Tg - <i>Endset</i> (°C)</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. <i>Skewness</i></b>
<b>NN T0</b>	-41,92	-41,96	-41,94	-41,92	-41,90	-41,88	0,00	0,04	0,04	0,000
<b>N10% T0</b>	-41,42	-41,88	-41,63	-41,38	-41,20	-41,01	0,19	0,44	0,44	-0,098
<b>N15% T0</b>	-42,40	-43,39	-42,71	-42,03	-41,91	-41,79	0,74	0,86	0,80	-0,352
<b>N20% T0</b>	-41,76	-42,31	-42,14	-41,97	-41,49	-41,01	0,45	0,67	0,65	0,278
<b>NN T60</b>	-43,08	-43,23	-43,14	-43,05	-43,01	-42,96	0,02	0,14	0,14	-0,208
<b>N10% T60</b>	-42,30	-42,71	-42,64	-42,57	-42,10	-41,62	0,35	0,59	0,55	0,361
<b>N15% T60</b>	-41,84	-41,94	-41,92	-41,90	-41,79	-41,67	0,02	0,15	0,14	0,353
<b>N20% T60</b>	-42,06	-42,74	-42,43	-42,12	-41,72	-41,31	0,51	0,72	0,72	0,088

Os gelados de nata T0 normal e 10% possuem uma distribuição simétrica, enquanto que o gelado 15% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Mais ainda, o gelado de nata 20% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado de 15%, 20%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, apenas dois possuem uma distribuição assimétrica positiva, sendo estes os gelados 10% e 15%. Com uma distribuição assimétrica negativa temos o gelado de nata normal, enquanto que, o gelado 20% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: o gelado de normal, 15% e 10%; por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 20%.

Tabela 4.12 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $\Delta CP$  (J/(g. °C)) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

<b>Tg - <math>\Delta CP</math> (J/(g.°C))</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>NN T0</b>	0,24	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,00	0,01	0,01	-0,267
<b>N10% T0</b>	0,14	0,11	0,13	0,15	0,16	0,18	0,00	0,03	0,03	-0,132
<b>N15% T0</b>	0,19	0,11	0,14	0,16	0,22	0,28	0,01	0,09	0,09	0,257
<b>N20% T0</b>	0,23	0,15	0,19	0,23	0,26	0,30	0,01	0,08	0,08	-0,018
<b>NN T60</b>	0,26	0,22	0,25	0,28	0,29	0,29	0,00	0,04	0,04	-0,351
<b>N10% T60</b>	0,26	0,22	0,25	0,28	0,29	0,29	0,00	0,04	0,04	-0,346
<b>N15% T60</b>	0,21	0,18	0,20	0,22	0,23	0,23	0,00	0,03	0,02	-0,292
<b>N20% T60</b>	0,20	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,00	0,01	0,01	0,072

O gelado de nata T0 20% possui uma distribuição simétrica; os gelados de nata normal e 10% apresentam uma distribuição assimétrica negativa e, por fim, o gelado de nata 15% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado 15%, 20%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Todos os gelados possuem uma distribuição assimétrica negativa, excetuando o gelado de nata 20% que apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: o gelado 20%, 15%, 10% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata normal.



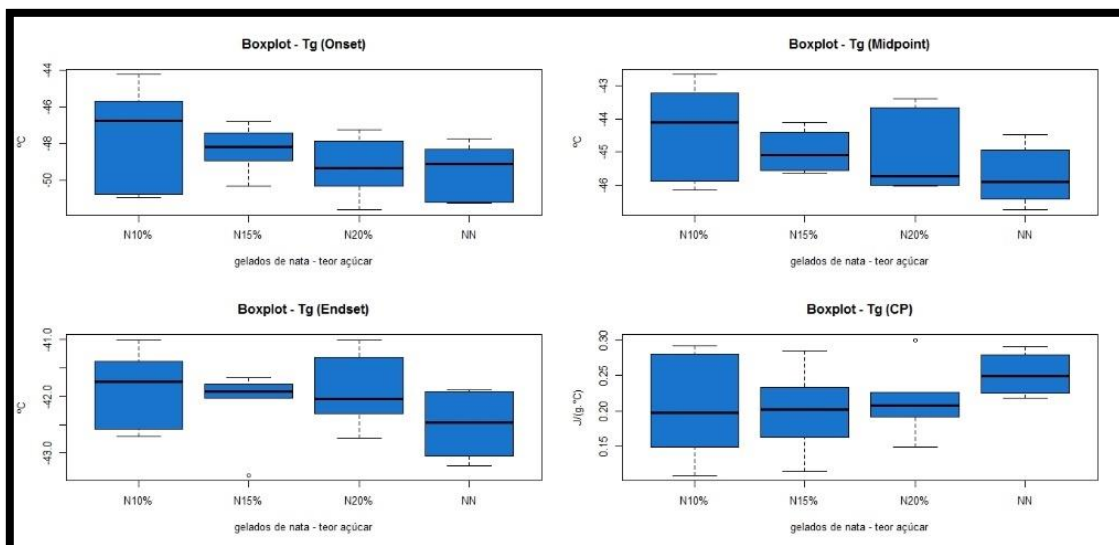


Figura 4.17 - *Boxplots* referentes à Transição vítrea (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e *CP*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *boxplots* da figura 4.17 apresentam resultados do T0 e T60 no seu conjunto. Verifica-se que ao comparar os dados dos gelados separados por tempos e aqueles do *boxplot* existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. Os gelados de nata 15% e os de 20% apresentam cada um, respetivamente, um *outlier* na temperatura Tg de *Endset* e na Tg (CP).

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	1.000	0.429	-0.429
N10	0.977	1.000	0.429	-0.429
N15	0.273	0.403	1.000	-0.371
N20	-0.478	-0.477	-0.287	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.371	-0.314	-0.657
N10	0.357	1.000	-0.600	-0.029
N15	-0.430	-0.601	1.000	-0.143
N20	-0.477	0.007	-0.032	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.543	-0.657	0.486
N10	0.646	1.000	0.143	-0.143
N15	-0.530	-0.251	1.000	-0.829
N20	0.323	-0.164	-0.765	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.371	0.314	-0.371
N10	0.555	1.000	0.371	-0.314
N15	0.318	0.397	1.000	-0.886
N20	-0.412	-0.161	-0.718	1.000

Figura 4.18 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta CP$ ). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta CP$ ). (Resultados obtidos a partir do software R).

Na Tg (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com o gelado de nata 10%; uma fraca e positiva correlação com o gelado 15%; e uma correlação média e negativa com a nata 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma total correlação com o gelado 10%. Em relação à correlação entre os gelados de nata normal com o 15% e com o 20%, o primeiro apresenta uma média e positiva correlação enquanto o segundo apresenta uma média e negativa correlação para o coeficiente de Spearman.

Na Tg (*Midpoint*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma média e negativa correlação com os gelados de nata 15% e 20%, contudo, apresenta uma correlação média e positiva com a nata 10%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com a nata 10% e, para a nata 15% e 20%, apresenta uma correlação média e negativa.

Na Tg (*Endset*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com os gelados 10% e 20%, e uma média e negativa correlação com o gelado de nata 15%.

Para a Tg (CP), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com os gelados 10% e 15%, e uma média e negativa correlação com o gelado de nata 20%.

O valor da Tg do *Midpoint* relaciona-se com a transição vítrea da sacarose. De acordo com a tabela 4.10 não se verificaram alterações nesta temperatura, apesar de ser ter alterado a quantidade de açúcar.

Tabela 4.13 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – Onset (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Tg' - Onset (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	-32,22	-32,64	-32,58	-32,52	-32,02	-31,51	0,39	0,62	0,57	0,369
<b>N10% T0</b>	-33,44	-34,05	-33,89	-33,72	-33,14	-32,55	0,62	0,79	0,75	0,310
<b>N15% T0</b>	-33,36	-33,92	-33,66	-33,40	-33,09	-32,77	0,33	0,58	0,58	0,063
<b>N20% T0</b>	-33,22	-33,81	-33,55	-33,29	-32,93	-32,57	0,39	0,62	0,62	0,106
<b>NN T60</b>	-32,32	-32,59	-32,43	-32,27	-32,18	-32,09	0,06	0,25	0,25	-0,178
<b>N10% T60</b>	-33,32	-34,02	-33,52	-33,02	-32,97	-32,91	0,37	0,61	0,56	-0,371
<b>N15% T60</b>	-33,62	-33,77	-33,70	-33,62	-33,55	-33,47	0,02	0,15	0,15	0,000
<b>N20% T60</b>	-33,09	-33,60	-33,32	-33,04	-32,83	-32,62	0,24	0,49	0,49	-0,094

Todos os gelados de nata T0 apresentam uma distribuição assimétrica positiva, com a exceção do gelado 15% que apresenta uma distribuição simétrica. Vemos, por ordem decrescente de variabilidade, o gelado 10%, 20%, 15% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos os gelados normal e 10%, por outro lado, os gelados de nata 15% e 20% apresentam uma distribuição simétrica. Vemos, por ordem crescente de variabilidade, o gelado 15%, normal, 20% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 10%.

Tabela 4.14 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg) – Midpoint (°C) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Tg' - Midpoint (°C)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	-30,64	-31,24	-31,10	-30,96	-30,35	-29,73	0,65	0,80	0,76	0,333
<b>N10% T0</b>	-31,88	-33,05	-32,55	-32,04	-31,30	-30,55	1,58	1,26	1,25	0,125
<b>N15% T0</b>	-31,74	-32,38	-32,10	-31,81	-31,42	-31,03	0,46	0,68	0,68	0,102
<b>N20% T0</b>	-31,34	-31,99	-31,61	-31,22	-31,01	-30,80	0,36	0,60	0,60	-0,186
<b>NN T60</b>	-30,63	-30,70	-30,69	-30,68	-30,59	-30,50	0,01	0,11	0,10	0,371
<b>N10% T60</b>	-31,64	-32,54	-31,92	-31,30	-31,19	-31,08	0,62	0,79	0,73	-0,351
<b>N15% T60</b>	-31,77	-31,93	-31,89	-31,85	-31,69	-31,53	0,04	0,21	0,20	0,324
<b>N20% T60</b>	-31,41	-32,43	-31,73	-31,03	-30,90	-30,76	0,80	0,90	0,84	-0,346

Os gelados de nata T0 que apresentam uma distribuição assimétrica positiva são os gelados normal, 10% e 15%. Relativamente ao gelado de nata 20% este apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Vemos, por ordem decrescente de variabilidade, o gelado 10%, normal, 15% e, por último, com menor variabilidade, o gelado de nata 20%. Em relação aos gelados de nata T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos os gelados 10% e 20%. No entanto, os gelados de nata normal e 15% possuem uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem

crescente de variabilidade, vemos: o gelado normal, 15%, 10% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 20%.

Tabela 4.15 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $Endset$  ( $^{\circ}C$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

<b><math>T_g</math> - <math>Endset</math> (<math>^{\circ}C</math>)</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>NN T0</b>	-29,62	-30,47	-30,31	-30,14	-29,19	-28,24	1,45	1,20	1,12	0,353
<b>N10% T0</b>	-31,20	-32,06	-31,88	-31,70	-30,78	-29,85	1,41	1,19	1,11	0,345
<b>N15% T0</b>	-30,98	-32,05	-31,37	-30,68	-30,44	-30,20	0,92	0,96	0,93	-0,280
<b>N20% T0</b>	-30,55	-31,22	-30,91	-30,59	-30,22	-29,85	0,47	0,69	0,69	0,053
<b>NN T60</b>	-29,61	-29,77	-29,69	-29,60	-29,53	-29,45	0,03	0,16	0,16	-0,042
<b>N10% T60</b>	-30,79	-31,89	-31,07	-30,25	-30,25	-30,24	0,90	0,95	0,83	-0,385
<b>N15% T60</b>	-31,00	-31,24	-31,19	-31,14	-30,88	-30,61	0,11	0,34	0,32	0,347
<b>N20% T60</b>	-30,61	-31,32	-30,80	-30,27	-30,26	-30,24	0,38	0,62	0,54	-0,384

O gelado de nata T0 20% possui uma distribuição simétrica, enquanto que os gelados normal e 10% apresentam uma distribuição assimétrica positiva e o gelado 15% possui uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: o gelado normal, 10%, 15% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata 20%. Em relação aos gelados de nata T60, apenas dois possuem uma distribuição assimétrica negativa, sendo estes os gelados 10% e 20%. Com uma distribuição assimétrica positiva temos o gelado de nata 15%, enquanto que, o gelado normal apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, encontramos: o gelado de normal, 15% e 20%, por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 10%.

Tabela 4.16 -Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $\Delta CP$  ( $J/(g.^{\circ}C)$ ) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

<b><math>T_g</math> - <math>\Delta CP</math> (<math>J/(g.^{\circ}C)</math>)</b>										
<b>Gelado base Nata</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>NN T0</b>	0,64	0,57	0,61	0,65	0,68	0,71	0,01	0,07	0,07	-0,143
<b>N10% T0</b>	0,44	0,35	0,41	0,46	0,49	0,52	0,01	0,09	0,09	-0,179
<b>N15% T0</b>	0,42	0,27	0,35	0,43	0,50	0,57	0,02	0,15	0,15	-0,074
<b>N20% T0</b>	0,42	0,26	0,37	0,49	0,50	0,51	0,02	0,14	0,13	-0,371
<b>NN T60</b>	0,58	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,00	0,04	0,04	-0,015
<b>N10% T60</b>	0,58	0,54	0,57	0,59	0,60	0,62	0,00	0,04	0,04	-0,194
<b>N15% T60</b>	0,49	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,00	0,04	0,04	-0,053
<b>N20% T60</b>	0,46	0,43	0,45	0,47	0,48	0,49	0,00	0,03	0,03	-0,155

O gelado de nata T0 15% possui uma distribuição simétrica e os gelados normal, 10% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, encontramos: os gelados 15%, 20%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal. Relativamente aos gelados de nata T60, apenas os gelados 10% e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, contudo, os gelados de nata normal e 15% apresentam uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, observamos: os gelados 20%, 10%, normal e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 15%.

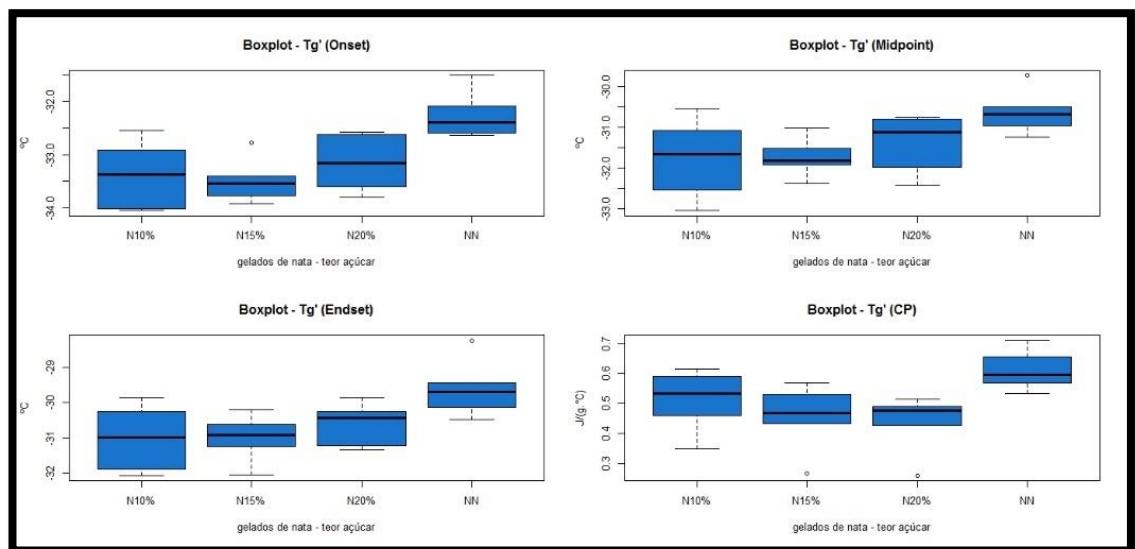


Figura 4.19 - *Boxplots* referentes à segunda Transição vítrea (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e *CP*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *boxplots* da figura 4.19 apresentam resultados do T0 e T60 no seu conjunto. Verifica-se que ao comparar os dados dos gelados separados por tempos e aqueles do *boxplot* existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. O gelado de nata apresenta *outliers* nos Tg' *Midpoint* e *Endset*, enquanto que o gelado 15% possui um *outlier* para o Tg' *Onset* e outro para Tg' *CP*.

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.257	0.143	0.771
N10	0.486	1.000	0.771	0.371
N15	0.714	0.769	1.000	0.029
N20	0.720	0.218	0.242	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.486	0.314	0.771
N10	0.623	1.000	0.943	-0.086
N15	0.745	0.914	1.000	-0.200
N20	0.557	-0.114	-0.016	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.543	0.371	0.829
N10	0.656	1.000	0.657	0.314
N15	0.522	0.643	1.000	0.086
N20	0.773	0.235	-0.011	1.000

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	-0.086	-0.829	0.886
N10	-0.077	1.000	-0.029	0.143
N15	-0.878	-0.047	1.000	-0.886
N20	0.537	0.749	-0.611	1.000

Figura 4.20 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta CP$ ). Em cima, da esquerda para a direita, segunda Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, segunda Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta CP$ ). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na  $T_g'$  (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com os gelados de nata 15% e 20% e uma média e positiva correlação com o gelado 10%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com o gelado 20%. Em relação à correlação entre os gelados de nata normal com o 10% e com o 15%, ambos apresentam uma correlação fraca e positiva para o coeficiente de Spearman.

Na  $T_g'$  (*Midpoint*), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com os gelados de nata 10% e 20% e uma forte e positiva correlação com o gelado 15%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com o gelado 20%. Em relação à correlação entre os gelados de nata normal com o 10% e com o 15%, ambos apresentam uma média e positiva correlação para o coeficiente de Spearman.

Na  $T_g'$  (*Endset*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma média e positiva correlação com os gelados 10% e 15%, e uma forte e positiva correlação com o gelado de nata 20%.

Para a  $T_g'$  ( $\Delta CP$ ), em relação ao coeficiente de Pearson, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com o gelado de nata 10%; apresenta uma forte e negativa correlação com o gelado de nata 15%; e para o gelado 20% apresenta uma média e positiva correlação. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e negativa correlação com o gelado de nata 10%; apresenta uma forte e negativa correlação com o gelado de nata 15%; e para o gelado 20% apresenta uma forte e positiva correlação.

Os valores da temperatura  $T_g'$  (*Midpoint*) são importantes na produção dos gelados. De forma a manter a qualidade e *shelf-life* do produto, é necessário não exceder esta temperatura.

## Manga

A análise do *sorbet* de manga realizou-se nos tempos T0 e T60 após a produção do mesmo. Seguem-se as tabelas com os estatísticos básicos.

Tabela 4.17 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – *Onset* (°C) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Cristalização - <i>Onset</i> (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	-18,15	-20,67	-20,17	-19,66	-16,89	-14,11	12,48	3,53	3,28	0,350
M10% T0	-17,47	-19,87	-18,83	-17,79	-16,27	-14,74	6,66	2,58	2,57	0,123
M15% T0	-11,30	-13,24	-12,27	-11,30	-10,32	-9,35	7,57	2,75	1,95	0,000
M20% T0	-18,01	-19,07	-18,54	-18,01	-17,48	-16,95	2,25	1,50	1,06	0,000
MN T60	-19,62	-21,25	-20,05	-18,84	-18,80	-18,76	2,00	1,42	1,25	-0,384
M10% T60	-18,10	-18,80	-18,58	-18,36	-17,75	-17,13	0,75	0,87	0,84	0,276
M15% T60	-10,66	-10,87	-10,72	-10,57	-10,56	-10,54	0,03	0,18	0,17	-0,373
M20% T60	-16,98	-17,27	-17,19	-17,11	-16,84	-16,56	0,14	0,37	0,36	0,307

Os *sorbets* de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica, enquanto que os *sorbets* de manga normal e 10% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, encontramos: o *sorbet* normal, 10%, 15% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* de manga 20%. Em relação aos *sorbets* de manga T60, com uma distribuição assimétrica positiva temos os *sorbets* 10% e 20%, em contraste com os *sorbets* normal e 15% que apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Vemos, por ordem crescente de variabilidade, o *sorbet* 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.18 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Cristalização - Máximo (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	-14,24	-15,57	-15,57	-15,57	-13,58	-11,59	5,28	2,30	1,99	0,385
M10% T0	-13,54	-15,85	-14,73	-13,60	-12,39	-11,17	5,48	2,34	2,34	0,026
M15% T0	-10,05	-10,16	-10,10	-10,05	-9,99	-9,93	0,03	0,16	0,12	0,000
M20% T0	-12,68	-13,62	-13,15	-12,68	-12,21	-11,74	1,77	1,33	0,94	0,000
MN T60	-13,45	-15,08	-14,04	-13,00	-12,64	-12,28	2,11	1,45	1,40	-0,281
M10% T60	-12,72	-13,37	-12,96	-12,55	-12,40	-12,25	0,34	0,58	0,56	-0,272
M15% T60	-7,82	-8,83	-8,45	-8,07	-7,32	-6,57	1,32	1,15	1,13	0,205
M20% T60	-11,63	-11,94	-11,92	-11,90	-11,48	-11,06	0,25	0,50	0,44	0,382

Os sorbets de manga T0 10%, 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica e o sorbet normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos o sorbet 10%, normal, 20% e por último, com menor variabilidade, o sorbet de manga 15%. Em relação aos sorbets de manga T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos os sorbets normal e 10%. Por outro lado, os sorbets 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, temos os sorbets de 20%, 10%, 15% e por último, com maior variabilidade, o sorbet de manga normal.

Tabela 4.19 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Cristalização - Entalpia (J/g)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	152,10	148,60	149,70	150,80	153,85	156,90	18,49	4,30	4,15	0,275
M10% T0	159,67	150,50	157,15	163,80	164,25	164,70	63,22	7,95	7,10	-0,379
M15% T0	171,00	169,20	170,10	171,00	171,90	172,80	6,48	2,55	1,80	0,000
M20% T0	170,65	170,00	170,33	170,65	170,98	171,30	0,85	0,92	0,65	0,000
MN T60	136,20	105,80	125,05	144,30	151,40	158,50	743,53	27,27	26,35	-0,271
M10% T60	160,17	157,10	157,85	158,60	161,70	164,80	16,66	4,08	3,85	0,327
M15% T60	154,60	148,80	152,95	157,10	157,50	157,90	25,39	5,04	4,55	-0,374
M20% T60	159,37	149,40	154,40	154,40	164,35	169,30	99,00	9,95	9,95	-0,003

Os sorbets de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica; o sorbet normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva; e o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os sorbets 10%, normal, 15% e por último, com menor variabilidade, o sorbet 20%. Em relação aos sorbets de manga T60, os sorbets normal e 15% apresentam uma distribuição assimétrica negativa, o sorbet 20% apresenta uma distribuição simétrica e, por fim, o sorbet 10% apresenta uma distribuição



assimétrica positiva. Temos, por ordem crescente de variabilidade, os *sorbets* de 10%, 15%, 20% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

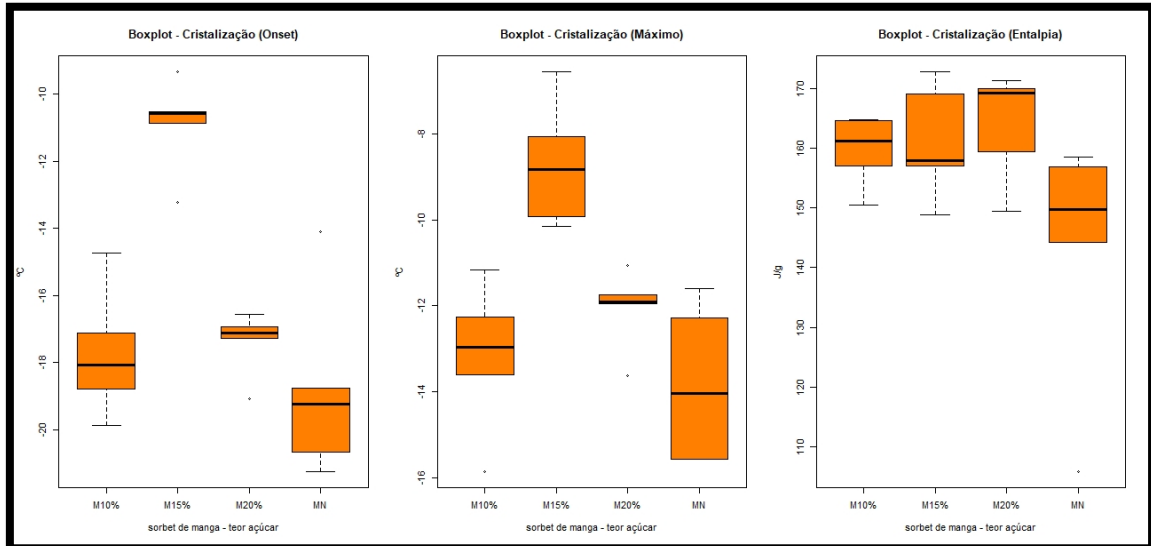


Figura 4.21 - *Boxplots* referentes à Cristalização (*Onset*, Máximo, Entalpia) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *boxplots* da figura 4.21 englobam os resultados conjuntos dos quatro *sorbets* de manga, nos tempos de análise T0 e T60. Verifica-se que ao compararmos os dados dos gelados separados por tempos na tabela e os dados presentes nos *boxplots*, existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. Podem observar-se *outliers* para todos os *sorbets*.

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-1.000	-1.000	0.5
M10	-0.974	1.000	1.000	-0.5
M15	-0.593	0.760	1.000	-0.5
M20	0.653	-0.465	0.223	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-0.500	-0.500	-1.0
M10	-0.493	1.000	1.000	0.5
M15	-0.067	0.901	1.000	0.5
M20	-0.977	0.298	-0.146	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-1.000	0.500	1.0
M10	-0.997	1.000	-0.500	-1.0
M15	-0.180	0.256	1.000	0.5
M20	0.967	-0.944	0.076	1.0

Figura 4.22 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização (*Onset*), Cristalização (Máximo) e Cristalização (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Na Cristalização (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga normal apresenta uma forte e negativa correlação com o *sorbet* de manga 10%, uma média e negativa correlação com o *sorbet* 15% e, para o *sorbet* 20%, apresenta uma correlação média positiva. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma forte e

negativa correlação com os *sorbets* 10% e 15% e uma correlação média e positiva com o *sorbet* 20%.

Na Cristalização (Máximo), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e negativa correlação com o *sorbet* 10%, uma fraca e negativa correlação com o *sorbet* 15% e uma correlação forte e negativa com o *sorbet* 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e negativa correlação com os *sorbets* 10% e 15%, enquanto que apresenta uma correlação forte e negativa com o *sorbet* 20%.

Na Cristalização (Entalpia), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga apresenta uma forte e negativa correlação com o *sorbet* 10%, uma correlação fraca e negativa com o *sorbet* 15%, e uma forte e positiva correlação com o *sorbet* 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma forte e negativa correlação com o *sorbet* 10%, uma média e positiva correlação com o *sorbet* 15%; e uma correlação forte e positiva com o *sorbet* 20%.

Na figura 4.23 observa-se o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro *sorbets* de manga, para a Fusão. Destaca-se o termograma do *sorbet* de manga 20% com um pico máximo mais elevado do que os outros.

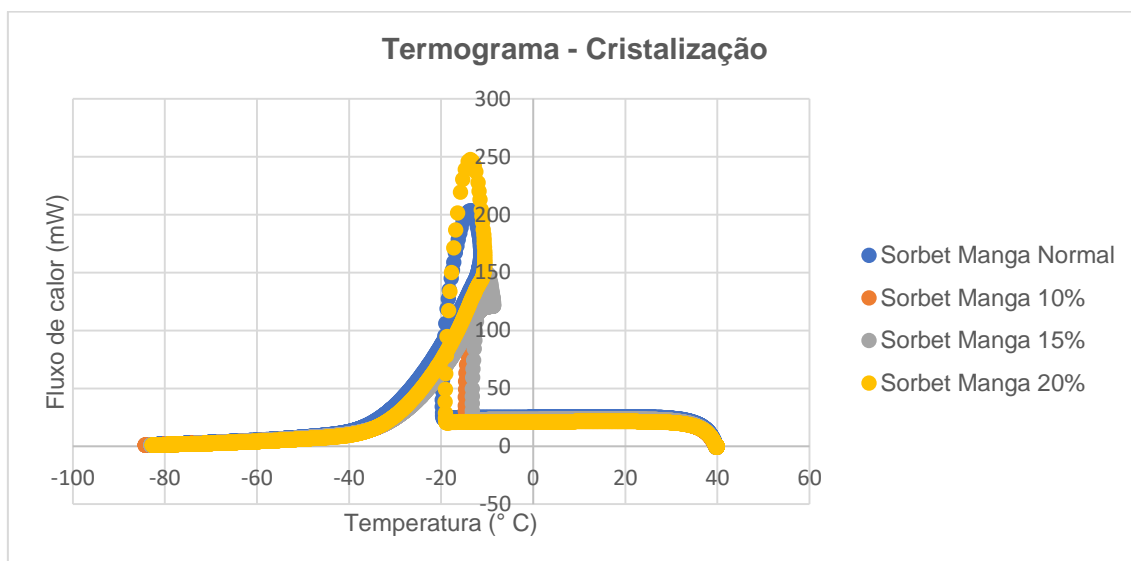


Figura 4.23 - Termograma do perfil de cristalização dos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.20 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Onset (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	-8,69	-8,94	-8,78	-8,62	-8,57	-8,51	0,05	0,22	0,22	-0,283
M10% T0	-8,06	-8,25	-8,12	-7,98	-7,96	-7,94	0,03	0,17	0,16	-0,361
M15% T0	-7,80	-8,13	-7,96	-7,80	-7,63	-7,46	0,22	0,47	0,34	0,000
M20% T0	-7,47	-7,52	-7,49	-7,47	-7,44	-7,41	0,01	0,08	0,06	0,000
MN T60	-8,05	-8,49	-8,37	-8,24	-7,84	-7,43	0,31	0,55	0,53	0,299
M10% T60	-7,70	-8,09	-7,97	-7,85	-7,50	-7,15	0,24	0,49	0,47	0,283
M15% T60	-7,80	-7,98	-7,98	-7,98	-7,72	-7,45	0,09	0,31	0,27	0,385
M20% T60	-7,57	-7,87	-7,71	-7,55	-7,42	-7,28	0,09	0,30	0,30	-0,056

Os sorbets de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica, enquanto que os sorbets normal e 10% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Temos, por ordem decrescente de variabilidade, os sorbets 15%, normal, 10% e por último, com menor variabilidade, o sorbet de manga 20%. Em relação aos sorbets de manga T60, com uma distribuição assimétrica positiva, temos os sorbets normal, 10% e 15%. Por outro lado, o sorbet 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, temos os sorbets 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o sorbet normal.

Tabela 4.21 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Máximo (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	-1,97	-2,42	-2,12	-1,81	-1,75	-1,68	0,16	0,40	0,37	-0,339
M10% T0	-1,62	-2,04	-1,87	-1,69	-1,41	-1,12	0,22	0,46	0,46	0,154
M15% T0	-1,05	-1,39	-1,22	-1,05	-0,87	-0,70	0,24	0,49	0,35	0,000
M20% T0	-1,34	-1,61	-1,47	-1,34	-1,20	-1,06	0,15	0,39	0,28	0,000
MN T60	-2,57	-3,45	-2,90	-2,34	-2,13	-1,91	0,63	0,79	0,77	-0,262
M10% T60	-2,60	-3,10	-2,94	-2,77	-2,35	-1,92	0,37	0,61	0,59	0,262
M15% T60	-1,99	-2,41	-2,10	-1,79	-1,79	-1,78	0,13	0,36	0,32	-0,385
M20% T60	-2,39	-2,96	-2,68	-2,39	-2,11	-1,82	0,32	0,57	0,57	0,000

O sorbet de manga T0 normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa; o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva; e os sorbets 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica. Vemos, por ordem decrescente de variabilidade, os sorbets 10%, normal, 15% e, por último, com menor variabilidade, o sorbet 20%. Em relação aos sorbets de manga

T60, com uma distribuição assimétrica negativa temos os *sorbets* normal e 15%, no entanto, o *sorbet* 20% possui uma distribuição simétrica. Para além disso, o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Temos, por ordem crescente de variabilidade, o *sorbet* 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.22 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Fusão - Entalpia (J/g)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	175,77	173,20	173,20	173,20	177,05	180,90	19,76	4,45	3,85	0,385
M10% T0	183,70	177,60	181,35	185,10	186,75	188,40	30,63	5,53	5,40	-0,237
M15% T0	191,65	191,40	191,53	191,65	191,78	191,90	0,13	0,35	0,25	0,000
M20% T0	196,60	195,40	196,00	196,60	197,20	197,80	2,88	1,70	1,20	0,000
MN T60	136,60	102,90	126,60	150,30	153,45	156,60	861,69	29,35	26,85	-0,365
M10% T60	168,17	155,90	157,55	159,20	174,30	189,40	340,86	18,46	16,75	0,371
M15% T60	179,17	173,60	176,95	180,30	181,95	183,60	25,96	5,10	5,00	-0,211
M20% T60	174,60	166,50	171,90	177,30	178,65	180,00	51,03	7,14	6,75	-0,324

Os *sorbets* de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica; o *sorbet* normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva; e o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 10%, normal, 20% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 15%. Em relação aos gelados de nata T60, todos os *sorbets*, com exceção da manga 10%, que possui uma distribuição assimétrica positiva, apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

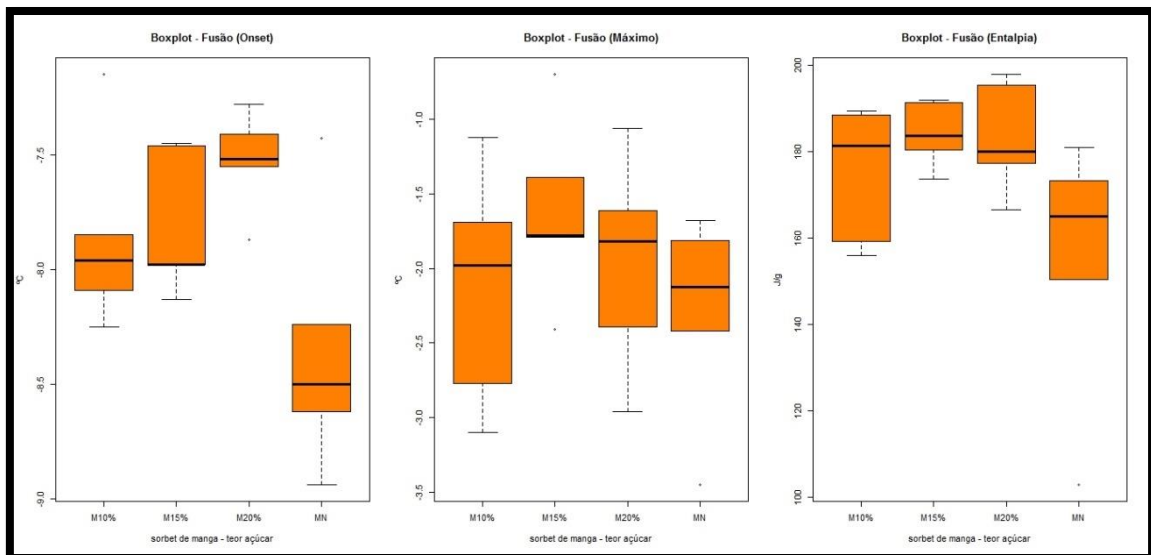


Figura 4.24 - *Boxplots* referentes à Fusão (*Onset*, *Máximo*, *Entalpia*) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *boxplots* da figura 4.24 englobam os resultados conjuntos dos quatro *sorbets* de manga, nos tempos de análise T0 e T60. Verifica-se que ao comparar os dados dos gelados separados por tempos na tabela e os dados presentes nos *boxplots*, existem algumas diferenças quanto à sua distribuição. Podem observar-se *outliers* para todos os *sorbets*, principalmente nos valores da fusão (*Onset*) e fusão (*Máximo*).

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-0.518	-0.682	-0.970
M10	-0.518	1.000	0.706	0.293
M15	-0.682	0.706	1.000	0.873
M20	-0.970	0.293	0.873	1.000

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.500	-0.500	-0.500
M10	0.500	1.000	0.500	0.500
M15	-0.260	0.706	1.000	1.000
M20	-0.698	0.271	0.873	1.000

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-0.500	-0.500	0.500
M10	0.321	1.000	-0.500	-1.000
M15	-0.679	-0.913	1.000	0.500
M20	-0.224	-0.995	0.868	1.000

Figura 4.25 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (*Onset*), Fusão (*Máximo*) e Fusão (*Entalpia*), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na Fusão (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga normal apresenta uma correlação média e negativa com os *sorbets* 15% e 20%. Contudo, apresenta uma correlação forte e negativa com a manga 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e negativa correlação com a manga 10%, mas, para os *sorbets* 15% e 20% apresenta uma correlação forte negativa.

Na Fusão (Máximo), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e positiva correlação com o *sorbet* 10%; com o *sorbet* 15% apresenta uma correlação fraca e negativa e com o *sorbet* 20% apresenta uma correlação média e negativa. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e positiva correlação com a manga 10%, contudo, apresenta uma correlação média e negativa com a manga 15% e 20%.

Na Fusão (Entalpia), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e positiva correlação com o *sorbet* 10%, uma média e negativa correlação com o *sorbet* 15% e, por fim, uma fraca e negativa correlação com o *sorbet* 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma média e negativa correlação com os *sorbets* 10% e 15%, no entanto, apresenta uma correlação média e positiva com o *sorbet* 20%.

Na figura 4.26 está o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro *sorbets* de manga, para a Fusão. Não se verificam praticamente nenhuma diferença entre os quatro *sorbets*.

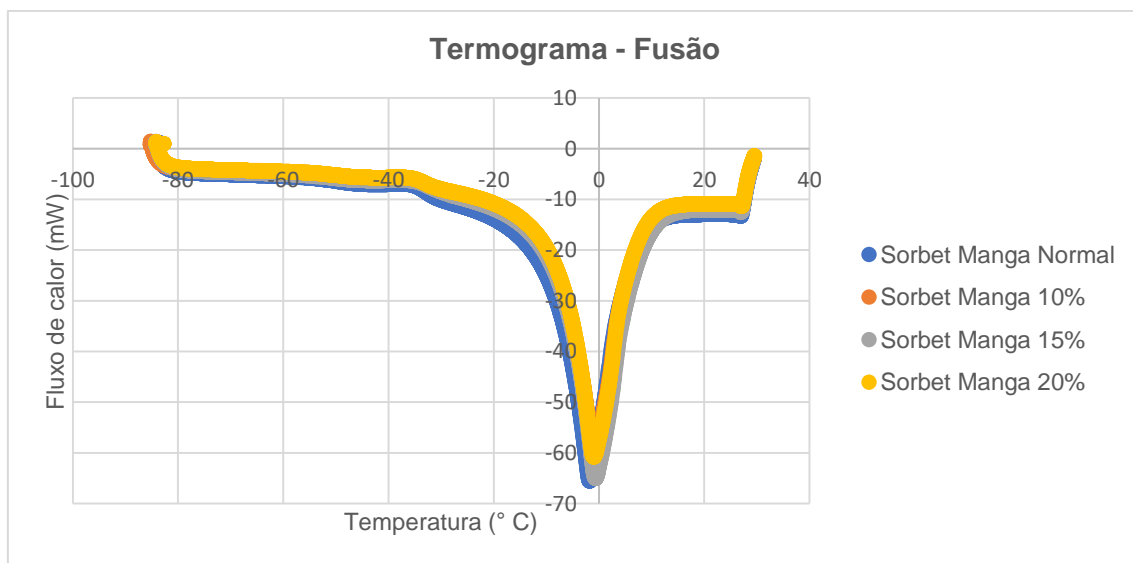


Figura 4.26 - Termograma do perfil de fusão dos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.23 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – *Onset* (°C) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Tg - <i>Onset</i> (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. <i>Skewness</i>
MN T0	-52,28	-53,73	-53,24	-52,75	-51,55	-50,35	3,02	1,74	1,69	0,252
M10% T0	-52,09	-53,15	-52,42	-51,69	-51,56	-51,42	0,87	0,93	0,87	-0,349
M15% T0	-53,20	-55,12	-54,16	-53,20	-52,23	-51,27	7,41	2,72	1,93	0,000
M20% T0	-52,69	-53,31	-53,00	-52,69	-52,38	-52,07	0,77	0,88	0,62	0,000
MN T60	-51,47	-52,44	-52,34	-52,23	-50,99	-49,74	2,26	1,50	1,35	0,376
M10% T60	-52,78	-53,99	-53,39	-52,78	-52,17	-51,56	1,48	1,22	1,22	0,003
M15% T60	-53,80	-54,04	-53,99	-53,93	-53,68	53,43	0,11	0,33	0,31	0,336
M20% T60	-54,20	-54,26	-54,22	-54,18	-54,17	-54,15	0,00	0,06	0,06	-0,268

Os *sorbets* de manga T0 15% e 20% apresentam uma distribuição simétrica; o *sorbet* normal possui uma distribuição assimétrica positiva e o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, encontramos: o *sorbet* 15%, normal, 10% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 20%. Em relação aos *sorbets* de manga T60, com uma distribuição assimétrica positiva, temos os *sorbets* normal e 15%; por outro lado, o *sorbet* 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa e o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 20%, 15%, 10% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.24 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea (Tg) – *Midpoint* (°C) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Tg - <i>Midpoint</i> (°C)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. <i>Skewness</i>
MN T0	-50,32	-52,65	-51,42	-50,19	-49,16	-48,13	5,12	2,26	2,26	-0,059
M10% T0	-48,99	-50,04	-49,45	-48,85	-48,46	-48,07	0,98	0,99	0,99	-0,135
M15% T0	-50,44	-50,97	-50,71	-50,44	-50,18	-49,91	0,56	0,75	0,53	0,000
M20% T0	-50,65	-51,84	-51,24	-50,65	-50,05	-49,45	2,86	1,69	1,20	0,000
MN T60	-48,67	-49,39	-49,08	-48,77	-48,32	-47,86	0,59	0,77	0,77	0,124
M10% T60	-49,70	-50,20	-50,04	-49,87	-49,45	-49,02	0,37	0,61	0,59	0,262
M15% T60	-50,75	-50,97	-50,90	-50,83	-50,64	-50,45	0,07	0,27	0,26	0,271
M20% T60	-50,68	51,18	-50,81	-50,44	-50,43	-50,42	0,19	0,43	0,38	-0,384

Os *sorbets* de manga T0 normal, 15% e 20% apresentam uma distribuição simétrica, enquanto que o *sorbet* 10% possui uma distribuição negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os *sorbets* normal, 20%, 10% e, por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 15%. Em

relação aos gelados de nata T60, todos os *sorbets*, sem contar com o *sorbet* 20%, apresentam uma distribuição assimétrica positiva. O *sorbet* 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, o *sorbet* de 15%, 20%, 10% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.25 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Endset* ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Tg - Endset ( $^{\circ}\text{C}$ )										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	-46,92	-47,72	-47,26	-46,80	-46,52	-46,24	0,56	0,75	0,74	-0,156
M10% T0	-46,68	-47,67	-47,00	-46,32	-46,18	-46,04	0,76	0,87	0,82	-0,341
M15% T0	-47,93	-48,23	-48,08	-47,93	-47,77	-47,62	0,19	0,43	0,31	0,000
M20% T0	-47,13	-47,33	-47,23	-47,13	-47,03	-46,93	0,08	0,28	0,20	0,000
MN T60	-46,14	-46,79	-46,32	-45,84	-45,82	-45,80	0,31	0,56	0,50	-0,383
M10% T60	-46,31	-46,42	-46,42	-46,41	-46,26	-46,10	0,03	0,18	0,16	0,384
M15% T60	-47,89	-48,07	-48,01	-47,95	-47,80	-47,65	0,05	0,22	0,21	0,256
M20% T60	-47,13	-47,30	-47,22	-47,13	-47,05	-46,96	0,03	0,17	0,17	0,000

Os *sorbets* de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica, contudo, os *sorbets* normal e 10% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, vemos os *sorbets* 10%, normal, 15% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 20%. Em relação aos *sorbets* de manga T60, apenas dois possuem uma distribuição assimétrica positiva, sendo estes os gelados 10% e 15%. Com uma distribuição assimétrica negativa temos o *sorbet* normal, enquanto que, o *sorbet* 20% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, vemos: os *sorbets* de 10%, 20% e 15%, por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.26 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $\Delta\text{CP}$  ( $\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ ) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Tg - $\Delta\text{CP}$ ( $\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ )										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	0,26	0,21	0,24	0,26	0,28	0,29	0,00	0,04	0,04	-0,156
M10% T0	0,24	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,00	0,01	0,01	0,099
M15% T0	0,21	0,14	0,18	0,21	0,24	0,28	0,01	0,10	0,07	0,000
M20% T0	0,24	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,00	0,03	0,02	0,000
MN T60	0,23	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,00	0,06	0,06	-0,122
M10% T60	0,29	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,00	0,02	0,02	0,052
M15% T60	0,23	0,20	0,22	0,25	0,25	0,25	0,00	0,03	0,03	-0,383
M20% T60	0,29	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,00	0,01	0,01	-0,195



Todos os sorbets de manga T0 apresentam uma distribuição simétrica, exceto o sorbet normal, vemos que apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, o sorbet 15%, o normal, 20% e por último, com menor variabilidade, o sorbet 10%. Em relação aos sorbets de manga T60, apenas o sorbet 10% possui uma distribuição simétrica, sendo que os sorbets normal, 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente de variabilidade, vemos: os sorbets 20%, 10%, 15% e por último, com maior variabilidade, o sorbet normal.

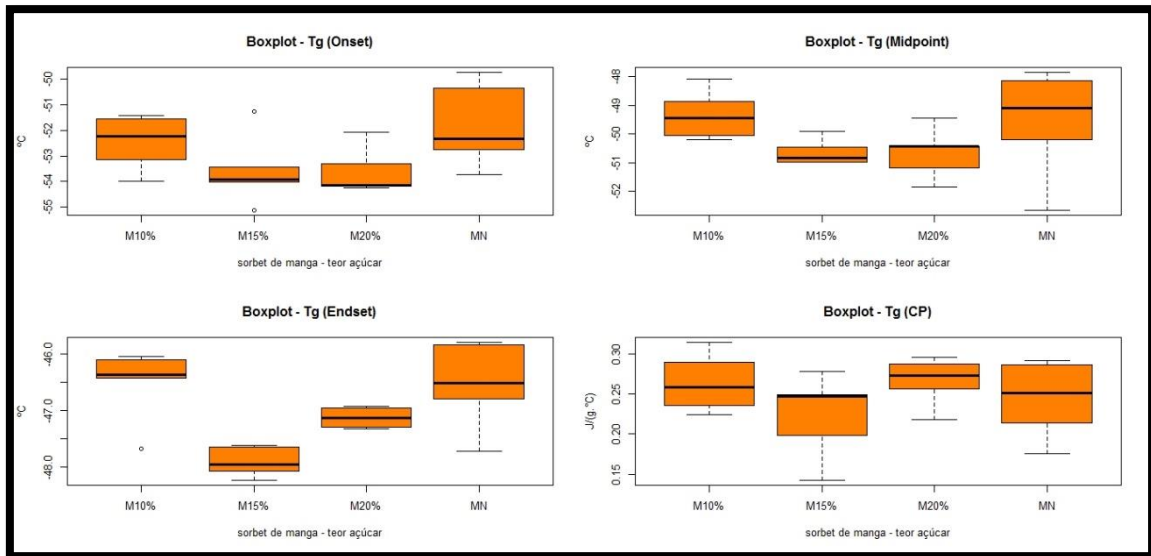


Figura 4.27 - *Boxplots* referentes à Transição vítrea (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e *CP*) dos sorbets (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do software R).

Os *boxplots* da figura 4.27 apresentam resultados do T0 e T60 no seu conjunto. Verifica-se que, ao comparar os dados dos sorbets separados por tempos e aqueles do *boxplot*, existem algumas diferenças quanto à distribuição dos dados. Apenas o sorbet 15% apresenta dois *outliers* para o Tg (*Onset*) e o sorbet 10% possui um *outlier* para o Tg (*Endset*).

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	1.000	0.50	0.5
M10	0.900	1.000	0.50	0.5
M15	0.971	0.770	1.00	1.0
M20	0.660	0.266	0.82	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.500	-1.000	0.5
M10	0.772	1.000	-0.500	-0.5
M15	-0.933	-0.490	1.000	-0.5
M20	0.793	0.224	-0.959	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	-1.000	1.000	0.5
M10	-1.000	1.000	-1.000	-0.5
M15	0.745	-0.739	1.000	0.5
M20	0.848	-0.852	0.277	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	1.000	1.000	-0.5
M10	0.988	1.000	1.000	-0.5
M15	0.927	0.860	1.000	-0.5
M20	-0.438	-0.297	-0.743	1.0

Figura 4.28 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R).

Na Tg (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com os sorbets 10% e 15%. No entanto, apresenta uma média e positiva correlação com o sorbet 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet de manga normal apresenta uma total correlação com o sorbet 10%. Em relação à correlação entre os sorbets de manga normal com os sorbets 15% e 20%, estes apresentam uma média e positiva correlação para o coeficiente de Spearman.

Na Tg (*Midpoint*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com os sorbets 10% e 20%. Contudo, apresenta uma correlação forte e negativa com a manga 15%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma forte e negativa correlação com a manga 15% e para os sorbets 10% e 20% apresenta uma correlação média e positiva.

Na Tg (*Endset*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma forte e negativa correlação com o sorbet 10% e uma forte e positiva correlação com o sorbet 15%. Para o sorbet 20%, apresenta uma forte e positiva correlação para o coeficiente de Pearson e, para o coeficiente de Spearman, apresenta uma correlação média e positiva.

Para a Tg (CP), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma forte e positiva correlação com os sorbets 10% e 15%, e uma média e negativa correlação com o sorbet 20%.

Tabela 4.27 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Onset* (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

<b><math>T_g</math> - <i>Onset</i> (°C)</b>										
<b>Sorbet Manga</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>MN T0</b>	-34,85	-35,11	-34,99	-34,87	-34,72	-34,56	0,08	0,28	0,28	0,084
<b>M10% T0</b>	-35,51	-35,78	-35,73	-35,67	-35,38	-35,09	0,14	0,37	0,35	0,347
<b>M15% T0</b>	-34,48	-34,50	-34,49	-34,48	-34,46	-34,45	0,00	0,04	0,03	0,000
<b>M20% T0</b>	-34,98	-35,21	-35,10	-34,98	-34,87	-34,75	0,11	0,33	0,23	0,000
<b>MN T60</b>	-35,69	-36,04	-35,85	-35,65	-35,51	-35,37	0,11	0,34	0,34	-0,108
<b>M10% T60</b>	-35,78	-36,15	-36,00	-35,85	-35,59	-35,33	0,17	0,41	0,41	0,171
<b>M15% T60</b>	-35,02	-35,31	-35,17	-35,03	-34,88	-34,73	0,08	0,29	0,29	0,023
<b>M20% T60</b>	-35,65	-35,86	-35,83	-35,79	-35,54	-35,29	0,10	0,31	0,29	0,363

Os sorbets de manga T0 normal, 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica. No entanto, o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, vamos: o sorbet 10%, normal, 20% e por último, com menor variabilidade, o sorbet 15%. Em relação aos sorbets de manga T60, com uma distribuição assimétrica positiva temos os sorbets 10% e 20%; o sorbet normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa; e o sorbet 15% possui uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, os sorbets 20%, 15%, normal e por último, com maior variabilidade, o sorbet 10%.

Tabela 4.28 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Midpoint* (°C) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

<b><math>T_g</math> - <i>Midpoint</i> (°C)</b>										
<b>Sorbet Manga</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>MN T0</b>	-33,05	-33,50	-33,38	-33,26	-32,82	-32,38	0,35	0,59	0,56	0,314
<b>M10% T0</b>	-32,85	-33,46	-33,25	-33,03	-32,54	-32,05	0,52	0,72	0,71	0,237
<b>M15% T0</b>	-32,49	-32,63	-32,56	-32,49	-32,42	-32,35	0,04	0,20	0,14	0,000
<b>M20% T0</b>	-32,72	-33,17	-32,95	-32,72	32,50	-32,27	0,41	0,64	0,45	0,000
<b>MN T60</b>	-33,76	-34,03	-33,97	-33,91	-33,63	-33,35	0,13	0,36	0,34	0,338
<b>M10% T60</b>	-33,85	-34,19	-34,14	-34,08	-33,69	-33,29	0,24	0,49	0,45	0,363
<b>M15% T60</b>	-32,98	-33,13	-33,12	-33,10	-32,91	-32,72	0,05	0,23	0,21	0,377
<b>M20% T60</b>	-33,46	-33,90	-33,67	-33,44	-33,25	-33,05	0,18	0,43	0,43	-0,055

Os sorbets de manga T0 que apresentam uma distribuição assimétrica positiva são os sorbets normal e 10%, ao passo que os sorbets 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica. Por ordem decrescente de variabilidade, vemos os sorbets 10%, normal, 20% e, por último, com menor variabilidade, o sorbet 15%. Todos os sorbets de manga T60, apresentam uma

distribuição assimétrica positiva exceto o sorbet de manga 20% que possui uma distribuição simétrica. Por ordem crescente de variabilidade, temos os sorbets 15%, normal, 20% e por último, com maior variabilidade, o sorbet 10%.

Tabela 4.29 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $Endset$  ( $^{\circ}C$ ) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

<b><math>T_g</math> - <math>Endset</math> (<math>^{\circ}C</math>)</b>										
<b>Sorbet Manga</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>MN T0</b>	-31,87	-32,33	-32,05	-31,76	-31,64	-31,52	0,17	0,42	0,41	-0,246
<b>M10% T0</b>	-31,47	-31,99	-31,77	-31,55	-31,21	-30,87	0,32	0,56	0,56	0,139
<b>M15% T0</b>	-30,84	-30,87	-30,86	-30,84	-30,83	-30,81	0,00	0,04	0,03	0,000
<b>M20% T0</b>	-31,78	-31,79	-31,79	-31,78	-31,78	-31,77	0,00	0,01	0,01	0,000
<b>MN T60</b>	-32,93	-33,67	-33,33	-32,99	-32,56	-32,12	0,60	0,78	0,78	0,081
<b>M10% T60</b>	-32,71	-33,19	-33,08	-32,96	-32,48	-31,99	0,41	0,64	0,60	0,329
<b>M15% T60</b>	-30,96	-31,35	-31,30	-31,25	-30,76	-30,27	0,36	0,60	0,54	0,373
<b>M20% T60</b>	-32,37	-32,46	-32,42	-32,37	-32,33	-32,29	0,01	0,09	0,09	-0,039

Os sorbets de manga T0 15% e 20% possuem uma distribuição simétrica; o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva e o sorbet normal possui uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os sorbets 10%, normal, 15% e por último, com menor variabilidade, o sorbet 20%. Os sorbets de manga T60 normal e 20% apresentam uma distribuição simétrica e os sorbets 10% e 15% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, temos os sorbets 20%, 15% e 10%; por último, com maior variabilidade, o sorbet normal.

Tabela 4.30 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $\Delta CP$  ( $J/(g.^{\circ}C)$ ) dos sorbets de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0 e 60 após a produção (T0 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

<b><math>T_g</math> - <math>\Delta CP</math> (<math>J/(g.^{\circ}C)</math>)</b>										
<b>Sorbet Manga</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>MN T0</b>	0,63	0,59	0,59	0,60	0,65	0,69	0,00	0,06	0,05	0,355
<b>M10% T0</b>	0,62	0,60	0,60	0,60	0,63	0,67	0,00	0,04	0,03	0,371
<b>M15% T0</b>	0,56	0,54	0,55	0,56	0,57	0,57	0,00	0,02	0,01	0,000
<b>M20% T0</b>	0,56	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,00	0,06	0,04	0,000
<b>MN T60</b>	0,57	0,44	0,54	0,63	0,63	0,64	0,01	0,11	0,10	-0,376
<b>M10% T60</b>	0,65	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,00	0,04	0,04	0,010
<b>M15% T60</b>	0,61	0,58	0,59	0,59	0,62	0,64	0,00	0,03	0,03	0,348
<b>M20% T60</b>	0,58	0,49	0,56	0,62	0,62	0,62	0,01	0,07	0,06	-0,384

Os *sorbets* de manga T0 normal e 10% possuem uma distribuição simétrica e os *sorbets* 15% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, encontramos os *sorbets* normal, 20%, 10% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 15%. Relativamente aos *sorbets* de manga T60, os *sorbets* normal e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, contudo, o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição simétrica e o *sorbet* 15% possui uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de variabilidade, vemos os *sorbets* 15%, 10%, 20% e por último, com maior variabilidade, o *sorbet* normal.

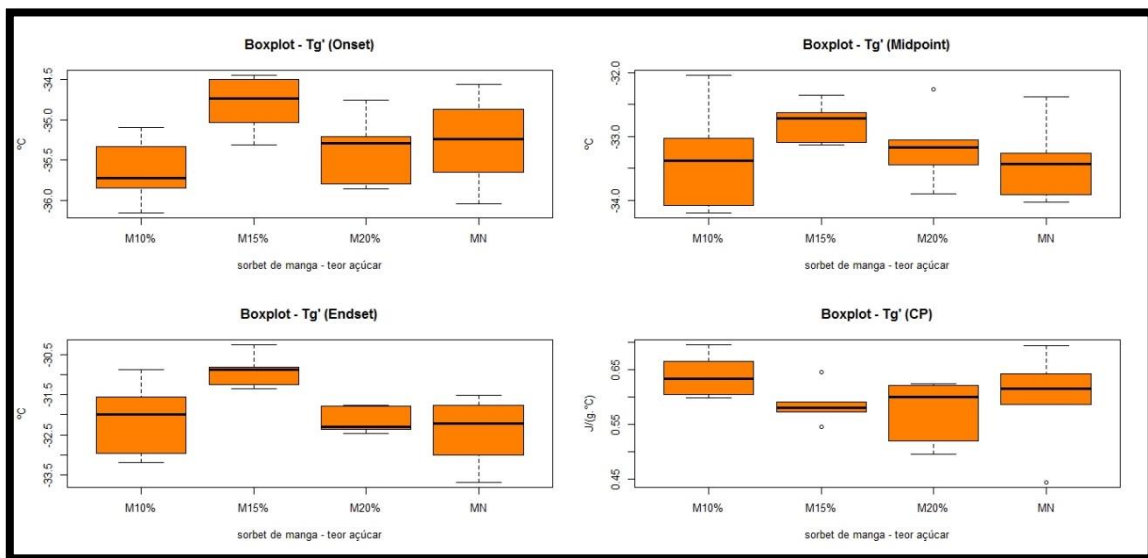


Figura 4.29 - *Boxplots* referentes à segunda Transição vítrea (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e *CP*) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). Os dados do T0 e T60 estão englobados em cada *boxplot*. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *boxplots* da figura 4.29 apresentam os resultados do T0 e T60 globalmente. Para o Tg' (*Midpoint*) há um *outlier* para o *sorbet* 20% e para o *sorbet* 15% existem dois *outliers*.

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	1.000	-0.500	-0.5
M10	0.969	1.000	-0.500	-0.5
M15	-0.596	-0.380	1.000	1.0
M20	-0.857	-0.704	0.925	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	1.000	-0.500	-0.5
M10	0.999	1.000	-0.500	-0.5
M15	-0.584	-0.540	1.000	1.0
M20	-0.118	-0.065	0.875	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	1.000	-0.50	-0.5
M10	0.963	1.000	-0.50	-0.5
M15	-0.779	-0.582	1.00	1.0
M20	-0.407	-0.147	0.89	1.0

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.500	-0.500	0.5
M10	0.822	1.000	-1.000	1.0
M15	-0.976	-0.927	1.000	-1.0
M20	0.996	0.872	-0.992	1.0

Figura 4.30 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R).

Na Tg' (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com o sorbet 10%, uma média e negativa correlação com o sorbet 15% e uma forte e negativa correlação com o sorbet 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet de manga normal apresenta uma total correlação com o sorbet 10%. Em relação à correlação entre os sorbets de manga normal com os sorbets 15% e 20%, estes apresentam uma média e negativa correlação para o coeficiente de Spearman.

Na Tg' (*Midpoint*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com o sorbet 10%, com o sorbet 15% apresenta uma correlação média e negativa e apresenta uma correlação fraca e negativa com a manga 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma total correlação com a manga 10% e para os sorbets 15% e 20% apresenta uma correlação média e negativa.

Na Tg' (*Endset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com o sorbet 10%, com o sorbet 15% apresenta uma correlação forte e negativa e apresenta uma correlação média e negativa com a manga 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma total correlação com a manga 10% e para os sorbets 15% e 20% apresenta uma correlação média e negativa.

Para a Tg' (CP), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação com os sorbets 10% e 20%, contudo, apresenta uma correlação forte e negativa com a manga 15%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet normal apresenta uma média e negativa correlação com a manga 15% e para os sorbets 10% e 20% apresenta uma correlação média e positiva.

## Limão

A análise do *sorbet* de limão realizou-se apenas no tempo T30 após a produção do mesmo. Seguem-se as tabelas com os estatísticos básicos.

Tabela 4.31 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – *Onset* (°C) dos *sorbets* de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Cristalização - <i>Onset</i> (°C)										
<i>Sorbet</i> Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. <i>Skewness</i>
LN T30	-17,03	-19,52	-19,38	-19,24	-15,79	-12,33	16,59	4,07	3,60	0,383
L10% T30	-21,08	-22,73	-21,91	-21,09	-20,26	-19,43	2,72	1,65	1,65	0,004
L15% T30	-21,82	-23,07	-22,65	-22,23	-21,20	-20,16	2,24	1,50	1,46	0,253
L20% T30	-21,51	-22,56	-22,37	-22,18	-20,99	-19,79	2,25	1,50	1,39	0,357

Todos os *sorbets* de limão T30 apresentam uma distribuição assimétrica positiva, sem contar com o *sorbet* 10% que possui uma distribuição simétrica. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os *sorbets* normal, 10%, 15% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* de limão 20%.

Tabela 4.32 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Máximo (°C) dos *sorbets* de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Cristalização - Máximo (°C)										
<i>Sorbet</i> Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. <i>Skewness</i>
LN T30	-10,76	-11,49	-11,42	-11,35	-10,39	-9,43	1,32	1,15	1,03	0,379
L10% T30	-15,50	-16,53	-16,31	-16,09	-14,98	-13,87	2,03	1,43	1,33	0,344
L15% T30	-13,85	-15,13	-15,10	-15,06	-13,22	-11,37	4,63	2,15	1,88	0,384
L20% T30	-15,00	-19,15	-17,33	-15,51	-12,93	-10,34	19,60	4,43	4,41	0,114

Os *sorbets* de limão T30 normal, 10%, 15% e 20% possuem todos uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* de limão normal.

Tabela 4.33 - Tabela de estatísticos básicos da Cristalização – Entalpia (J/g) dos *sorbets* de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Cristalização - Entalpia (J/g)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	143,47	126,90	128,00	129,10	151,75	174,40	718,86	26,81	23,75	0,382
L10% T30	139,00	98,20	126,65	155,10	159,40	163,70	1266,97	35,59	32,75	-0,360
L15% T30	148,43	125,00	142,20	159,40	160,15	160,90	412,40	20,31	17,95	-0,383
L20% T30	120,81	95,92	110,06	124,20	133,25	142,30	546,41	23,38	23,19	-0,142

Os *sorbets* de limão T30 10%, 15% e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, enquanto que o *sorbet* normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 10%, normal, 20% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* de limão 15%.

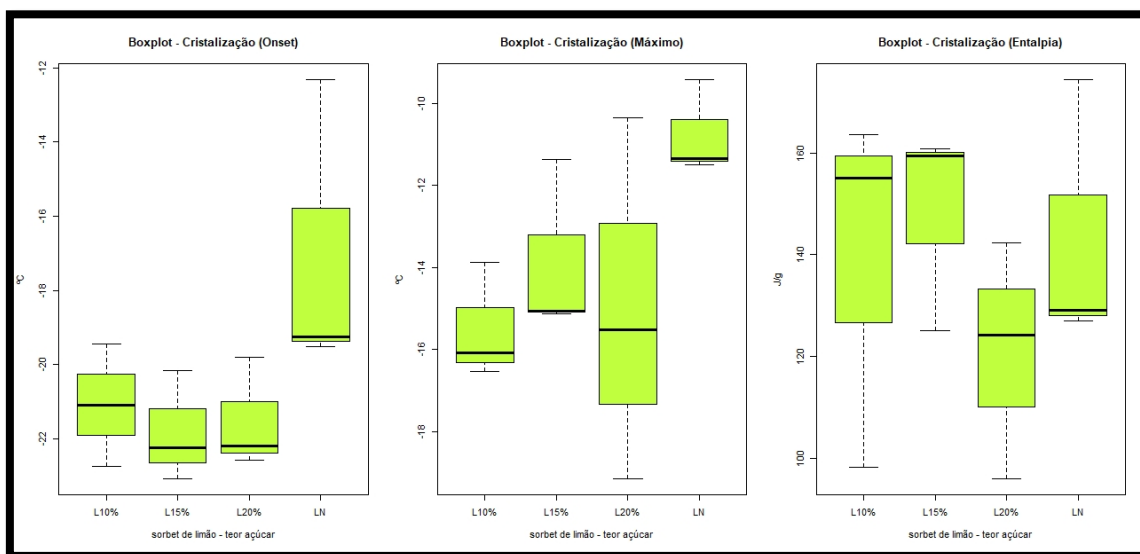


Figura 4.31 - *Boxplots* referentes à Cristalização (*Onset*, *Máximo*, *Entalpia*) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *boxplots* da figura 4.31 referem-se aos resultados dos *sorbets* de limão T30. Não apresentam nenhum *outlier*.



	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	-0.50	-0.5
L10	-0.846	1.000	-0.50	1.0
L15	-0.270	-0.284	1.00	-0.5
L20	-0.578	0.924	-0.63	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	-0.500	-1.0
L10	-0.579	1.000	-0.500	0.5
L15	-0.538	-0.376	1.000	0.5
L20	-0.846	0.055	0.905	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	1.000	0.500	1.0
L10	0.633	1.000	0.500	1.0
L15	0.504	0.988	1.000	0.5
L20	0.820	0.962	0.907	1.0

Figura 4.32 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Cristalização (*Onset*), Cristalização (Máximo) e Cristalização (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na Cristalização (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de limão normal apresenta uma forte e negativa correlação com o sorbet de limão 10%, uma fraca e negativa correlação com o sorbet 15% e para o sorbet 20% apresenta uma correlação média negativa. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o sorbet de limão normal apresenta uma média e negativa correlação com todos os três sorbets de limão.

Na Cristalização (Máximo), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o sorbet de limão normal apresenta uma média e negativa correlação com os sorbets 10% e 15%. Enquanto que para o sorbet 20% apresenta uma forte e negativa correlação para ambos os coeficientes.

Na Cristalização (Entalpia), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o sorbet de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com o sorbet 15% e uma forte e positiva correlação com o sorbet 20%. Para o sorbet 10% apresenta uma média e positiva correlação para o coeficiente de Pearson e para o coeficiente de Spearman apresenta uma total correlação.

Na figura 4.33 observa-se o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro sorbets de limão, para a Cristalização. Destaca-se o termograma do sorbet de limão 15% com um pico máximo mais baixo do que os outros.

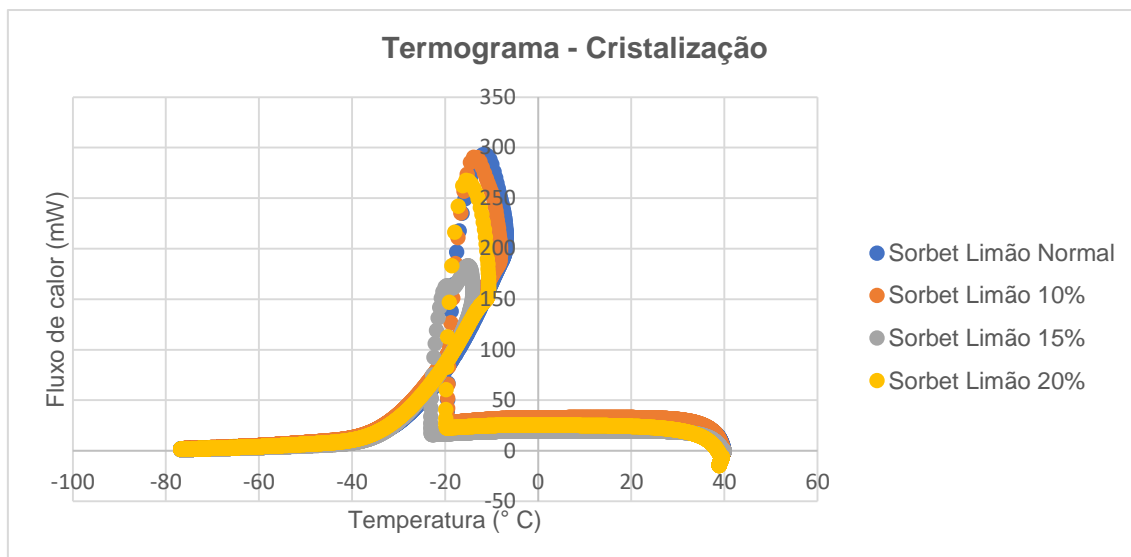


Figura 4.33 - Termograma do perfil de cristalização dos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.34 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Onset (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Onset (°C)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	-8,12	-8,56	-8,29	-8,02	-7,90	-7,77	0,16	0,40	0,40	-0,226
L10% T30	-8,27	-8,29	-8,29	-8,28	-8,26	-8,23	0,00	0,03	0,03	0,343
L15% T30	-8,18	-8,76	-8,62	-8,48	-7,90	-7,31	0,59	0,77	0,73	0,328
L20% T30	-8,57	-10,52	-9,49	-8,45	-7,59	-6,73	3,60	1,90	1,90	-0,061

Os sorbets de limão T30 10% e 15% possuem uma distribuição assimétrica positiva; o sorbet 20% possui uma distribuição simétrica; e o sorbet normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos: os sorbets 20%, 15%, normal e, por último, com menor variabilidade, o sorbet de limão 10%.

Tabela 4.35 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Máximo (°C) dos sorbets de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Fusão - Máximo (°C)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	-1,79	-2,38	-2,27	-2,16	-1,49	-0,82	0,71	0,84	0,78	0,356
L10% T30	-1,94	-2,58	-2,13	-1,67	-1,62	-1,56	0,31	0,56	0,51	-0,368
L15% T30	-1,53	-2,37	-1,85	-1,33	-1,11	-0,88	0,58	0,76	0,75	-0,240
L20% T30	-1,27	-2,71	-2,10	-1,49	-0,55	0,39	2,44	1,56	1,55	0,138

Os *sorbets* de limão T30 normal e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva e os *sorbets* 10% e 15% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos; o *sorbet* 20%, normal, 15% e, por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 10%.

Tabela 4.36 - Tabela de estatísticos básicos da Fusão – Entalpia (J/g) dos *sorbets* de limão (MN, M10%, M15% e M20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Fusão - Entalpia (J/g)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	159,57	146,50	146,55	146,60	166,10	185,60	508,30	22,55	19,55	0,385
L10% T30	166,27	118,70	152,00	185,30	190,05	194,80	1719,50	41,47	38,05	-0,362
L15% T30	169,30	125,40	158,10	190,80	191,25	191,70	1445,61	38,02	33,15	-0,385
L20% T30	145,17	115,70	132,35	149,00	159,90	170,80	770,02	27,75	27,55	-0,136

Os *sorbets* de limão T30 10%, 15% e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, enquanto que o *sorbet* normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 10%, 15%, 20% e, por último, com menor variabilidade, o *sorbet* normal.

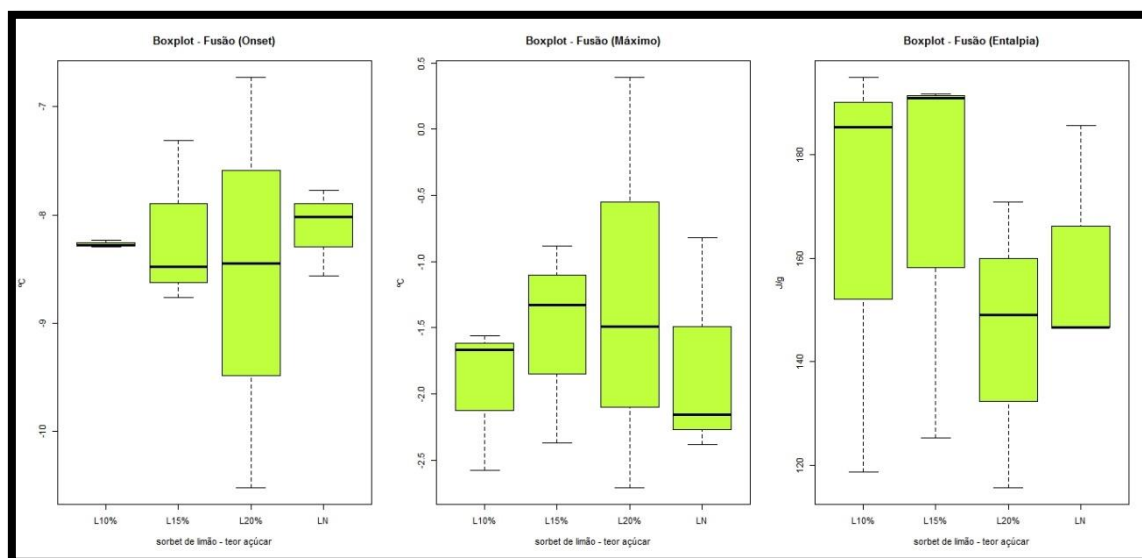


Figura 4.34 - Boxplots referentes à Fusão (Onset, Máximo, Entalpia) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *boxplots* da figura 4.34 referem-se aos resultados dos *sorbets* de limão T30. Não apresentam nenhum *outlier*.

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.50	0.500	0.5
L10	0.357	1.00	1.000	-0.5
L15	0.382	1.00	1.000	-0.5
L20	0.259	-0.81	-0.794	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.500	0.500	-0.5
L10	0.472	1.000	1.000	0.5
L15	0.638	0.980	1.000	0.5
L20	-0.250	0.736	0.586	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	1.000	0.500	1.0
L10	0.598	1.000	0.500	1.0
L15	0.492	0.992	1.000	0.5
L20	0.801	0.959	0.915	1.0

Figura 4.35 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) da Fusão (*Onset*), Fusão (Máximo) e Fusão (Entalpia), da esquerda para a direita. (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Na Fusão (*Onset*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com os *sorbets* 10% e 15%; enquanto que, para o *sorbet* 20%, apresenta uma fraca e positiva correlação para o coeficiente de Pearson e uma correlação média e positiva para o coeficiente de Spearman.

Na Fusão (Máximo), para ambos os coeficientes de Pearson e de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com os *sorbets* 10% e 15%. No entanto, para o *sorbet* 20%, o *sorbet* de limão normal apresenta uma fraca e negativa correlação para o coeficiente de Pearson e uma correlação média e negativa para o coeficiente de Spearman.

Na Fusão (Entalpia), o *sorbet* de limão normal apresenta uma correlação média e positiva com o *sorbet* 15% e uma correlação forte e positiva com o *sorbet* 20%, em ambos os coeficientes (Pearson e Spearman). No que toca à correlação entre o *sorbet* normal e o *sorbet* 10%, para o coeficiente de Pearson existe uma média e positiva correlação, enquanto que para o coeficiente de Spearman há uma forte e positiva correlação.

Na figura 4.36 observa-se o conjunto dos termogramas sobrepostos dos quatro *sorbets* de limão, para a Fusão. Destaca-se o termograma do *sorbet* de limão 10% com um pico máximo a uma temperatura mais baixa do que os outros.

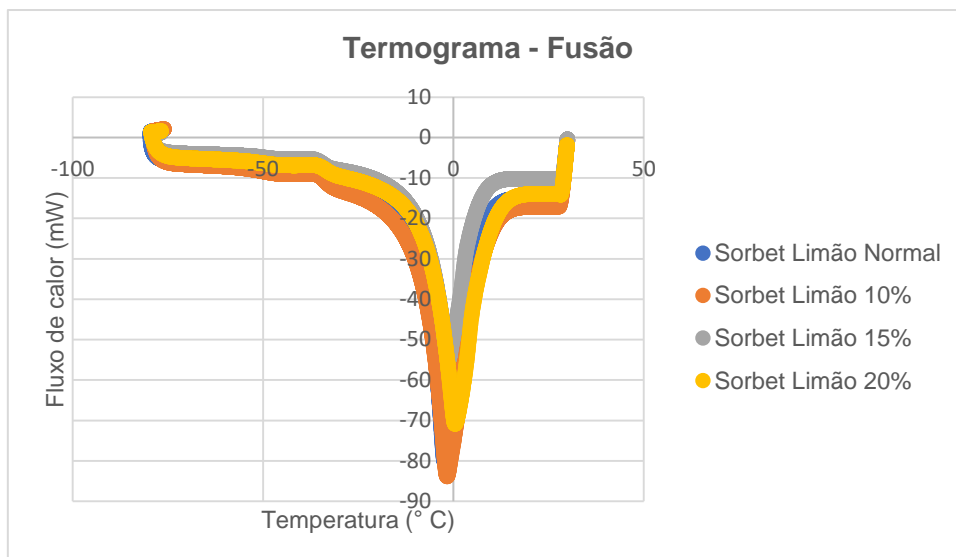


Figura 4.36 - Termograma do perfil de fusão dos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%).

Tabela 4.37 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Onset* (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Tg - Onset (°C)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	-53,70	-54,52	-54,11	-53,70	-53,29	-52,88	0,67	0,82	0,82	0,000
L10% T30	-51,29	-52,70	-51,93	-51,15	-50,58	-50,01	1,82	1,35	1,35	-0,100
L15% T30	-51,94	-53,65	-52,75	-51,84	-51,08	-50,32	2,78	1,67	1,67	-0,058
L20% T30	-53,40	-54,22	-53,97	-53,72	-52,99	-52,26	1,04	1,02	0,98	0,283

Os sorbets de limão T30 normal e 15% possuem uma distribuição simétrica; o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica negativa e, por fim, o sorbet 20% possui uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos: os sorbets 15%, 10%, 20% e por último, com menor variabilidade, o sorbet normal.

Tabela 4.38 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Midpoint* (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Tg - Midpoint (°C)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	-50,59	-51,20	-50,89	-50,58	-50,29	-49,99	0,37	0,61	0,61	-0,017
L10% T30	-49,17	-49,80	-49,56	-49,32	-48,86	-48,39	0,51	0,72	0,71	0,200
L15% T30	-49,50	-50,50	-50,49	-50,48	-49,00	-47,52	2,94	1,71	1,49	0,385
L20% T30	-49,94	-51,57	-50,84	-50,11	-49,12	-48,13	2,98	1,73	1,72	0,099

Os *sorbets* de limão T30 normal e 20% possuem uma distribuição assimétrica positiva e com uma distribuição assimétrica positiva temos os *sorbets* 10% e 15%. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* 20%, 15%, 10% e, por último, com menor variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.39 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) – *Endset* ( $^{\circ}\text{C}$ ) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

<b><math>T_g</math> - <i>Endset</i> (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>										
<b>Sorbet Limão</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>LN T30</b>	-46,90	-47,01	-46,95	-46,89	-46,85	-46,81	0,01	0,10	0,10	-0,130
<b>L10% T30</b>	-47,10	-47,38	-47,29	-47,20	-46,96	-46,72	0,12	0,34	0,33	0,268
<b>L15% T30</b>	-46,90	-47,54	-47,21	-46,87	-46,58	-46,28	0,40	0,63	0,63	-0,042
<b>L20% T30</b>	-46,77	-47,43	-47,20	-46,97	-46,44	-45,90	0,62	0,79	0,77	0,242

Os *sorbets* de limão T30 10% e 20% possuem uma distribuição assimétrica positiva; o *sorbet* normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa e o *sorbet* 15% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os *sorbets* 20%, 15%, 10% e, por último, com menor variabilidade, o *sorbet* normal.

Tabela 4.40 - Tabela de estatísticos básicos da Transição vítrea ( $T_g$ ) –  $\Delta\text{CP}$  ( $\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$ ) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

<b><math>T_g</math> - <math>\Delta\text{CP}</math> (<math>\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})</math>)</b>										
<b>Sorbet Limão</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>LN T30</b>	0,23	0,21	0,21	0,22	0,24	0,26	0,00	0,03	0,03	0,353
<b>L10% T30</b>	0,18	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,00	0,04	0,04	-0,132
<b>L15% T30</b>	0,21	0,15	0,19	0,22	0,23	0,24	0,00	0,05	0,05	-0,238
<b>L20% T30</b>	0,20	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,00	0,01	0,01	-0,381

Todos os *sorbets* de limão T30 apresentam uma distribuição assimétrica negativa, exceto o *sorbet* normal que apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os *sorbets* 15%, 10%, normal e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* 20%.

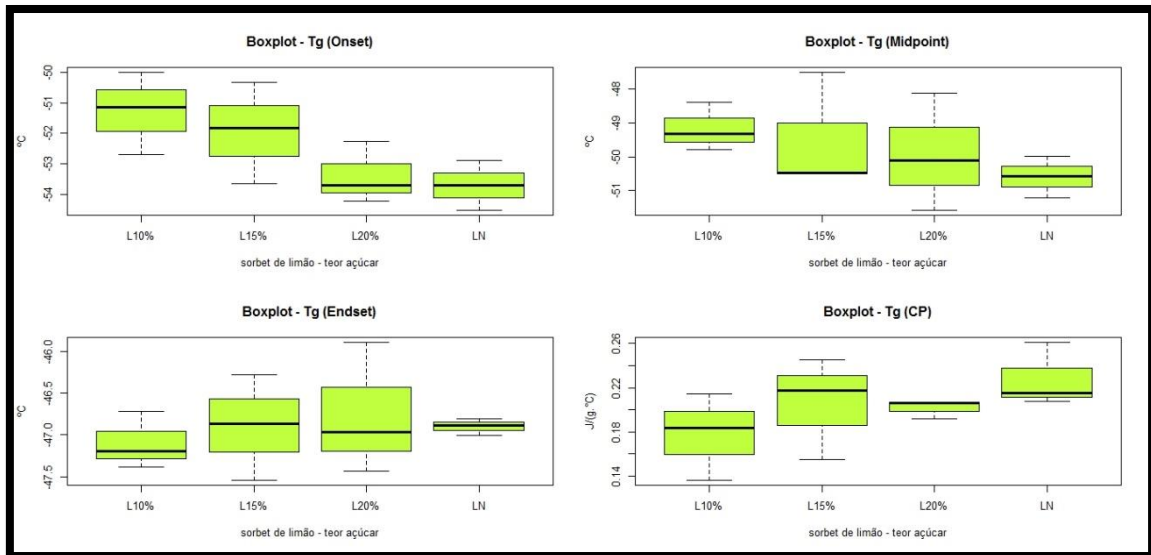


Figura 4.37 - *Boxplots* referentes à Transição vítrea (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e *CP*) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

Os *boxplots* da imagem acima referem-se aos resultados dos sorbets de limão T30. Não apresentam nenhum *outlier*.

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.500	-1.000	-0.5
L10	0.422	1.000	-0.500	0.5
L15	-0.999	-0.467	1.000	0.5
L20	-0.717	0.330	0.681	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.500	-0.500	-1.0
L10	0.348	1.000	-1.000	-0.5
L15	-0.870	-0.765	1.000	0.5
L20	-0.997	-0.415	0.904	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-1.000	-1.000	-1
L10	-0.990	1.000	1.000	1
L15	-0.989	0.957	1.000	1
L20	-0.994	1.000	0.966	1

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.500	-0.50	0.5
L10	0.714	1.000	0.50	1.0
L15	0.086	0.759	1.00	0.5
L20	0.420	0.935	0.94	1.0

Figura 4.38 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do software R).

Na Tg (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o sorbet de limão normal apresenta uma forte e negativa correlação com os sorbets 15% e 20%, no entanto, apresenta uma média e

positiva correlação com o *sorbet* 10%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com o *sorbet* 10%; uma forte e negativa correlação com o limão 15% e uma correlação média e negativa com o *sorbet* 20%.

Na Tg (*Midpoint*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com o *sorbet* 10% e uma forte e negativa correlação com o *sorbet* 20%. Para o *sorbet* 15% apresenta uma forte e negativa correlação para o coeficiente de Pearson e para o coeficiente de Spearman apresenta uma correlação média e negativa.

Na Tg (*Endset*), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma forte e negativa correlação com os *sorbets* 10%, 15% e 20%.

Para a Tg (CP), o *sorbet* de limão normal apresenta, relativamente ao coeficiente de Pearson, uma correlação forte e positiva com o *sorbet* 10%, uma fraca e positiva correlação com o *sorbet* 15% e, finalmente, uma média e positiva correlação com o *sorbet* de limão 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com os *sorbets* 10% e 20%. Contudo, apresenta uma correlação média e negativa com o limão 15%.

Tabela 4.41 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – Onset (°C) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Tg' - Onset (°C)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	-35,58	-36,05	-35,90	-35,74	-35,35	-34,95	0,32	0,57	0,55	0,260
L10% T30	-36,07	-36,53	-36,29	-36,05	-35,84	-35,62	0,21	0,46	0,46	-0,037
L15% T30	-35,72	-35,75	-35,73	-35,71	-35,71	-35,70	0,00	0,03	0,03	-0,324
L20% T30	-35,54	-36,19	-35,72	-35,24	-35,21	-35,18	0,32	0,57	0,51	-0,380

Os *sorbets* de limão T30 15% e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, o *sorbet* normal apresenta uma distribuição assimétrica positiva e, por último, o *sorbet* 10% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os *sorbets* normal, 20%, 10% e por último, com menor variabilidade, o *sorbet* de limão 15%.



Tabela 4.42 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – *Midpoint* (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

<b>Tg' - Midpoint (°C)</b>										
<b>Sorbet Limão</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>LN T30</b>	-33,46	-34,00	-33,95	-33,90	-33,19	-32,48	0,72	0,85	0,76	0,379
<b>L10% T30</b>	-34,45	-35,15	-34,82	-34,48	-34,10	-33,72	0,51	0,72	0,72	0,042
<b>L15% T30</b>	-33,98	-34,05	-34,03	-34,01	-33,95	-33,89	0,01	0,08	0,08	0,287
<b>L20% T30</b>	-33,63	-34,06	-33,77	-33,47	-33,42	-33,37	0,14	0,37	0,35	-0,354

Os sorbets de limão T30 que apresentam uma distribuição assimétrica positiva são os sorbets normal e 15%, ao passo que o sorbet 10% possui uma distribuição simétrica e o sorbet 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os sorbets normal, 10%, 20% e, por último, com menor variabilidade, o sorbet 15%.

Tabela 4.43 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea (Tg') – *Endset* (°C) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

<b>Tg' - Endset (°C)</b>										
<b>Sorbet Limão</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Q<sub>25</sub></b>	<b>Mediana</b>	<b>Q<sub>75</sub></b>	<b>Máximo</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IQR</b>	<b>C. Skewness</b>
<b>LN T30</b>	-32,11	-32,88	-32,86	-32,83	-32,83	-30,62	1,67	1,29	1,13	0,384
<b>L10% T30</b>	-33,42	-34,00	-33,72	-33,44	-33,14	-32,83	0,34	0,59	0,59	0,028
<b>L15% T30</b>	-33,06	-33,15	-33,11	-33,07	-33,01	-32,95	0,01	0,10	0,10	0,130
<b>L20% T30</b>	-32,78	-33,18	-33,16	-33,14	-32,59	-32,03	0,43	0,65	0,58	0,383

Todos os sorbets de limão T30 possuem uma distribuição assimétrica positiva, com exceção do sorbet de limão 10% que apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem decrescente de variabilidade, observamos: os sorbets normal, 10%, 20% e por último, com menor variabilidade, o sorbet 15%.

Tabela 4.44 - Tabela de estatísticos básicos da segunda Transição vítrea ( $T_g'$ ) –  $\Delta CP$  ( $J/(g \cdot ^\circ C)$ ) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) no dia 30 após a produção (T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Tg' - ΔCP (J/(g.°C))										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q25	Mediana	Q75	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T30	0,61	0,54	0,57	0,61	0,65	0,69	0,01	0,07	0,07	0,056
L10% T30	0,59	0,49	0,53	0,58	0,64	0,71	0,01	0,11	0,11	0,128
L15% T30	0,58	0,48	0,55	0,62	0,63	0,65	0,01	0,09	0,08	-0,349
L20% T30	0,51	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,00	0,05	0,05	-0,193

Os sorbets de limão T30 15% e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa, o sorbet normal possui uma distribuição simétrica e o sorbet 10% apresenta uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem decrescente de variabilidade, temos: os sorbets 10%, 15%, normal e por último, com menor variabilidade, o sorbet 20%.

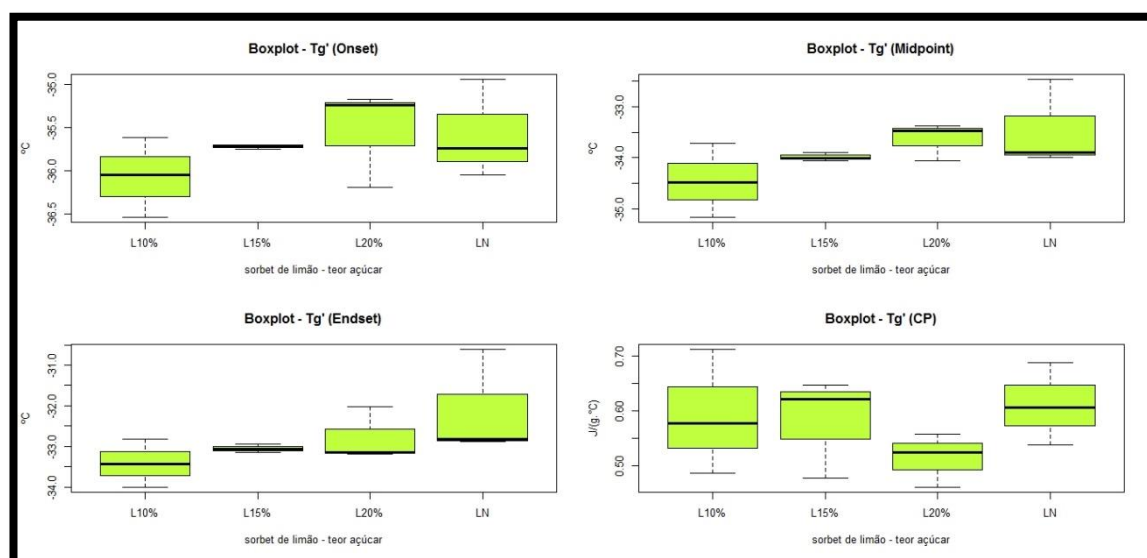


Figura 4.39 - Boxplots referentes à segunda Transição vítrea (Onset, Midpoint, Endset e CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

Os boxplots da imagem acima referem-se aos resultados dos sorbets de limão T30. Não apresentam nenhum outlier.

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	0.500	-0.5
L10	-0.243	1.000	0.500	1.0
L15	0.423	0.776	1.000	0.5
L20	0.193	0.905	0.971	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	-1.000	-0.5
L10	-0.095	1.000	0.500	1.0
L15	-0.735	0.745	1.000	0.5
L20	0.324	0.911	0.404	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	0.500	-0.5
L10	-0.044	1.000	-1.000	1.0
L15	-0.095	-0.990	1.000	-1.0
L20	-0.490	0.892	-0.821	1.0

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	-0.500	0.500	-0.5
L10	-0.555	1.000	0.500	-0.5
L15	0.192	0.710	1.000	-1.0
L20	-0.679	-0.233	-0.851	1.0

Figura 4.40 - Matrizes de coeficientes de correlação de Pearson (zona inferior da diagonal) e de Spearman (zona superior da diagonal) para os quatro *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) das segundas Transições vítreas (*Onset*, *Midpoint*, *Endset* e  $\Delta$ CP). Em cima, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Onset* e *Midpoint*) e em baixo, da esquerda para a direita, Transição vítrea (*Endset* e  $\Delta$ CP). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Na Tg' (*Onset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de limão normal apresenta uma fraca e negativa correlação com o *sorbet* 10%, uma média e positiva correlação com o *sorbet* 15% e uma fraca e positiva correlação com o *sorbet* 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e positiva correlação com o *sorbet* 15%. Em relação à correlação entre os *sorbets* de limão normal com os *sorbets* 10% e 20%, estes apresentam uma média e negativa correlação para o coeficiente de Spearman.

Na Tg' (*Midpoint*), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de limão normal apresenta uma fraca e negativa correlação com o *sorbet* 10%. Com o *sorbet* 15%, apresenta uma correlação forte e negativa e apresenta uma correlação média e positiva com o limão 20%. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* normal apresenta uma correlação forte e negativa com o *sorbet* 15% e para os *sorbets* 10% e 20% apresenta uma correlação média e negativa.

Na Tg' (*Endset*), em relação ao coeficiente de Pearson, o *sorbet* de limão normal apresenta uma fraca e negativa correlação com os *sorbets* 10% e 15%; contudo, com o *sorbet* 20% apresenta uma correlação média e negativa. Relativamente ao coeficiente de Spearman, o *sorbet* normal apresenta uma média e negativa correlação com os *sorbets* 10% e 20% e para o *sorbet* 15% apresenta uma correlação média e positiva.

Para a Tg' (CP), tanto para o coeficiente de Pearson como para o coeficiente de Spearman, o *sorbet* de limão normal apresenta uma média e negativa correlação com os *sorbets* 10% e 20%. Para o *sorbet* 15% apresenta uma fraca e positiva correlação para o coeficiente de Pearson e para o coeficiente de Spearman, apresenta uma correlação média e positiva.

#### 4.5 Teste do Derretimento

##### Gelado Derretido Total

##### Nata

A seguinte tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à percentagem de gelado derretido total dos gelados de nata.

*Tabela 4.45* - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do software R).

Gelado Derretido Total (%)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	60,37	58,50	58,73	58,97	61,31	63,65	8,12	2,85	2,58	0,373
<b>N10% T0</b>	59,44	57,27	57,58	57,90	60,53	63,16	10,45	3,23	2,94	0,368
<b>N15% T0</b>	57,23	53,55	56,03	58,52	59,07	59,62	10,48	3,24	3,04	-0,335
<b>N20% T0</b>	56,75	51,78	53,65	55,51	59,24	62,96	32,38	5,69	5,59	0,207
<b>NN T30</b>	57,00	52,04	54,44	56,84	59,47	62,11	25,35	5,03	5,03	0,032
<b>N10% T30</b>	60,03	55,27	57,18	59,09	62,41	65,74	28,07	5,30	5,23	0,173
<b>N15% T30</b>	55,53	54,89	55,37	55,85	55,85	55,85	0,31	0,55	0,48	-0,385
<b>N20% T30</b>	62,10	61,82	61,82	61,83	62,24	62,66	0,23	0,48	0,42	0,385
<b>NN T60</b>	51,30	47,99	50,31	52,63	52,96	53,29	8,35	2,89	2,65	-0,363
<b>N10% T60</b>	50,05	47,65	49,33	51,00	51,24	51,48	4,36	2,09	1,92	-0,362
<b>N15% T60</b>	46,73	45,17	45,60	46,03	47,51	48,98	4,00	2,00	1,91	0,306
<b>N20% T60</b>	54,00	49,87	51,81	53,74	56,06	58,38	18,15	4,26	4,26	0,060

Para o T0 verifica-se uma relação de diminuição do derretimento comparado com o teor de açúcar. Contudo, para o T30, os valores dos gelados 10% e 20% são superiores ao gelado normal e, para o T60, verifica-se um aumento no gelado 20%.

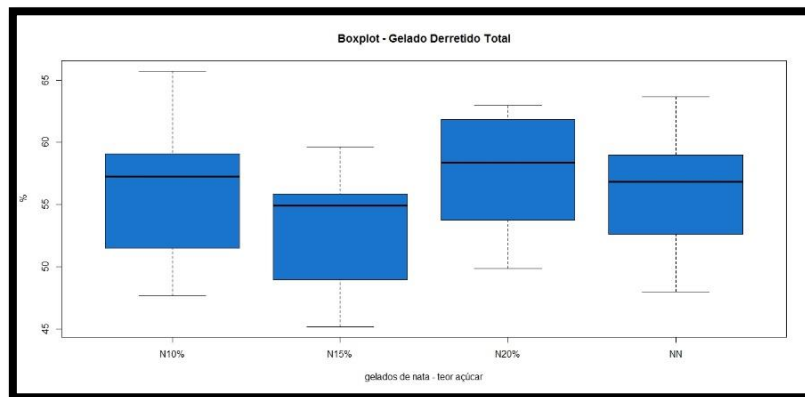


Figura 4.41 - *Boxplots* referentes ao gelado derretido total dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os gelados de nata T0 normal, 10% e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva mas, para o gelado de nata 15%, observou-se uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de variabilidade, temos os gelados de 20%, 15%, 10% e por último, com menor variabilidade, o gelado de nata normal.

Em relação aos gelados de nata T30, com uma distribuição assimétrica positiva temos os gelados 10% e 20%, em oposição ao, o gelado de nata 15% que apresenta uma distribuição assimétrica negativa e o gelado normal que tem uma distribuição próxima da simetria. Tanto o gelado de nata normal como o gelado 10% possuem uma elevada dispersão de resultados, com valores bastante próximos, assim como os gelados de 15% e 20% apresentam valores semelhantes, mas que sugerem uma baixa dispersão de resultados.

Observou-se, para os gelados de nata T60, uma distribuição assimétrica positiva para o gelado 15%, uma distribuição assimétrica negativa para os gelados normal e 10% (valores bastante próximos de *c. Skewness*) e ainda, uma distribuição simétrica para o gelado de nata 20%. De forma crescente de variabilidade, os gelados de nata distribuem-se do 15%, 10%, normal até 20%.

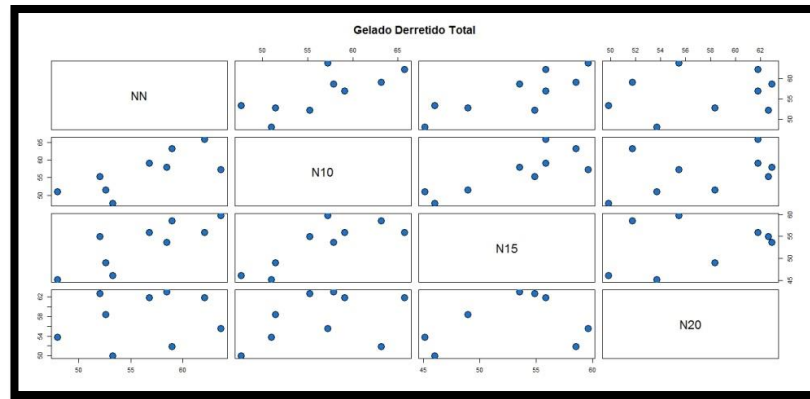


Figura 4.42 - *Scatterplot* referente ao gelado derretido total dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.700	0.833	0.050
N10	0.741	1.000	0.767	0.400
N15	0.817	0.809	1.000	0.133
N20	0.187	0.409	0.338	1.000

Figura 4.43 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para o gelado derretido total. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Para o coeficiente de Pearson o gelado de nata normal apresenta uma forte e positiva correlação com as natas 10% e 15%, contudo apresenta uma correlação fraca e positiva com a nata 20%. Em relação ao coeficiente de Spearman, tanto o gelado 10% como o gelado 15% apresentam uma forte e positiva correlação com o gelado de nata normal. Contudo, o gelado normal apresenta uma fraca e positiva correlação com o gelado 20%.

## Manga

A tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à percentagem de gelado derretido total dos *sorbets* de manga.

Tabela 4.46 - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Gelado Derretido Total (%)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	10,10	9,75	9,81	9,86	10,27	10,69	0,26	0,51	0,47	0,366
M10% T0	7,69	7,11	7,36	7,62	7,98	8,34	0,38	0,62	0,61	0,113
M15% T0	9,92	8,90	9,33	9,75	10,43	11,12	1,25	1,12	1,11	0,150
M20% T0	9,63	9,43	9,46	9,48	9,73	9,98	0,09	0,31	0,28	0,372
MN T30	10,16	9,73	9,93	10,14	10,38	10,62	0,20	0,44	0,44	0,057
M10% T30	11,86	11,57	11,66	11,75	12,01	12,26	0,13	0,36	0,34	0,281
M15% T30	12,90	12,33	12,48	12,63	13,19	13,75	0,56	0,75	0,71	0,314
M20% T30	13,09	12,51	12,85	13,19	13,39	13,59	0,30	0,55	0,54	-0,163
MN T60	20,59	19,69	19,78	19,87	21,05	22,23	2,00	1,42	1,27	0,378
M10% T60	23,05	20,76	22,36	23,96	24,20	24,44	4,01	2,00	1,84	-0,360
M15% T60	22,64	22,00	22,17	22,35	22,96	23,57	0,68	0,83	0,79	0,306
M20% T60	17,47	17,28	17,42	17,56	17,57	17,59	0,03	0,17	0,16	-0,371

Verifica-se uma descida entre os *sorbets* de manga normal e 10% e uma subida entre os *sorbets* 15% e 20%.

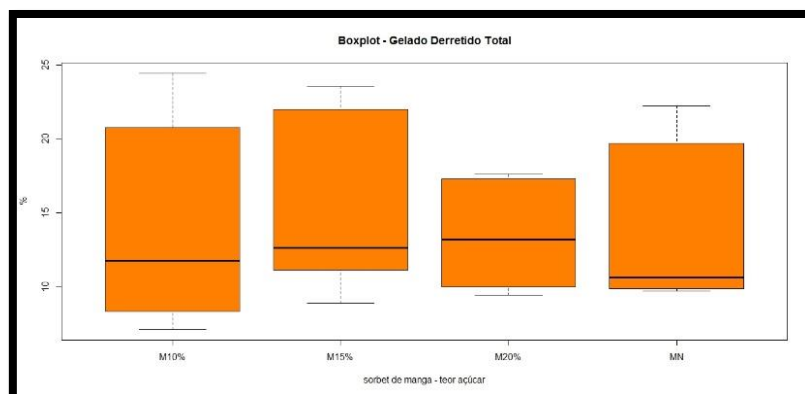


Figura 4.44 - *Boxplots* referentes ao gelado derretido total dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os quatro *sorbets* de manga apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Apesar disso, o *sorbet* de manga 10% exibe uma distribuição muito próxima da simetria (valores da média e mediana muito próximos). Os *sorbets* normal, 10% e 20% têm uma baixa variabilidade, passando do *sorbet* 20% (mais baixo) até o *sorbet* de manga 10% (mais elevado), comparativamente ao *sorbet* de manga 15%.

Em relação aos *sorbets* de manga T30, todos os *sorbets*, como exceção do *sorbet* 20%, partilham uma distribuição assimétrica positiva. Apenas o *sorbet* de manga 20% apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Os quatro *sorbets* apresentam valores de dispersão

de resultados bastante próximos uns dos outros e relativamente baixos. Do *sorbet* de menor variabilidade para o maior, temos: 10%, normal, 20% e por fim, o *sorbet* de manga 15%.

Observou-se, para os *sorbets* de manga T60, uma distribuição assimétrica positiva; para os *sorbets* normal e 15% e uma distribuição assimétrica negativa para os *sorbets* 10% e 20%. O *sorbet* de manga com menor dispersão de resultados foi o 20% seguido do 15%, normal e terminando no *sorbet* de manga 10% com maior valor de dispersão de resultados.

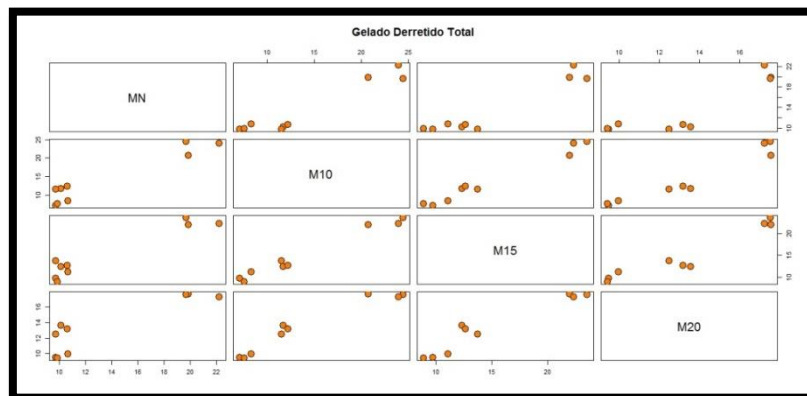


Figura 4.45 - *Scatterplot* referente ao gelado derretido total dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.767	0.633	0.733
M10	0.954	1.000	0.933	0.917
M15	0.955	0.988	1.000	0.883
M20	0.887	0.967	0.960	1.000

Figura 4.46 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para o gelado derretido total. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Para o coeficiente de Pearson, os três *sorbets* de manga apresentam uma forte e positiva correlação com o *sorbet* de manga normal. Para o coeficiente de Spearman, o *sorbet* de manga normal apresenta uma forte e positiva correlação para os *sorbets* 15% e 20%, enquanto que para o *sorbet* 15%, apresenta uma média e positiva correlação.



## Limão

A tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à percentagem de gelado derretido total dos *sorbets* de limão.

Tabela 4.47 - Tabela de estatísticos básicos do gelado derretido total (%) dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%) nos dias 0, 15 e 30 após a produção (T0, T15 e T30). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Gelado Derretido Total (%)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T0	94,39	92,79	92,98	93,18	95,19	97,19	5,95	2,44	2,20	0,374
L10% T0	84,02	82,92	83,47	84,02	84,56	85,10	1,19	1,09	1,09	-0,007
L15% T0	98,89	98,39	98,55	98,70	99,13	99,57	0,37	0,61	0,59	0,281
L20% T0	97,81	94,74	96,75	98,75	99,34	99,93	7,40	2,72	2,60	-0,305
LN T15	91,22	90,00	90,51	91,03	91,83	92,64	1,76	1,33	1,32	0,145
L10% T15	86,28	84,30	85,06	85,82	87,27	88,72	5,03	2,24	2,21	0,195
L15% T15	87,79	85,54	87,06	88,58	88,91	89,25	3,90	1,97	1,85	-0,336
L20% T15	88,96	88,83	88,83	88,84	89,03	89,21	0,05	0,22	0,19	0,384
LN T30	96,01	95,45	95,53	95,62	96,29	96,97	0,70	0,84	0,76	0,368
L10% T30	93,84	91,78	93,21	94,65	94,87	95,08	3,23	1,80	1,65	-0,360
L15% T30	96,14	95,27	95,90	96,54	96,58	96,62	0,58	0,76	0,68	-0,381
L20% T30	92,51	88,20	91,25	94,30	94,67	95,04	14,08	3,75	3,42	-0,368

Para os *sorbets* de limão não é possível estabelecer uma relação de diminuição ou aumento dos valores do derretimento total, pois os valores apresentados pelos *sorbets* 15% e 20% aumentam em relação ao normal e ao 10%.

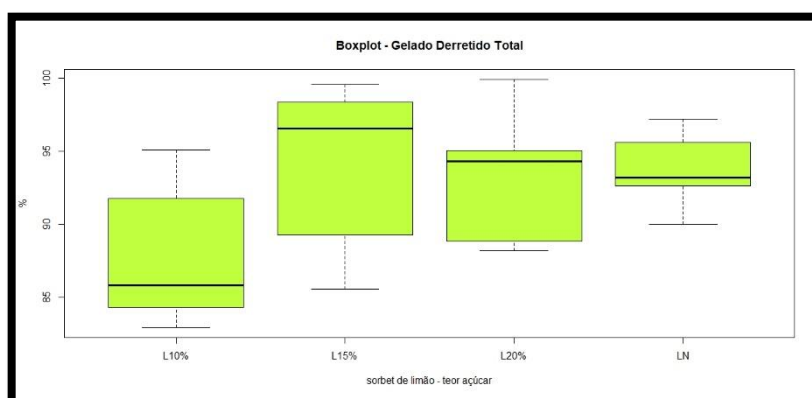


Figura 4.47 - *Boxplots* referentes ao gelado derretido total dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Os *sorbets* de limão T0 normal e 15% apresentam uma distribuição assimétrica positiva, contudo, o *sorbet* de limão possui distribuição assimétrica negativa e o *sorbet* de limão 10% apresenta uma distribuição simétrica. Por ordem crescente, considerando a dispersão de resultados, temos os *sorbets* 15%, 10%, normal até 20%.

Em relação aos *sorbets* de limão T15, todos os *sorbets*, com exceção do *sorbet* 15% (distribuição assimétrica negativa), partilham uma distribuição assimétrica positiva. O *sorbet* 20% apresenta uma baixa variabilidade de resultados em comparação com os outros três *sorbets*. O *sorbet* normal é o próximo com menor variabilidade, enquanto que os *sorbets* de limão 15% e 20% são os que apresentam maior variabilidade de dados.

Observou-se, para os *sorbets* de limão T30, uma distribuição assimétrica negativa para os *sorbets* 10%, 15% e 20% e uma distribuição assimétrica positiva apenas para o *sorbet* normal. O *sorbet* de limão com menor dispersão de resultados foi o 15% seguido do normal, passando para o 10% e, por fim, o *sorbet* de limão 20% com o maior valor de dispersão de resultados e mais afastado dos outros.

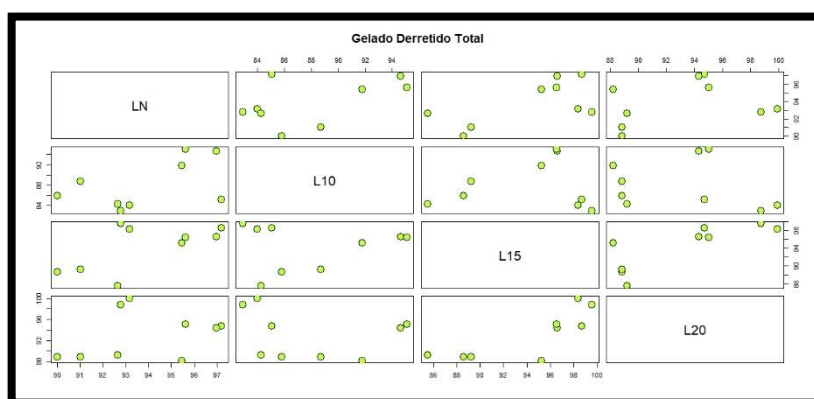


Figura 4.48 - Scatterplot referente ao gelado derretido total dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.333	0.600	0.333
L10	0.503	1.000	-0.300	-0.433
L15	0.629	0.106	1.000	0.717
L20	0.297	-0.217	0.799	1.000

Figura 4.49 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para o gelado derretido total (Resultados obtidos a partir do software R).

Relativamente ao coeficiente de Pearson, os *sorbets* de limão 10 % e 15% apresentam ambos uma média e positiva correlação com o *sorbet* de limão normal. Por outro lado, os *sorbets* 20% e normal apresentam uma fraca e positiva correlação. Entre o *sorbet* de limão normal e os *sorbets* 10%, 15% e 20% existe uma correlação média e positiva, para o coeficiente de Spearman.

## Taxa de Derretimento Máximo

### Nata

A seguinte tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à taxa de derretimento máximo dos gelados de nata.

Tabela 4.48 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Taxa de Derretimento Máximo (%/min)										
Gelado base Nata	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
<b>NN T0</b>	1,10	1,09	1,09	1,09	1,11	1,12	0,00	0,02	0,02	0,357
<b>N10% T0</b>	1,07	0,94	0,95	0,96	1,13	1,29	0,04	0,20	0,18	0,379
<b>N15% T0</b>	0,97	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	0,02	0,14	0,14	0,005
<b>N20% T0</b>	0,95	0,81	0,86	0,92	1,02	1,12	0,02	0,16	0,15	0,196
<b>NN T30</b>	1,32	1,03	1,21	1,40	1,46	1,53	0,07	0,26	0,25	-0,287
<b>N10% T30</b>	1,13	1,01	1,03	1,04	1,18	1,33	0,03	0,17	0,16	0,374
<b>N15% T30</b>	1,07	0,92	0,98	1,04	1,14	1,24	0,03	0,16	0,16	0,177
<b>N20% T30</b>	1,14	1,04	1,08	1,12	1,19	1,27	0,01	0,11	0,11	0,166
<b>NN T60</b>	0,96	0,88	0,88	0,88	1,00	1,12	0,02	0,14	0,12	0,385
<b>N10% T60</b>	0,93	0,85	0,86	0,86	0,97	1,08	0,02	0,13	0,12	0,383
<b>N15% T60</b>	0,83	0,75	0,79	0,82	0,87	0,91	0,01	0,08	0,08	0,086
<b>N20% T60</b>	1,18	1,13	1,16	1,19	1,21	1,23	0,00	0,05	0,05	-0,115

De uma forma geral, nos três tempos T0, T30 e T60 verificou-se uma descida do valor da taxa de derretimento máximo à medida que é reduzida a quantidade de açúcar presente no gelado. Segal & Goff (2002) apresentam um valor de 0,9%/min para gelados sem emulsionantes.

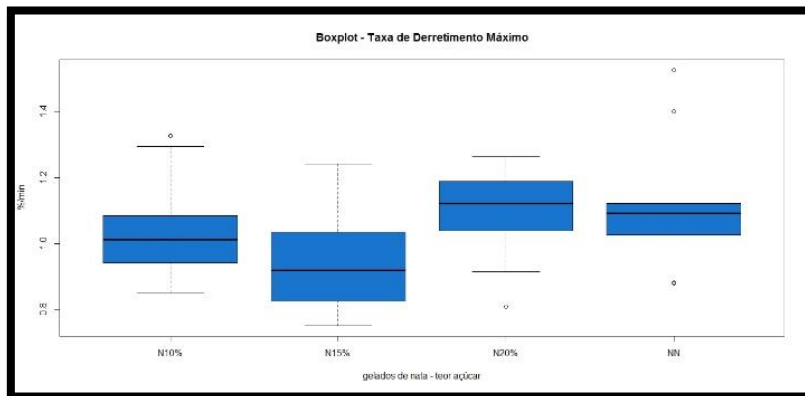


Figura 4.50 - *Boxplots* referentes à taxa de derretimento máximo dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Relativamente aos gelados de nata T0, em todos se observa uma distribuição assimétrica positiva. Por ordem crescente de dispersão de resultados temos os gelados normal, 15%, 20% e por último, com maior variabilidade, o gelado de nata 10%.

Quanto aos gelados de nata T30, para uma distribuição assimétrica positiva temos os gelados 10%, 15% e 20%. Ao contrário, o gelado de nata normal apresenta uma distribuição assimétrica negativa. Tanto os gelados de nata 10% e 15%; como o gelado 20% possuem valores mais baixos de dispersão de resultados, em que a nata 10% e a 15% são muito semelhantes. O gelado de nata normal apresenta o valor mais elevado de dispersão de resultados e também mais afastado dos outros valores.

Observou-se, para os gelados de nata T60, uma distribuição assimétrica positiva para os gelados normal, 10% e 15%; e uma distribuição assimétrica negativa para o gelado 20%. De forma decrescente de variabilidade, os gelados de nata distribuem-se do 20%, 15%, 10% até ao gelado normal.

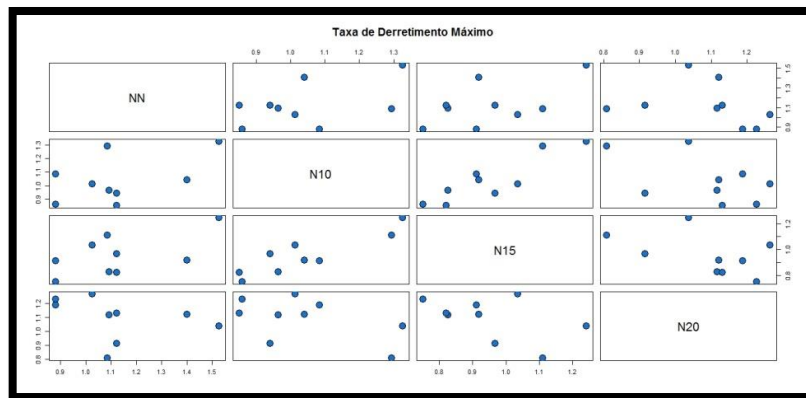


Figura 4.51 - Scatterplot referente à taxa de derretimento máximo dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	NN	N10	N15	N20
NN	1.000	0.134	0.368	-0.536
N10	0.492	1.000	0.783	-0.367
N15	0.585	0.889	1.000	-0.500
N20	-0.301	-0.515	-0.486	1.000

Figura 4.52 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Em relação ao coeficiente Pearson os gelados de nata 10% e 15% apresentam uma média e positiva correlação, enquanto que o gelado de nata 20% apresenta uma correlação média e negativa com a nata normal. Em relação ao coeficiente Spearman, o gelado de nata normal apresenta uma fraca e positiva correlação com o gelado 10%, uma média e positiva correlação com o gelado 15% e uma média e negativa correlação com o gelado de nata 20%.

## Manga

A seguinte tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à taxa de derretimento máximo dos *sorbets* de manga.

Tabela 4.49 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%) nos dias 0, 30 e 60 após a produção (T0, T30 e T60). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Taxa de Derretimento Máximo (%/min)										
Sorbet Manga	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
MN T0	0,17	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,00	0,01	0,01	0,303
M10% T0	0,15	0,13	0,14	0,16	0,16	0,16	0,00	0,02	0,02	-0,365
M15% T0	0,18	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19	0,00	0,01	0,01	-0,343
M20% T0	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,00	0,01	0,01	0,192
MN T30	0,17	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,00	0,02	0,02	0,248
M10% T30	0,21	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23	0,00	0,01	0,01	0,337
M15% T30	0,21	0,18	0,19	0,20	0,22	0,24	0,00	0,03	0,03	0,242
M20% T30	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,00	0,01	0,01	-0,130
MN T60	0,35	0,30	0,31	0,32	0,37	0,42	0,00	0,06	0,06	0,333
M10% T60	0,41	0,36	0,39	0,43	0,44	0,45	0,00	0,05	0,04	-0,271
M15% T60	0,44	0,40	0,40	0,41	0,47	0,52	0,00	0,07	0,06	0,354
M20% T60	0,43	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,00	0,03	0,03	0,168

De uma forma geral, nos três tempos T0, T30 e T60 verificou-se um aumento do valor da taxa de derretimento máximo à medida que é reduzida a quantidade de açúcar presente no *sorbet*.

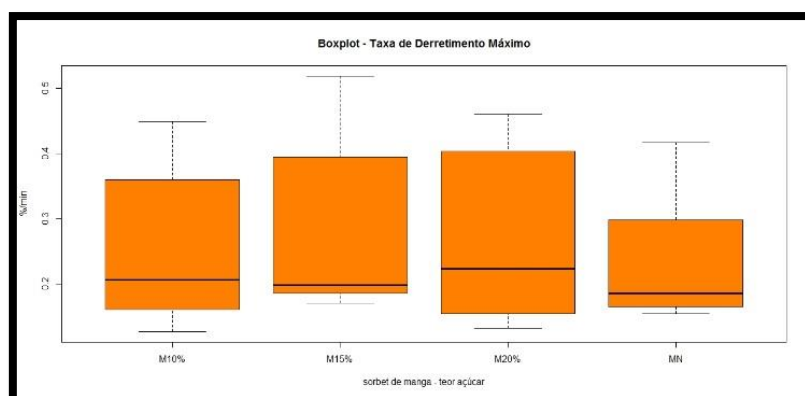


Figura 4.53 - *Boxplots* referentes à taxa de derretimento máximo dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

Os *sorbets* de manga T0 normal e 20% apresentam uma distribuição assimétrica positiva. No entanto, os *sorbets* de manga 10% e 15% apresentam uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem decrescente de dispersão de resultados, temos o *sorbet* normal, o 10%, o 20% e o 15%.

Em relação aos *sorbets* de manga T30, todos os *sorbets*, com exceção do *sorbet* 20% (que possui uma distribuição assimétrica negativa), apresentam uma distribuição assimétrica positiva. Os valores do IQR e desvio padrão são relativamente baixos, demonstrando uma dispersão de resultados muito baixa, sendo que o *sorbet* de manga 15% é o que apresenta maior dispersão, em contraste com o *sorbet* 20%, com a menor dispersão.

Observou-se, para os *sorbets* de manga T60, uma distribuição assimétrica positiva para os *sorbets* normal, 15% e 20%. Por outro lado, verificou-se uma distribuição assimétrica negativa apenas para o *sorbet* 10%. Mais uma vez, a dispersão dos resultados dos quatro *sorbets* é muito baixa. O *sorbet* com maior dispersão de resultados foi o *sorbet* 15%, com elevada proximidade do *sorbet* normal. O *sorbet* 20% apresentou a menor dispersão de resultados.

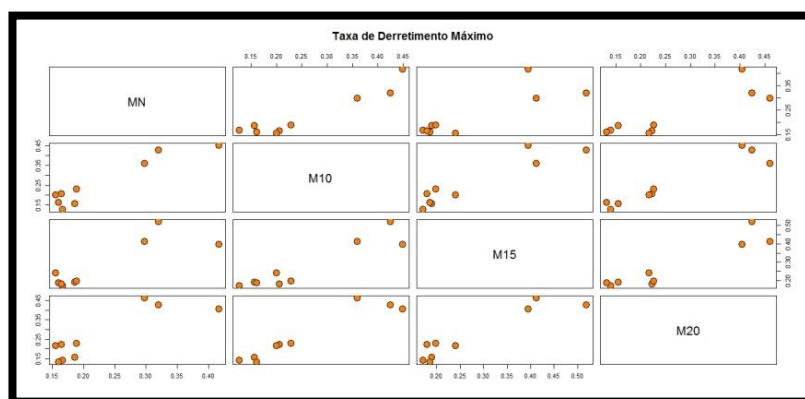


Figura 4.54 - *Scatterplot* referente à taxa de derretimento máximo dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

	MN	M10	M15	M20
MN	1.000	0.733	0.633	0.750
M10	0.945	1.000	0.800	0.883
M15	0.846	0.932	1.000	0.817
M20	0.863	0.949	0.932	1.000

Figura 4.55 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos *sorbets* de manga (MN, M10%, M15% e M20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Para o coeficiente de Pearson, os *sorbets* de manga apresentam os três (manga 10%, 15% e 20%) uma forte e positiva correlação com o *sorbet* de manga normal. Em relação ao coeficiente de Spearman, os *sorbets* de manga 10% e 20% apresentam uma correlação forte e positiva com

o sorbet de manga normal. Contudo, o sorbet de manga normal apresenta uma média e positiva correlação com o sorbet 15%.

## Limão

A seguinte tabela contempla os valores dos estatísticos básicos relativos à taxa de derretimento máximo dos sorbets de limão.

Tabela 4.50 - Tabela de estatísticos básicos da taxa de derretimento máximo (%/minuto) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%) nos dias 0, 15 e 30 após a produção (T0, T15 e T30). (Resultados obtidos a partir do software R).

Taxa de Derretimento Máximo (%/min)										
Sorbet Limão	Média	Mínimo	Q <sub>25</sub>	Mediana	Q <sub>75</sub>	Máximo	Variância	Desvio Padrão	IQR	C. Skewness
LN T0	1,95	1,90	1,90	1,90	1,97	2,04	0,01	0,08	0,07	0,382
L10% T0	1,75	1,68	1,71	1,73	1,79	1,84	0,01	0,08	0,08	0,239
L15% T0	1,81	1,72	1,77	1,82	1,86	1,90	0,01	0,09	0,09	-0,070
L20% T0	2,19	2,17	2,18	2,18	2,20	2,22	0,00	0,02	0,02	0,359
LN T15	1,62	1,59	1,60	1,62	1,64	1,65	0,00	0,03	0,03	-0,048
L10% T15	1,60	1,52	1,55	1,58	1,64	1,69	0,01	0,09	0,09	0,206
L15% T15	1,58	1,56	1,57	1,57	1,59	1,62	0,00	0,03	0,03	0,378
L20% T15	1,70	1,59	1,65	1,71	1,75	1,79	0,01	0,10	0,10	-0,113
LN T30	1,88	1,83	1,87	1,90	1,91	1,92	0,00	0,04	0,04	-0,297
L10% T30	1,76	1,73	1,75	1,76	1,78	1,79	0,00	0,03	0,03	0,113
L15% T30	1,70	1,67	1,69	1,71	1,71	1,72	0,00	0,02	0,02	-0,353
L20% T30	2,09	1,86	2,02	2,19	2,20	2,22	0,04	0,20	0,18	-0,374

Há diminuição dos valores referentes à taxa de derretimento máximo, para os três tempos T0, T30 e T60, conforme se diminui o teor de açúcar mas, para o sorbet de limão 20%, verifica-se uma subida em relação aos outros sorbets.



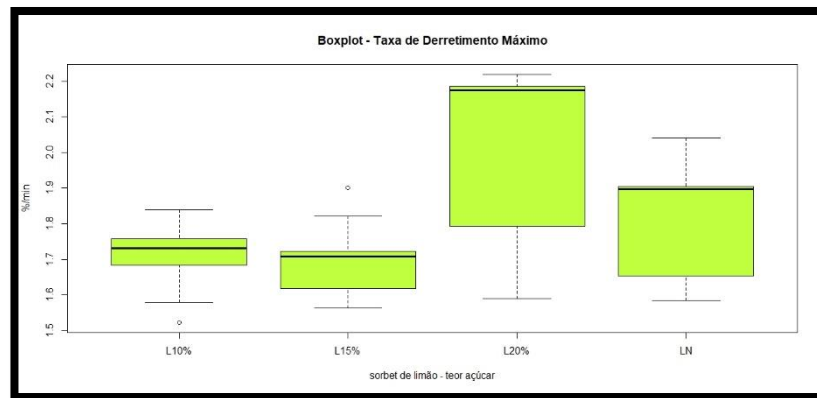


Figura 4.56 - *Boxplots* referentes à taxa de derretimento máximo dos *sorbets* de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

Todos os *sorbets* de limão T0, excetuando o *sorbet* de limão 15%, com uma distribuição assimétrica negativa, apresentam uma distribuição assimétrica positiva. A variabilidade dos quatro *sorbets* é relativamente próxima e igualmente baixa. A variabilidade vai do *sorbet* 20%, passa pelos *sorbets* normal e 10%, terminando com o *sorbet* de limão 15% com maior variabilidade.

Enquanto os *sorbets* de limão 10% e 15% apresentam uma distribuição assimétrica positiva, os *sorbets* de limão normal e 20% possuem uma distribuição assimétrica negativa. Por ordem crescente, a variabilidade dos dados apresenta-se, partindo do 15%, normal, 10% e, por fim, 20%.

Os *sorbets* de limão T30, que apresentam uma distribuição assimétrica negativa são os *sorbets* normal, 15% e 20%, sendo que apenas o *sorbet* de limão 10% possui uma distribuição assimétrica positiva. Os *sorbets* de limão com menor variabilidade de resultados foram o 10% e o 15%, com valores muito semelhantes. De seguida, destaca-se o *sorbet* de limão normal e com o valor mais elevado o *sorbet* 20%.

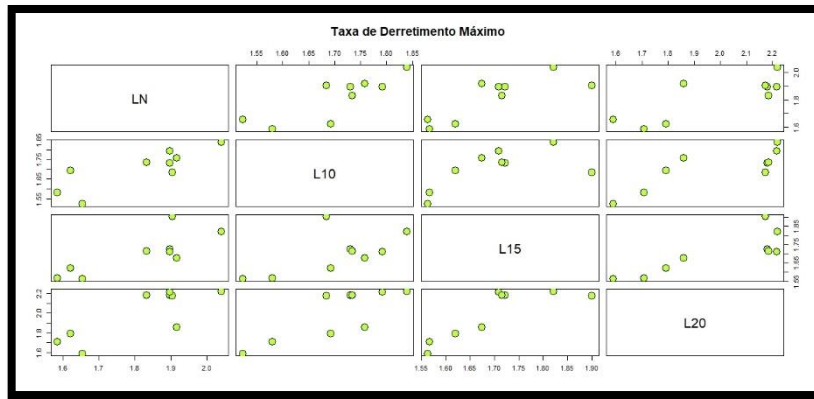


Figura 4.57 - Scatterplot referente à taxa de derretimento máximo dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

	LN	L10	L15	L20
LN	1.000	0.695	0.720	0.653
L10	0.828	1.000	0.500	0.867
L15	0.807	0.619	1.000	0.767
L20	0.817	0.801	0.826	1.000

Figura 4.58 - Matriz de coeficientes de correlação de Pearson (parte inferior da diagonal) e Spearman (parte superior da diagonal), dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%), para a taxa de derretimento máximo. (Resultados obtidos a partir do software R).

Em relação ao coeficiente de Pearson, os sorbets de limão 10 %, 15% e 20% apresentam todos uma forte e positiva correlação com o sorbet de limão normal. Para o coeficiente de Spearman, temos uma média e positiva correlação entre o sorbet de limão e os sorbets 10% e 20%, enquanto que existe uma forte e positiva correlação entre os sorbets normal e 15%.

## Análise Sensorial Descritiva

Inicialmente, tanto para a Análise Sensorial Descritiva como para a Análise Sensorial Hedónica, de forma a facilitar a análise dos dados recorrendo ao *software* R, utilizaram-se algumas abreviaturas. Nas tabelas 4.51 e 4.52 podem observar-se as referidas abreviaturas.

Tabela 4.51 - Designações adotadas, em abreviaturas, para cada um dos gelados/*sorbets* na utilização do *software* R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA), de forma a facilitar a análise de dados.

CÓDIGO					
Designação	Letra	Designação	Letra	Designação	Letra
NNT0	NNi	MNT0	MNi	LNT0	LNi
N10%T0	N10i	M10%T0	M10i	L10%T0	L10i
N15%T0	N15i	M15%T0	M15i	L15%T0	L15i
N20%T0	N20i	M20%T0	M20i	L20%T0	L20i
NNT30	NNm	MNT30	MNm	LNT15	LNm
N10%T30	N10m	M10%T30	M10m	L10%T15	L10m
N15%T30	N15m	M15%T30	M15m	L15%T15	L15m
N20%T30	N20m	M20%T30	M20m	L20%T15	L20m
NNT60	NNf	MNT60	MNf	LNT30	LNf
N10%T60	N10f	M10%T60	M10f	L10%T30	L10f
N15%T60	N15f	M15%T60	M15f	L15%T30	L15f
N20%T60	N20f	M20%T60	M20f	L20%T30	L20f

Tabela 4.52 - Designações adotadas, em letras, para a numeração dos questionários das provas sensoriais tanto Descritivas como Hedónicas, assim como as letras para o atributo intenção de compra na utilização do *Software R* – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA), de forma a facilitar a análise de dados.

Código dos questionários		
Numeração	Letra	Intenção de Compra
0	A	
1	B	Não compraria de certeza
2	C	Provavelmente não compraria
3	D	Provavelmente compraria
4	E	Compraria de certeza
5	F	
6	G	
7	H	
8	I	
9	J	

De acordo com Goff & Hartel (2013a), seria expectável que com a diminuição do teor de açúcar no gelado/*sorbet* a estrutura do mesmo sofresse algumas alterações. Desta forma, o derretimento do gelado/*sorbet* iria diminuir (aparência), assim como a doçura (sabor). Não obstante, os cristais de gelo iriam aumentar (textura). Deste modo, os valores do gelado/*sorbet* normal para a aparência deveriam ser os mais elevados (E ou F) tal como os valores do sabor, contrastando com os valores para o gelado/*sorbet* 20% que deveriam ser o oposto, ou seja, valores o mais próximo dos mínimos (A ou B). Relativamente à textura, seria previsível que para o gelado/*sorbet* normal os valores fossem os mais baixos (A ou B), enquanto que para o gelado/*sorbet* 20% os valores E ou F seriam os mais esperados.

Com recurso a um painel de cinco especialistas em gelados, procedeu-se a uma análise sensorial descritiva dos quatro gelados (normal, 10%, 15% e 20%) tanto para os gelados de base de nata como para os *sorbets* de manga e de limão, nos tempos T0, T15 (apenas para o *sorbet* de limão), T30 e T60 (exceto para o *sorbet* de limão). Neste tipo de análise avaliou-se os atributos Aparência (derretimento), Sabor (doce) e Textura (cristais de gelo), numa escala de 0 (Ausente) a 5 (Muito Intenso).

### Nata

Na seguinte figura 4.59 podem observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos três atributos para os gelados de base de nata. É de referir que para os gelados de base de nata apenas foi possível realizar as análises sensoriais nos tempos T30 e T60 dias após a produção dos gelados.

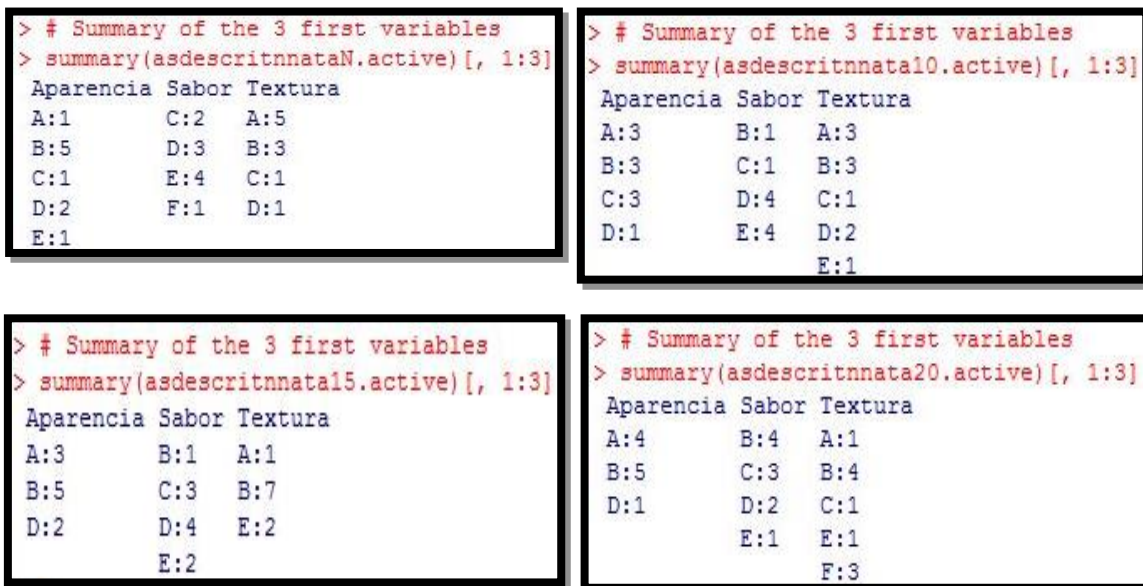


Figura 4.59 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Na figura 4.59 é possível observar as frequências das variáveis categóricas Aparência (A - E), Sabor (B - F) e Textura (A - F), em relação a cada um dos quatro gelados em estudo (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Valores de frequência mais baixos podem distorcer a análise de dados, sendo recomendável descartar ou eliminar esses mesmos dados da análise. Para a nata normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor B (valor de frequência igual a 5); para o Sabor é a do valor E (valor igual a 4); para a Textura é a do valor A (valor igual a 5), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor A, C e E (valor igual a 1); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 1); e para a Textura é a do valor C e D (valor igual a 1).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente à nata 10%, para a Aparência são as dos valores A, B e C (valor de frequência igual a 3); para o Sabor são as dos valores D e E (valor igual a 4); para a Textura são as dos valores A e B (valor igual a 3), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência a que apresenta o valor D (valor igual a 1); para o Sabor são as dos valores B e C (valor igual a 1); para a Textura são as dos valores C e E (ambos com valor igual a 1).

Para a nata 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor B (valor de frequência igual a 5); para o Sabor é a do valor D (valor igual a 4); para a Textura é a do valor B (valor igual a 7). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 2); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 1); para a Textura é a do valor A (valor igual a 1).

O gelado de nata 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência com valor B (valor de frequência igual a 5); para o Sabor o valor B (valor igual a 4); para a Textura o valor B (valor igual a 4), ainda mais, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor é o valor E (valor igual a 1); para a Textura são os valores A,C e E (valor igual a 1).

Em primeiro lugar, verifica-se que há uma elevada variabilidade das respostas dadas nos questionários para o mesmo questionário. Em segundo lugar, de acordo com o mencionado acima para o comportamento dos gelados no caso de se diminuir o teor de açúcar, quase sempre se verificou o mesmo tendo em conta as respostas aos questionários. Tomemos como exemplo as respostas mais frequentes dadas à nata normal e à nata 20%, em relação às variáveis aparência, sabor e textura: aparência (normal – B; 20% - B); sabor (normal – E; 20% - B); textura (normal – A; 20% - B). Seria de esperar que a nata normal apresentasse um maior derretimento bem como um sabor mais doce em detrimento de uma menor formação de cristais, quando comparado com a nata 20%. O mesmo não se verificou nem na aparência para a nata normal, nem na textura para a nata 20%. Os gelados de base de nata com redução de 10% e 15% apresentariam valores intermédios (C e D) em comparação com os extremos (normal e 20%),

apenas se verificando o mesmo para a aparência e sabor da nata 10%; e para o sabor da nata 15%.

Uma das possíveis razões da variabilidade destes valores e o facto de serem um pouco diferentes do que seria expectável, prende-se com a perceção de cada um para detetar as diferenças entre os gelados e talvez o facto de o número de gelados ser de quatro levasse a um aumento da desorientação no momento da avaliação, por parte do painel de cinco provadores, apesar de serem treinados.

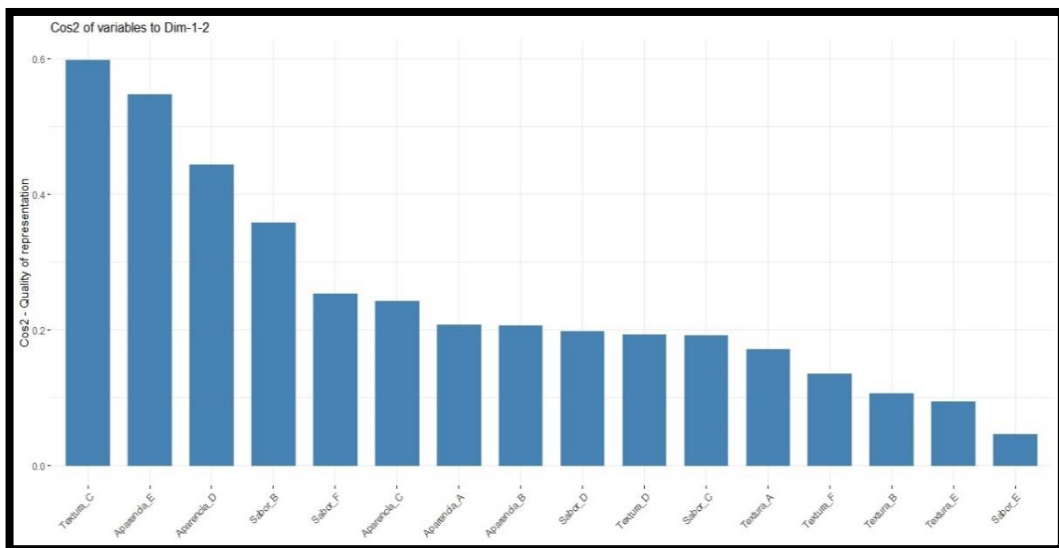
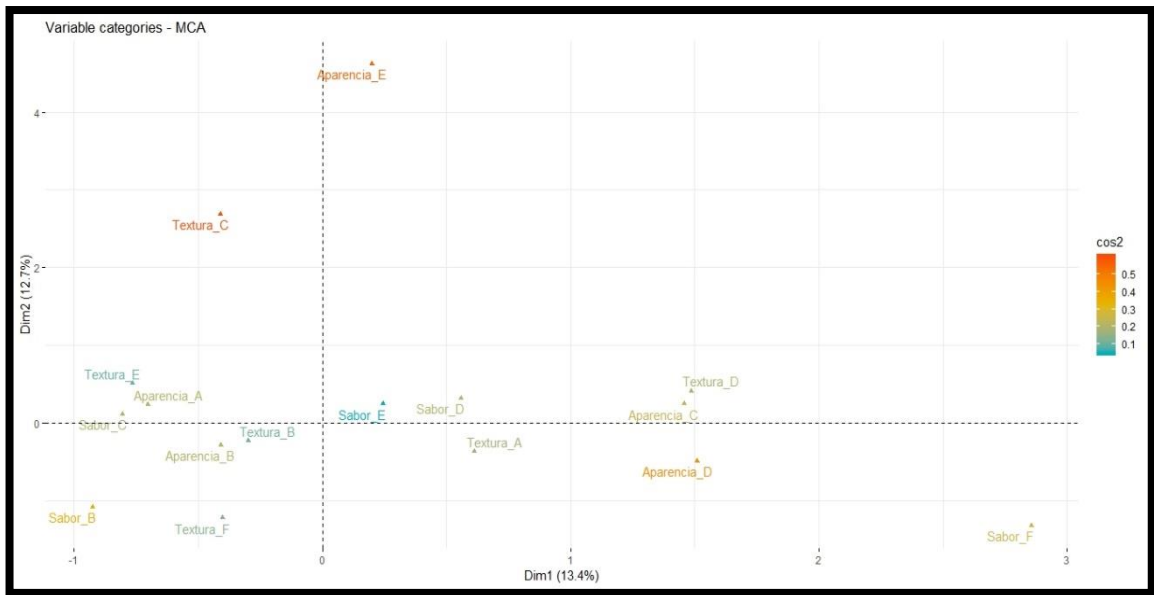


Figura 4.60 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Conforme pode ler-se no site de STHDA (*Statistical Tools for High-throughput Data Analysis*) (<http://www.sthda.com>), o *Squared Cosine* (*cos2*) mede *the degree of association between variable categories and a particular axis*. Para uma variável categórica ser bem representada por duas ou mais dimensões é necessário que a soma dos seus *cos2* seja próximo do valor 1. Infelizmente, a maior parte das variáveis categóricas representadas na figura 4.60 necessita de mais do que duas dimensões para ser bem representada. Por exemplo as variáveis mais bem representadas são a *Textura\_C* e a *Aparência\_E*, opondo-se às variáveis *Sabor\_E* e *Textura\_E*, relativamente à soma das dimensões um e dois.

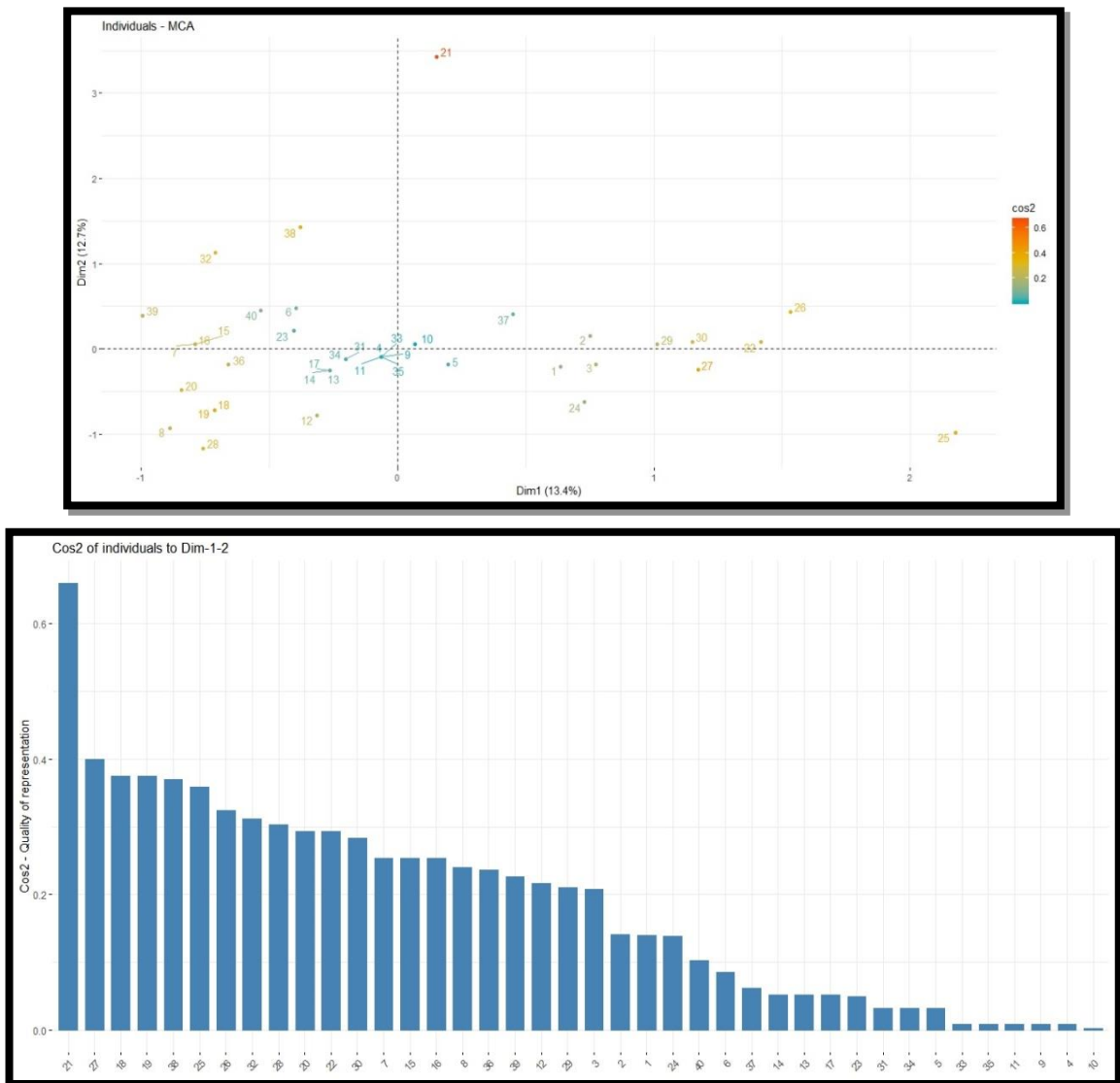


Figura 4.61 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* (*cos2*). Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Ainda na ótica da análise da qualidade da representação dos dados, recorrendo ao  $cos^2$ , é possível observar que existem dados que necessitam de mais dimensões para garantir uma boa representação. Deste modo, tanto as variáveis categóricas como os indivíduos com colorações próximas das cores azul ou mesmo branco devem ser interpretados com algum cuidado devido aos seus baixos valores de  $cos^2$ . Alguns exemplos de valores baixos de  $cos^2$  são as variáveis Sabor\_C e Textura\_C para as variáveis enquanto que para os indivíduos podemos indicar os números 4 e 10. Por outro lado, os números 21 e 27 e Textura\_A e Sabor\_D apresentam valores elevados de  $cos^2$ .



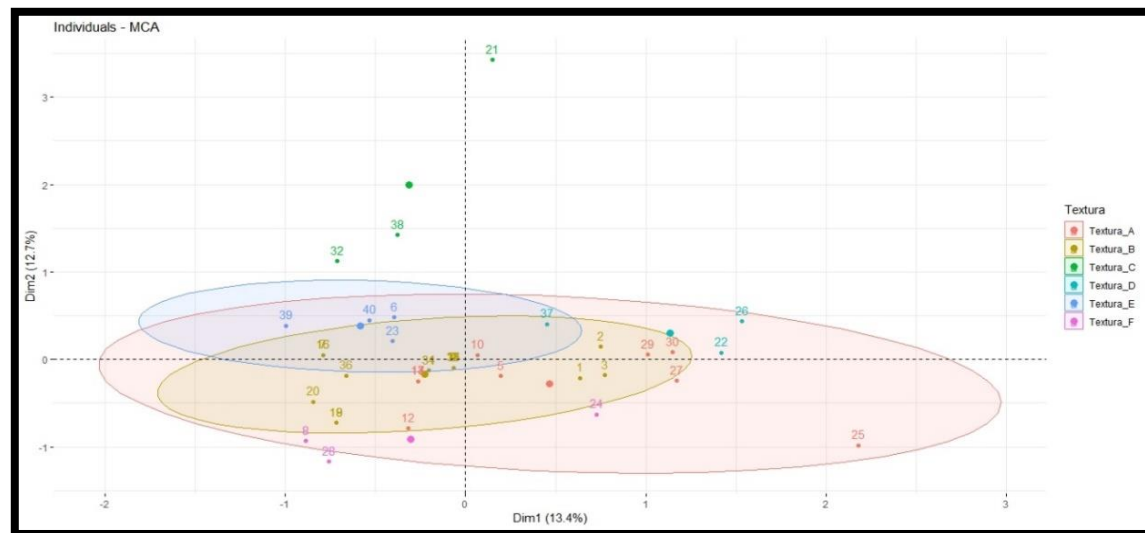
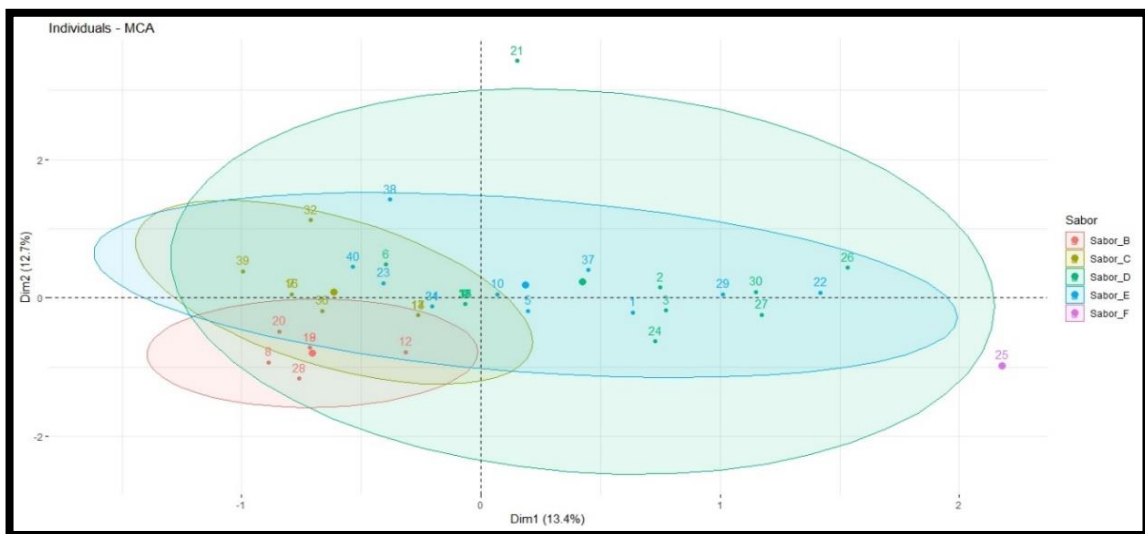
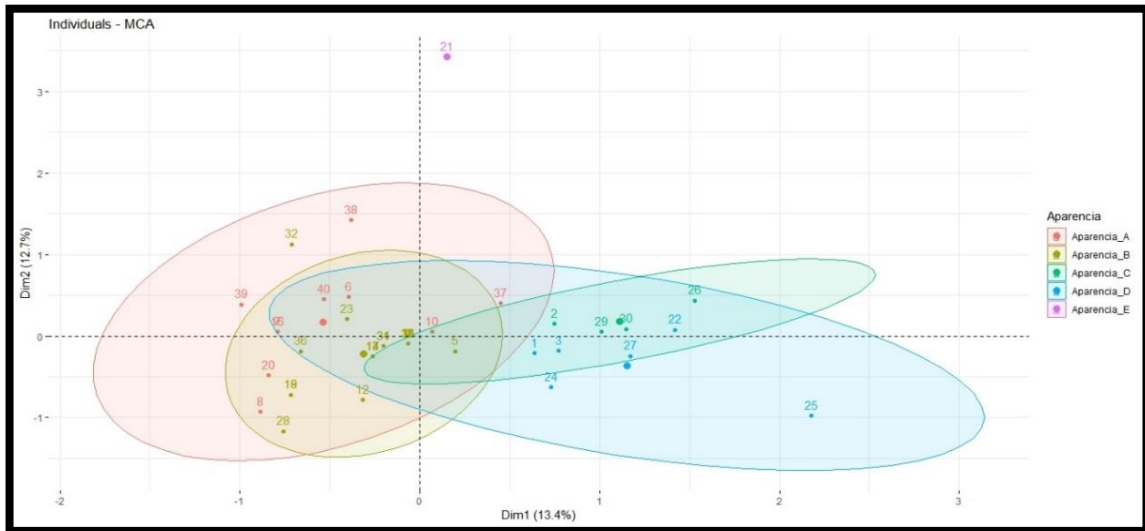


Figura 4.62 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

As imagens acima representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. É de notar que para a variável Aparência\_E apenas existe 1 indivíduo (nata normal); a variável Sabor\_F tem 1 indivíduo; e as variáveis Textura\_C, Textura\_D e Textura\_F apresentam cada uma, apenas, 3 indivíduos, daí não existir elipse para essas variáveis categóricas.

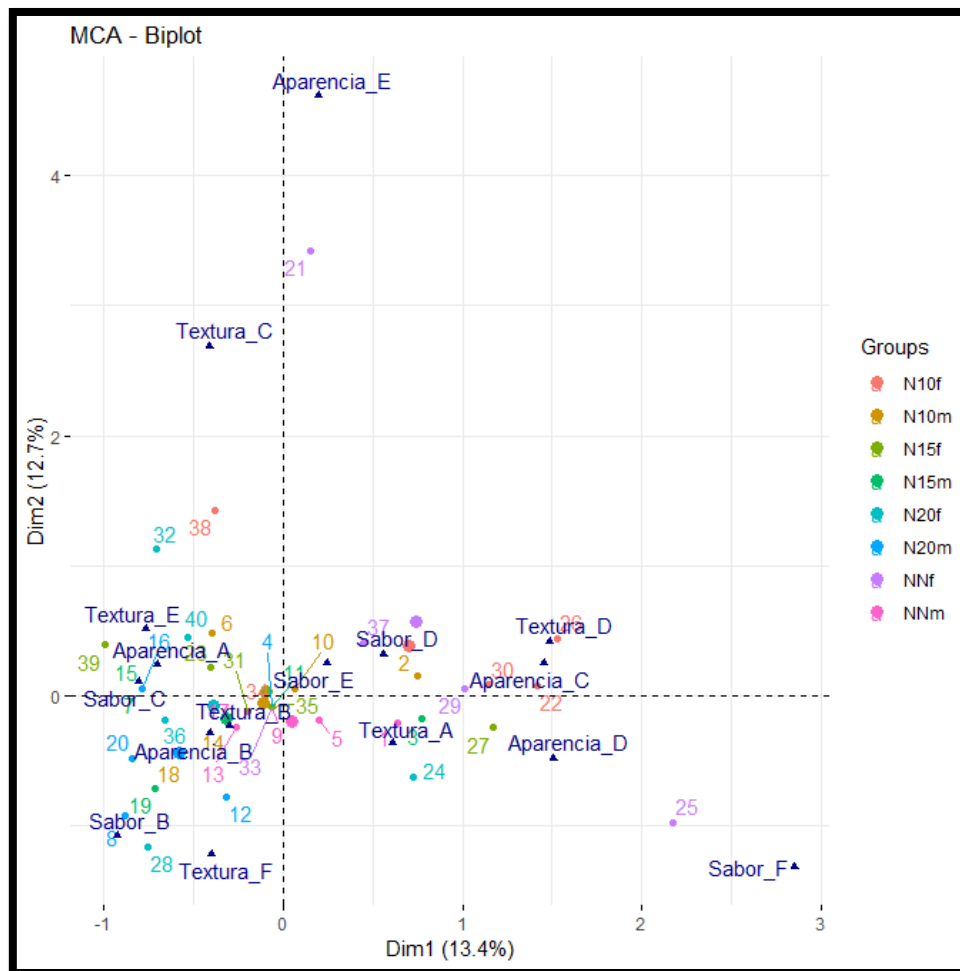


Figura 4.63 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

No *Biplot* da figura 4.63 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância. Quanto maior a proximidade entre indivíduos ou entre variáveis no *Biplot* maior a sua semelhança em termos de perfil, enquanto que quanto mais afastados menor a sua semelhança. Assim, por exemplo, os indivíduos 18, 19 e 28 apresentam perfis semelhantes, bem como as variáveis Aparência\_A,

Sabor\_C e Textura\_E; enquanto que os indivíduos 25 e 39, e as variáveis Sabor\_F e Aparência\_B não apresentam praticamente nada em comum.

## Manga

Na seguinte figura 4.64 podem observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos três atributos para os *sorbets* de manga.

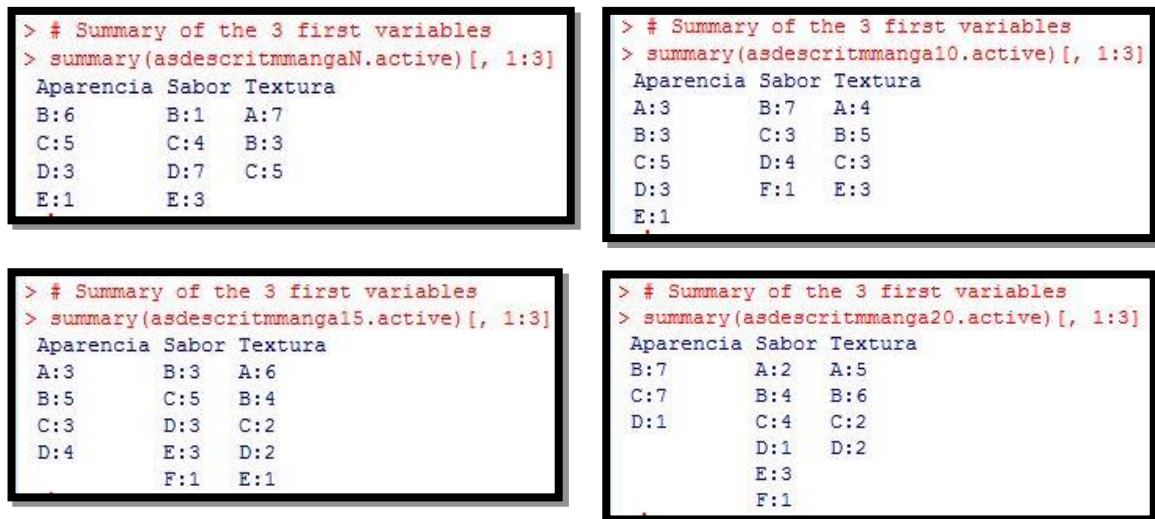


Figura 4.64 – Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do *software* R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.64 é possível observar as frequências das variáveis categóricas Aparência (A - E), Sabor (A - F) e Textura (A - E), em relação a cada um dos 4 *sorbets* em estudo (Normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Valores de frequência mais baixos podem distorcer a análise de dados, sendo recomendável descartar ou eliminar esses mesmos dados da análise. Para a manga normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor B (valor de frequência igual a 6); para o Sabor é a do valor D (valor igual a 7); para a Textura é a do valor A (valor igual a 7), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor E (valor igual a 1); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 1); e para a Textura é a do valor B (valor igual a 3).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente à manga 10%, para a Aparência é a do valor C (valor de frequência igual a 5); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 7); para a Textura é a do valor B (valor igual a 5), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência a que apresenta o valor E (valor igual a 1); para o Sabor é a do valor F (valor igual a 1); e para a Textura são as do valores C e E (ambos com valor igual a 3).

Para a manga 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor B (valor de frequência igual a 5); para o Sabor é a do valor C (valor igual a 5); para a Textura é a do valor A (valor igual a 6). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valores A e C (valor igual a 3); para o Sabor é a do valor F (valor igual a 1); para a Textura é a do valor E (valor igual a 1).

O *sorbet* de manga 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência são os valores B e C (valor de frequência igual a 7); para o Sabor são os valores B e C (valor igual a 4); para a Textura o valor B (valor igual a 6), ainda mais, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor são os valores D e F (valor igual a 1); para a Textura são os valores C e D (valor igual a 2).

Em primeiro lugar, verifica-se que há uma elevada variabilidade das respostas dadas nos questionários para os mesmo questionários. Em segundo lugar, de acordo com o mencionado acima para o comportamento dos *sorbets* no caso de se diminuir o teor de açúcar, nem sempre se verificou o mesmo tendo em conta as respostas aos questionários. Tomemos como exemplo as respostas mais frequentes dadas à manga normal e à manga 20%, em relação às variáveis aparência, sabor e textura: aparência (normal – B; 20% - B e C); sabor (normal – D; 20% - B e C); textura (normal – A; 20% - B). Seria de esperar que a manga normal apresentasse um maior derretimento bem como um sabor mais doce em detrimento de uma menor formação de cristais, quando comparado com a manga 20%. O mesmo não se verificou nem na aparência, nem na textura. Os *sorbets* com redução de 10% e 15% apresentariam valores intermédios (C e D) em comparação com os extremos (normal e 20%).

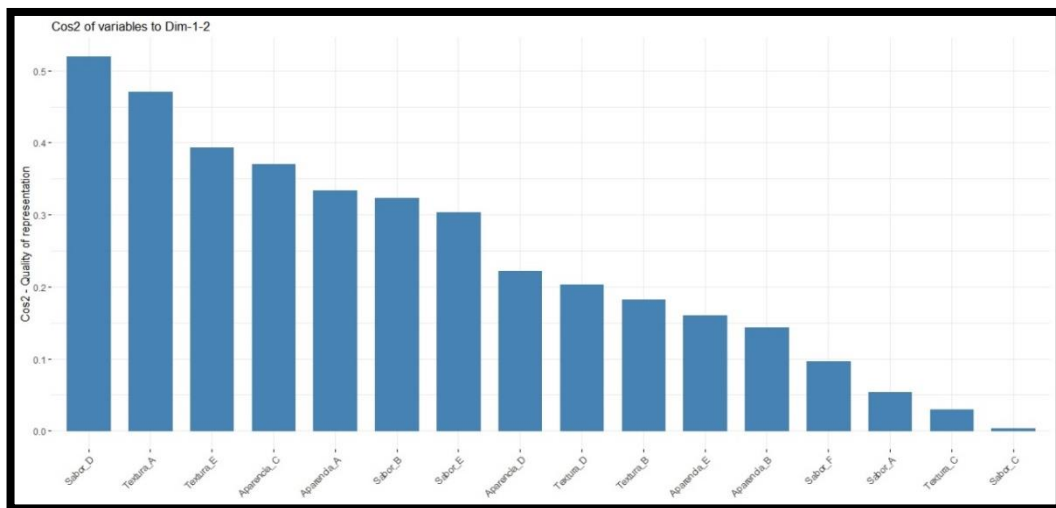
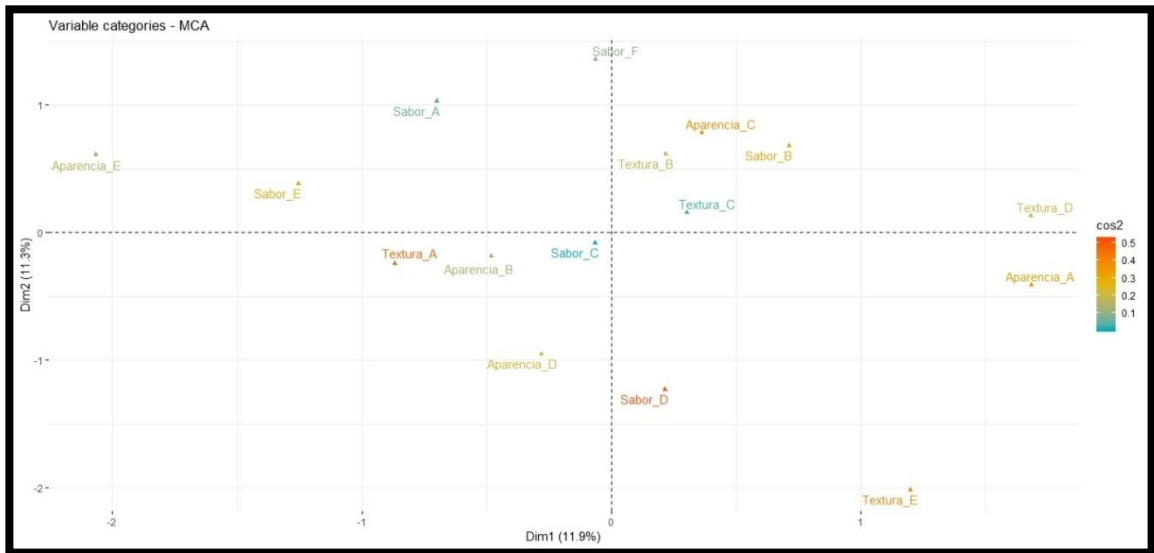


Figura 4.65 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* (*cos2*). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Como exemplo as variáveis mais bem representadas são a Sabor\_D e a Textura\_A, opondo-se às variáveis Sabor\_C e Textura\_C, relativamente à soma das dimensões um e dois.

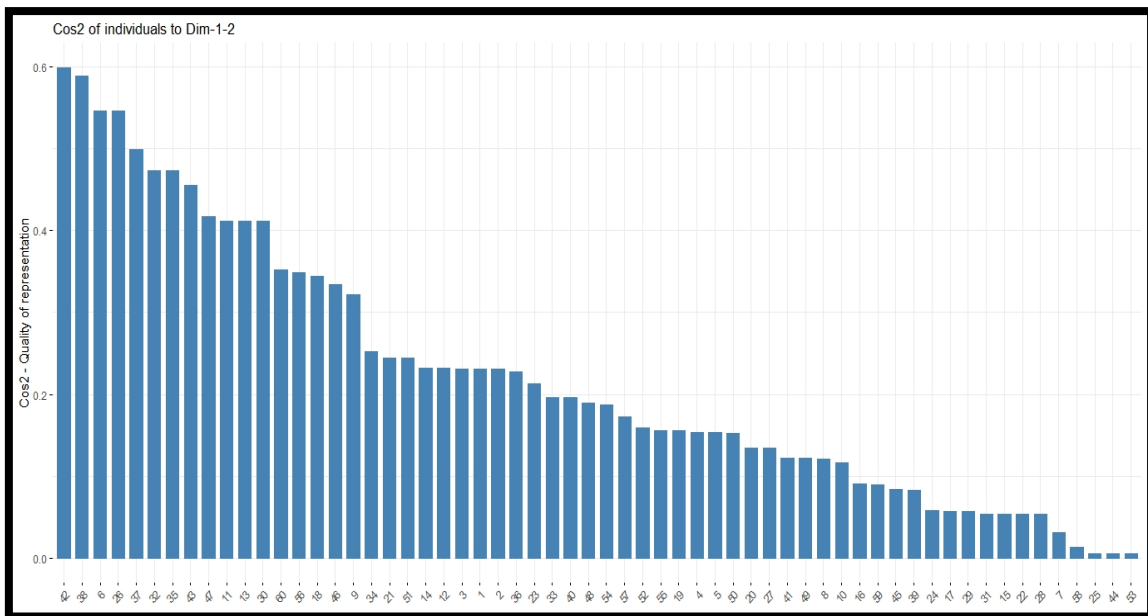
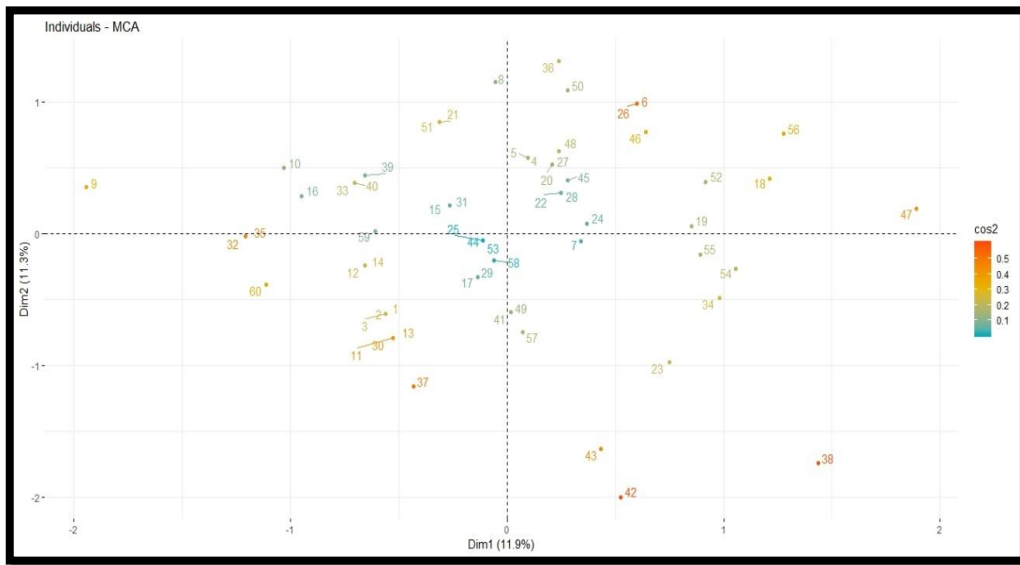


Figura 4.66 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $\cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $\cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Alguns exemplos de valores baixos de  $\cos^2$  são Sabor\_C e Textura\_C para as variáveis, enquanto que para os indivíduos podemos indicar os números 53 e 58. Por outro lado, os números 38 e 42 e Textura\_A e Sabor\_D apresentam valores elevados de  $\cos^2$ .

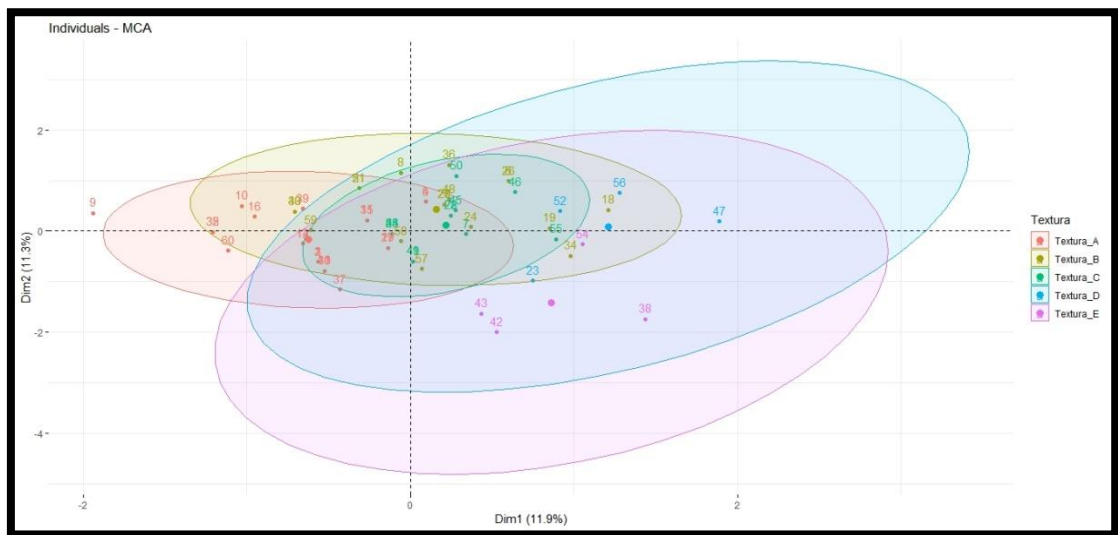
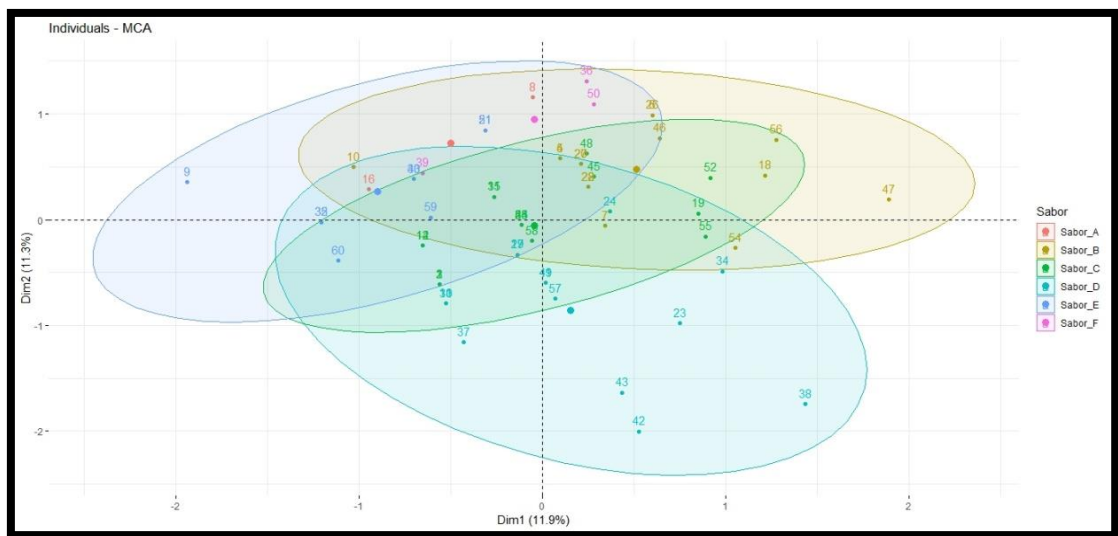
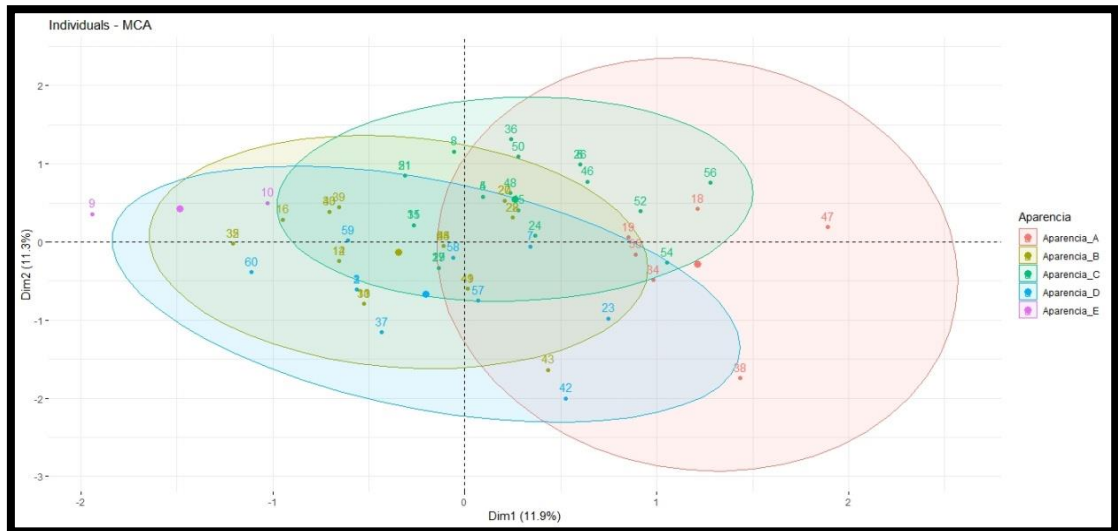


Figura 4.67 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

As imagens acima representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. É de notar que a variável Aparência\_E apenas tem 2 indivíduos; e as variáveis Sabor\_A e Sabor\_F tem 2 e 3 indivíduos, respetivamente; daí não existir elipse para essas variáveis categóricas.

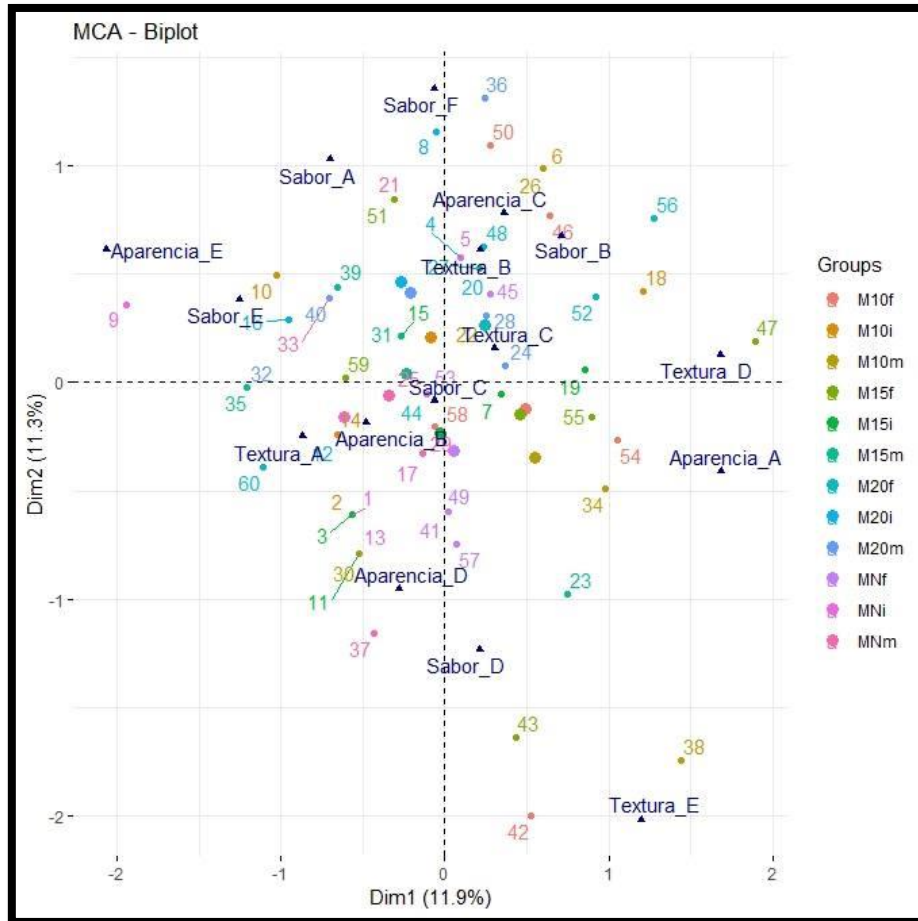


Figura 4.68 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de manga. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.68 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância. Assim, por exemplo, os indivíduos 33, 40 e 39 apresentam perfis semelhantes, bem como a Aparência\_C, o Sabor\_B e a Textura\_B; enquanto que os indivíduos 9 e 38, e as variáveis Sabor\_D e Aparência\_E partilham muito pouco em comum.



## Limão

Na seguinte figura 4.69 podem observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos três atributos para os *sorbets* de limão.

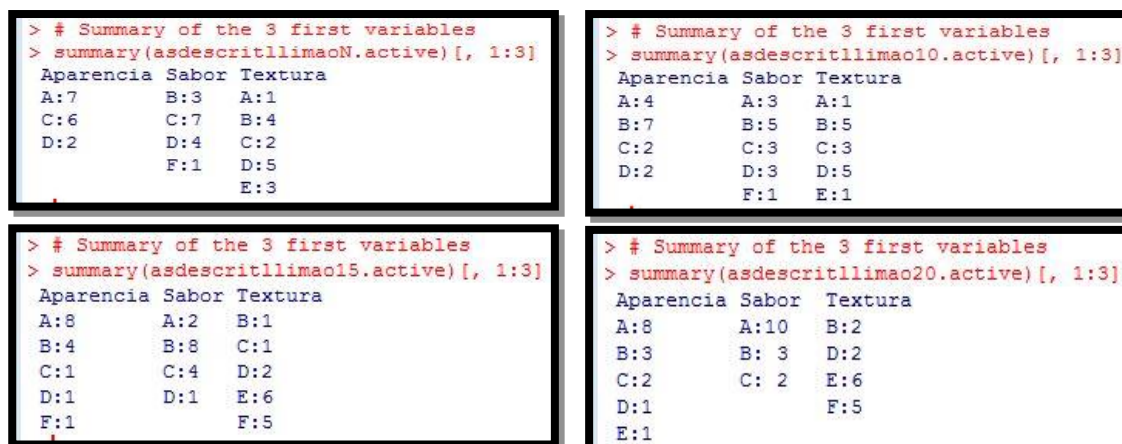


Figura 4.69 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor e Textura, relativamente aos *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A - F). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.69 é possível observar as frequências das variáveis categóricas Aparência (A - F), Sabor (A – D, F) e Textura (A - F), em relação a cada um dos quatro *sorbets* em estudo (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Para o limão normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor A (valor de frequência igual a 7); para o Sabor é a do valor C (valor igual a 7); para a Textura é a do valor D (valor igual a 5), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 2); para o Sabor é a do valor F (valor igual a 1); e para a Textura é a do valor A (valor igual a 1).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente ao limão 10%, para a Aparência é a do valor B (valor de frequência igual a 7); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 5); para a Textura são os valores B e D (valor igual a 5), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência, as que apresentam os valores C e D (valor igual a 2); para o Sabor é a do valor F (valor igual a 1); para a Textura são as do valores A e E (ambos com valor igual a 1).

Para o limão 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor A (valor de frequência igual a 8); para o Sabor é a do valor B (valor igual a 8); para a Textura é a do valor E (valor igual a 6). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valores C, D e F (valor igual a 1); para o Sabor é a do valor D (valor igual a 1); para a Textura são os valores B e C (valor igual a 1).

O *sorbet* de limão 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência valores A (valor de frequência igual a 8); para o Sabor os valores A (valor igual a 10); para a Textura o valor E (valor igual a 6), mais ainda, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valores D e E (valor igual a 1); para o Sabor é o valor C (valor igual a 2); para a Textura são os valores B e D (valor igual a 2).

Em primeiro lugar, verifica-se que há uma elevada variabilidade das respostas dadas nos questionários para os mesmo questionários. Em segundo lugar, de acordo com o mencionado acima para o comportamento dos gelados no caso de se diminuir o teor de açúcar, nem sempre se verificou o mesmo tendo em conta as respostas aos questionários. Tomemos como exemplo as respostas mais frequentes dadas ao limão normal e ao limão 20%, em relação às variáveis aparência, sabor e textura: aparência (normal – A; 20% - A); sabor (normal – C; 20% - A); textura (normal – D; 20% - E). Seria de esperar que o limão normal apresentasse um maior derretimento bem como um sabor mais doce em detrimento de uma menor formação de cristais, quando comparado com limão 20%. O mesmo não se verificou na aparência, no sabor e na textura do limão normal. Os *sorbets* com redução de 10% e 15% apresentariam valores intermédios (C e D) em comparação com os extremos (normal e 20%).

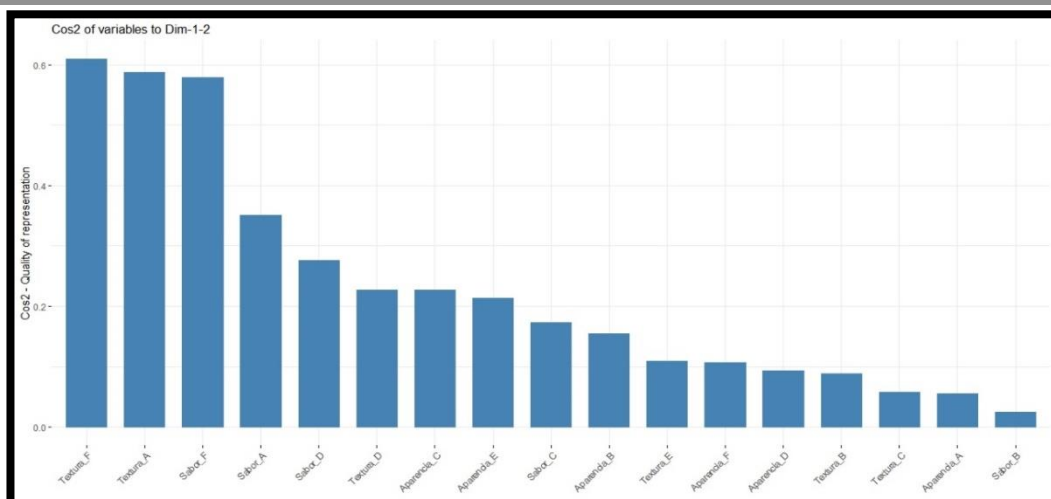
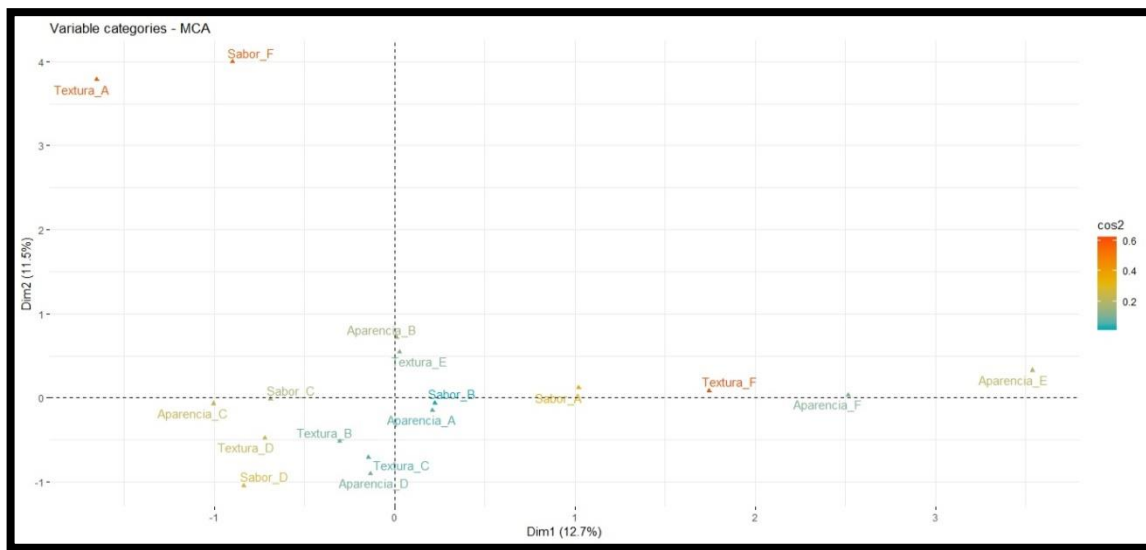


Figura 4.70 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Por exemplo as variáveis mais bem representadas são o Textura\_F e a Textura\_A, opondo-se às variáveis Aparência\_A e Sabor\_B, relativamente à soma das dimensões um e dois.

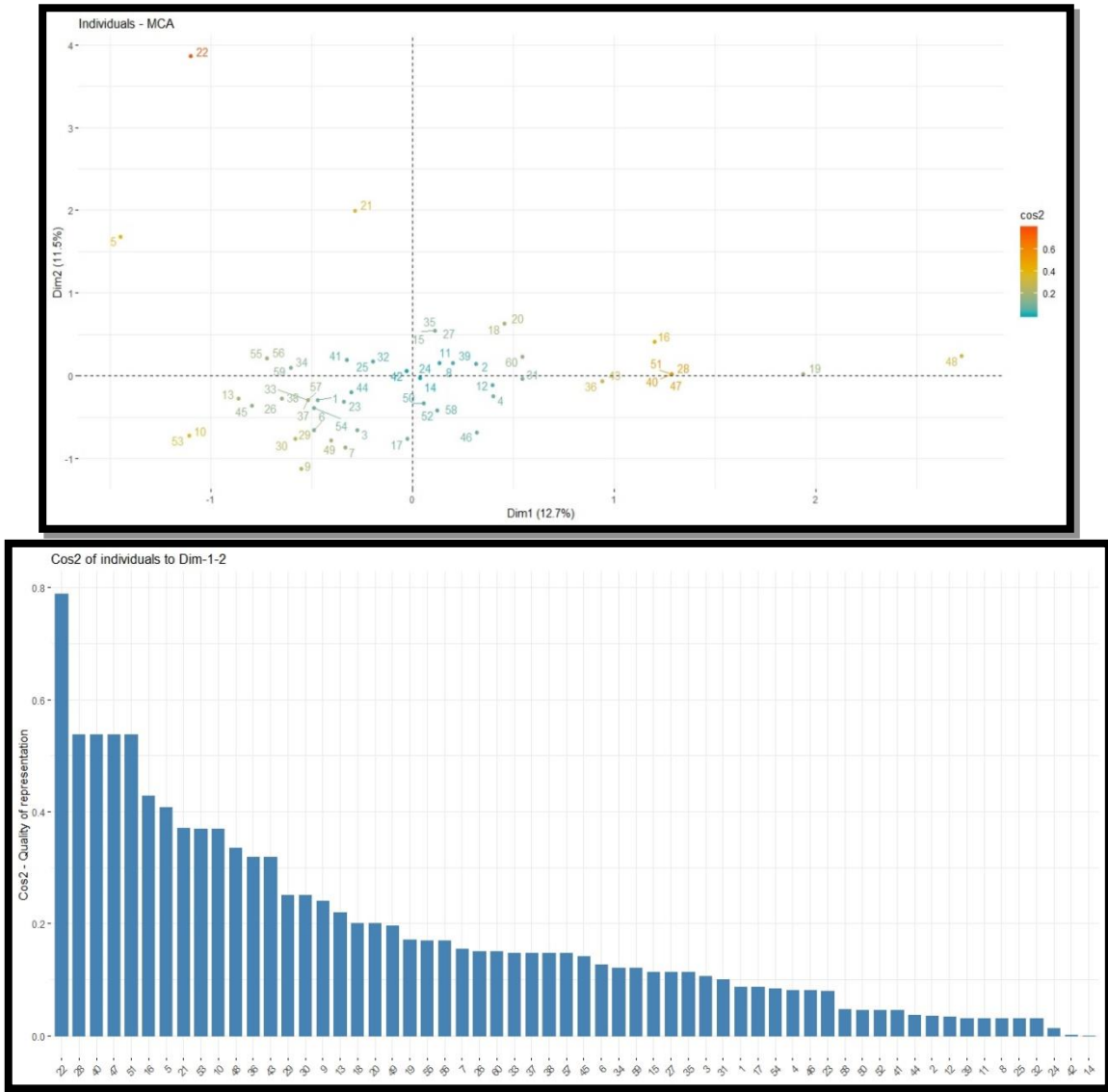


Figura 4.71 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* (*cos2*). Em cima, representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Coloração dos indivíduos de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Alguns exemplos de valores baixos de *cos2* são Sabor\_C e Textura\_C para as variáveis enquanto que para os indivíduos podemos indicar os números 42 e 14. Por outro lado, os números 22 e 28 e Textura\_A e Sabor\_D apresentam valores de *cos2* elevados.

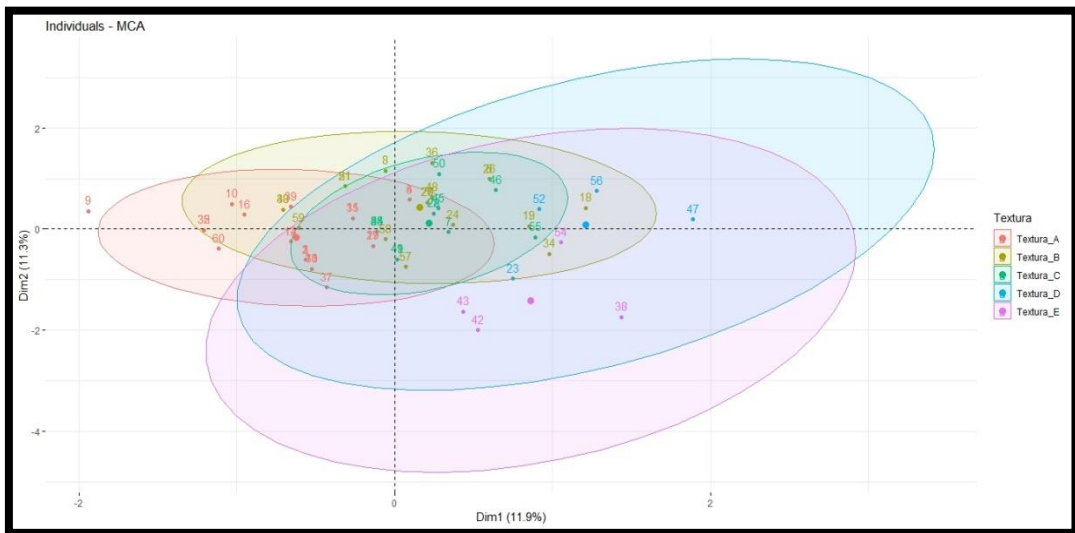
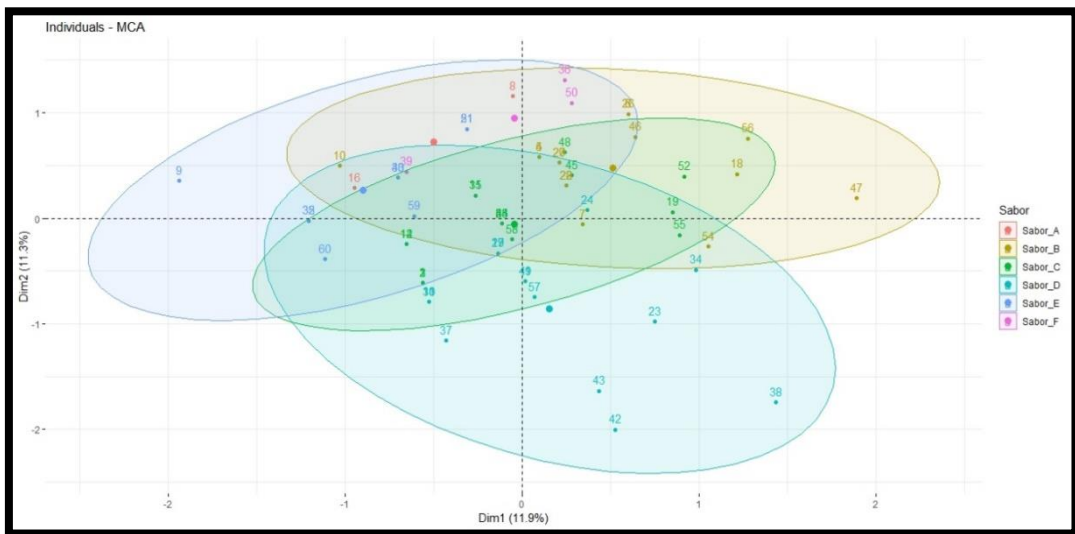
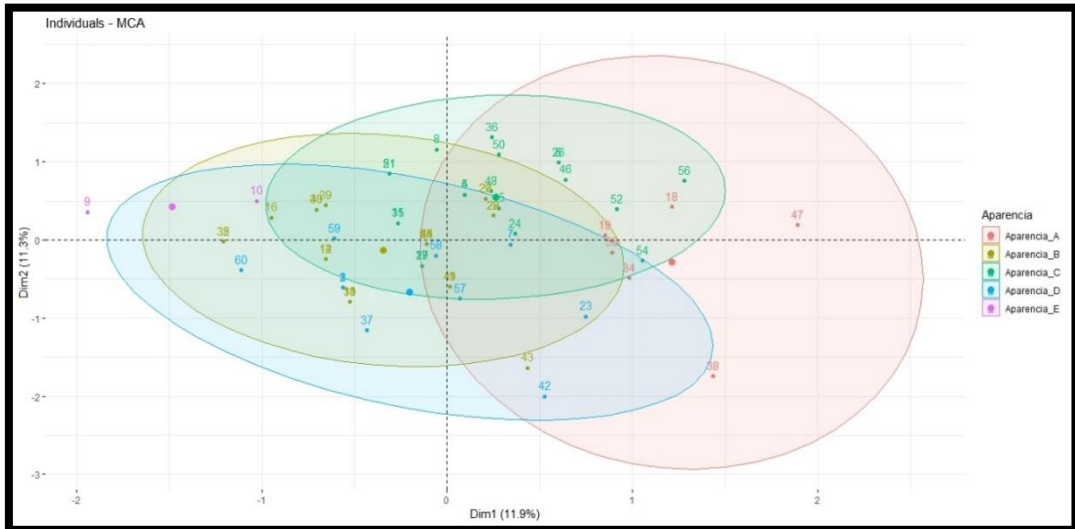


Figura 4.72 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (A – F) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

As imagens acima representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. É de notar que para a variável Aparência\_E e Aparência\_F apenas há 1 indivíduo em cada; a Sabor\_F tem 1 indivíduo; e a Textura\_A tem 2 indivíduos, daí não existir elipse para essas variáveis categóricas.

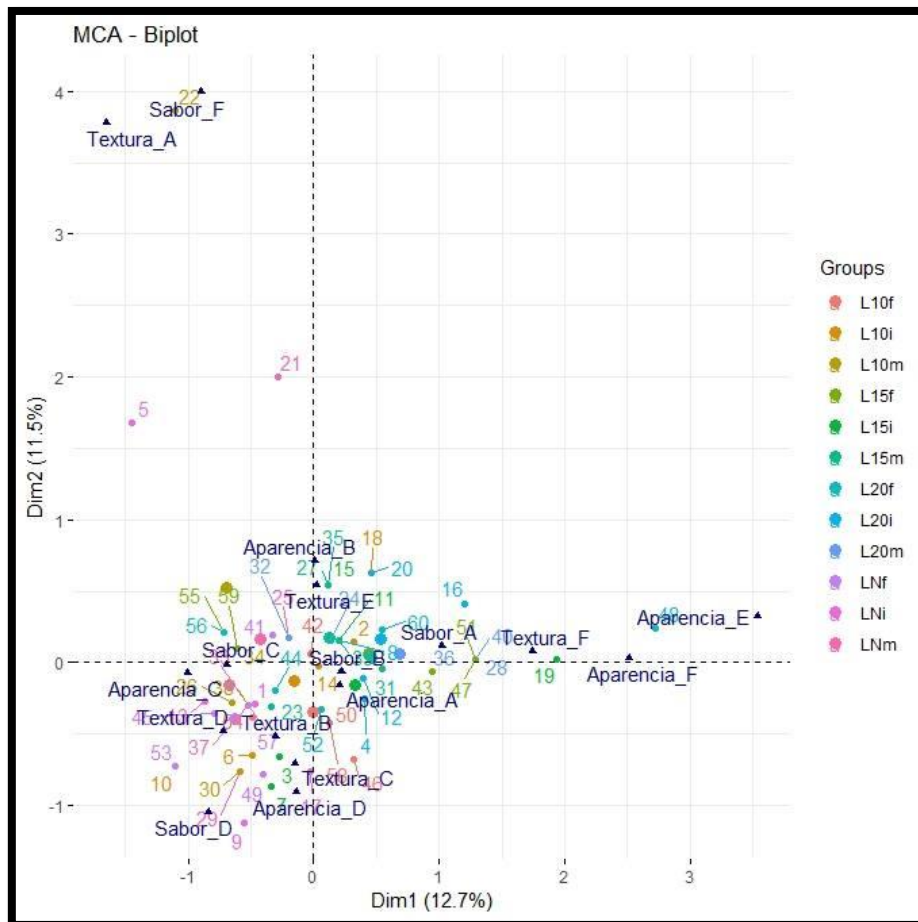


Figura 4.73 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20%). Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro *sorbets* de limão. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.73 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância. Assim, por exemplo, os indivíduos 3, 7 e 49 apresentam perfis semelhantes, bem como a Aparência\_B, a Sabor\_B e a Textura\_E; enquanto que os indivíduos 21 e 9, e as variáveis Textura\_A e Aparência\_E não partilham praticamente nada em comum.

#### 4.6 Análise Sensorial Hedónica

##### Nata

Na seguinte figura 4.74 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os gelados de base de nata. Dividiu-se a análise em três partes (T0, T30 e T60) de forma a facilitar a análise dos dados do gelado de base de nata. As frequências da figura 4.74 seguinte dividiram-se nos quatro gelados de base de nata, englobando cada um os três tempos de análise da análise sensorial hedónica.

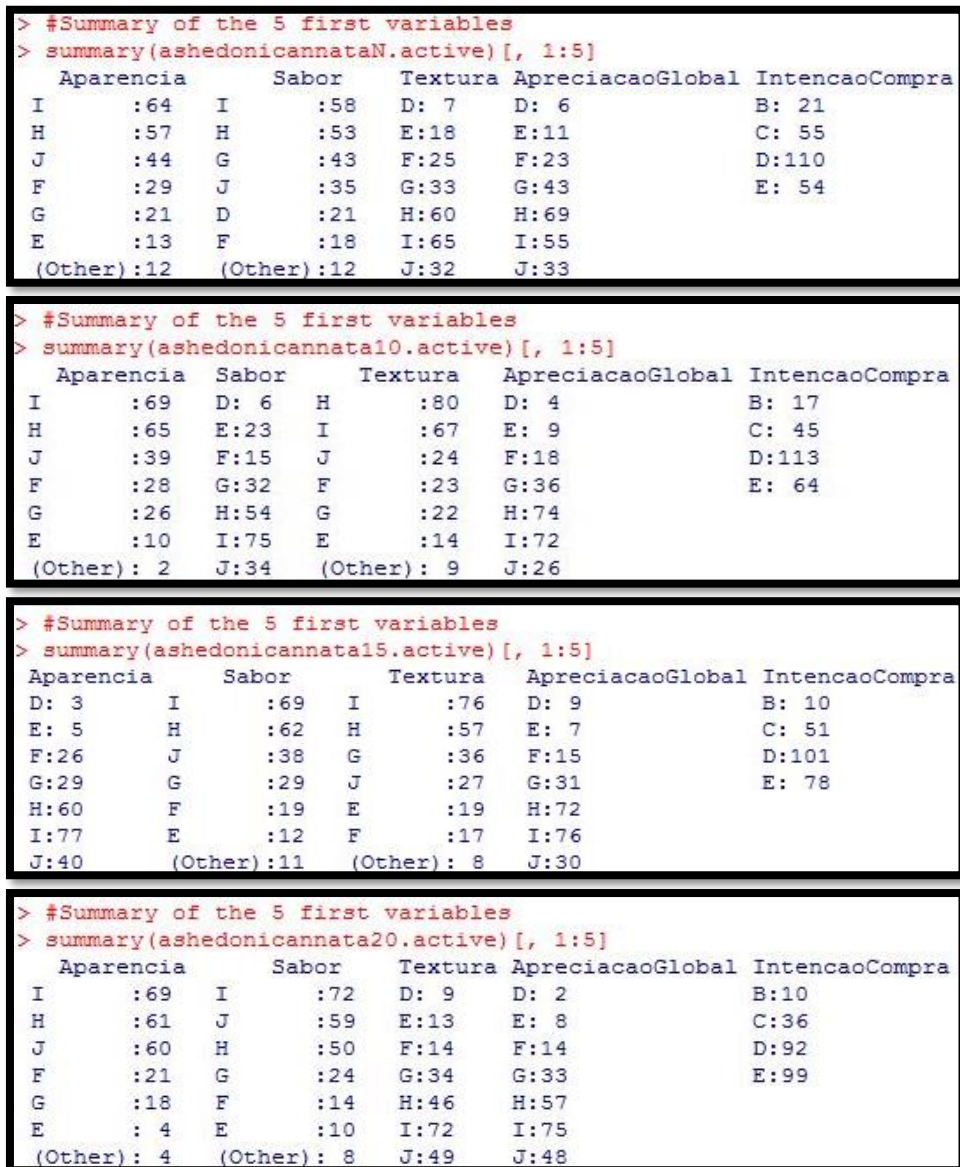


Figura 4.74 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.74 é possível observar as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Avaliação Global e Intenção de Compra (B - J), em relação a cada um dos quatro gelados em estudo (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar). Valores de frequência mais baixos podem distorcer a análise de dados, sendo recomendável descartar ou eliminar esses mesmos dados da análise.

Para a nata normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 64); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 58); para a Textura é a do valor I (valor igual a 65); para a Avaliação Global é o valor H (valor igual a 69); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 110), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (valor igual a 13 e 12, respetivamente); para o Sabor são a do valor F e outras variáveis (valor igual a 18 e 12, respetivamente); para a Textura é a do valor D (valor igual a 7); para a Avaliação Global é a do valor D (valor igual a 6); para a Intenção Compra é a do valor B (valor igual a 21).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente à nata 10%, para a Aparência é a do valor I (valor de frequência igual a 69); para o Sabor é o valor I (valor igual a 75); para a Textura é o valor H (valor igual a 80); para a Avaliação Global é o valor H (valor igual a 74); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 113), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência a que apresenta o valor E e outras variáveis (valor igual a 10 e 2, respetivamente); para o Sabor é o valor D (valor igual a 6); para a Textura são os valores E e outras variáveis (valor igual a 14 e 9, respetivamente); para a Avaliação Global é a do valor D (valor igual a 4); para a Intenção Compra é a do valor B (valor igual a 17).

Para a nata 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 77); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 69); para a Textura é a do valor I (valor igual a 76); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 76); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 101). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 3); para o Sabor são os valores E e outras variáveis (valor igual a 12 e 11, respetivamente); para a Textura são os valores F e outras variáveis (valor igual a 17 e 8, respetivamente); para a Avaliação Global é a do valor E (valor igual a 7); para a Intenção Compra é a do valor B (valor igual a 10).

O gelado de nata 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência o valor I (valor de frequência igual a 69); para o Sabor o valor I (valor igual a 72); para a Textura o valor I (valor igual a 72); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 75); para a Intenção de Compra é o valor E (valor igual a 99), mais ainda, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (ambos com valor igual a 4, respetivamente); para o Sabor são os valores E e outras variáveis (valor igual a



10 e 8, respetivamente); para a Textura é o valor D (valor igual a 9); para a Apreciação Global é o valor D (valor igual a 2); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 10).

Neste tipo de análise sensorial as respostas dos provadores não treinados prendem-se com as suas preferências, daí a grande variabilidade de respostas aos mesmos.

## Nata – T0

Na seguinte figura 4.75 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os gelados de base de nata, mas somente para o tempo T0.

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicannataleggi.active)[, 1:5]

```

Aparencia		Sabor		Textura		ApreciacaoGlobal		IntencaoCompra	
I	:113	I	:99	I	:90	D:	8	B:	11
H	:66	H	:75	H	:82	E:	9	C:	74
J	:60	J	:54	J	:58	F:	14	D:	140
F	:42	G	:45	G	:45	G:	38	E:	95
G	:27	F	:26	E	:19	H:	98		
D	:5	D	:12	F	:17	I:	105		
(Other):	7	(Other):	9	(Other):	9	J:	48		

Figura 4.75 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Na figura 4.75 é possível observar as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção de Compra (B - J), em relação aos quatro gelados em estudo (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar) no tempo T0.

Para os gelados de base nata T0 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 113); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 99); para a Textura é a do valor I (valor igual a 90); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 105); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 140), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 5); para o Sabor são os valores D e outras variáveis (valor igual a 12 e 9, respetivamente); para a Textura são os valores F e outras variáveis (valor igual a 17 e 9, respetivamente); para a Apreciação Global é o valor D (valor igual a 8); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 11).

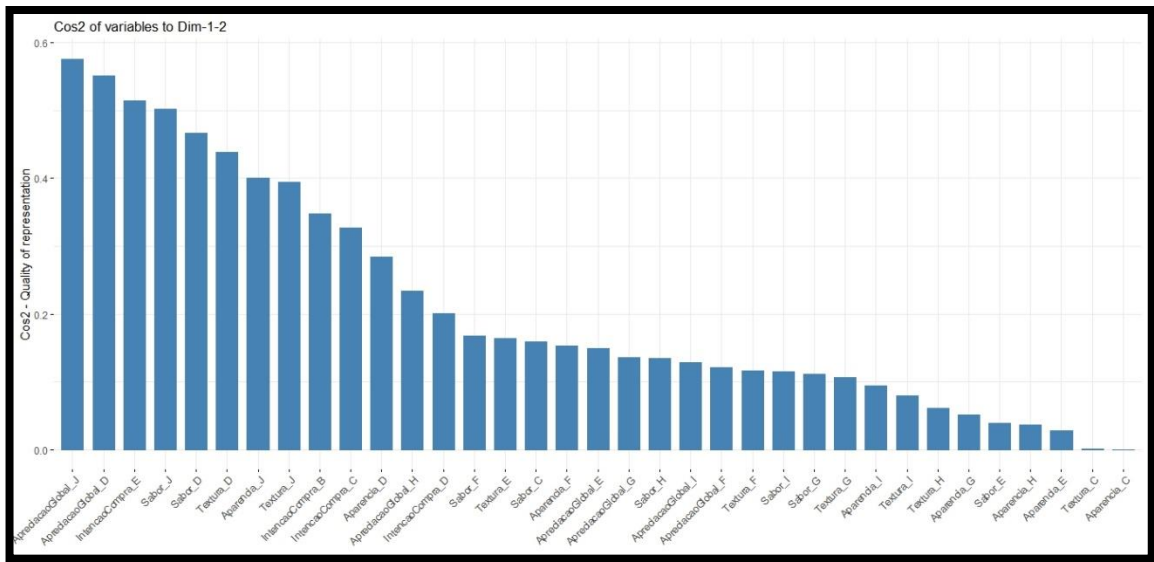
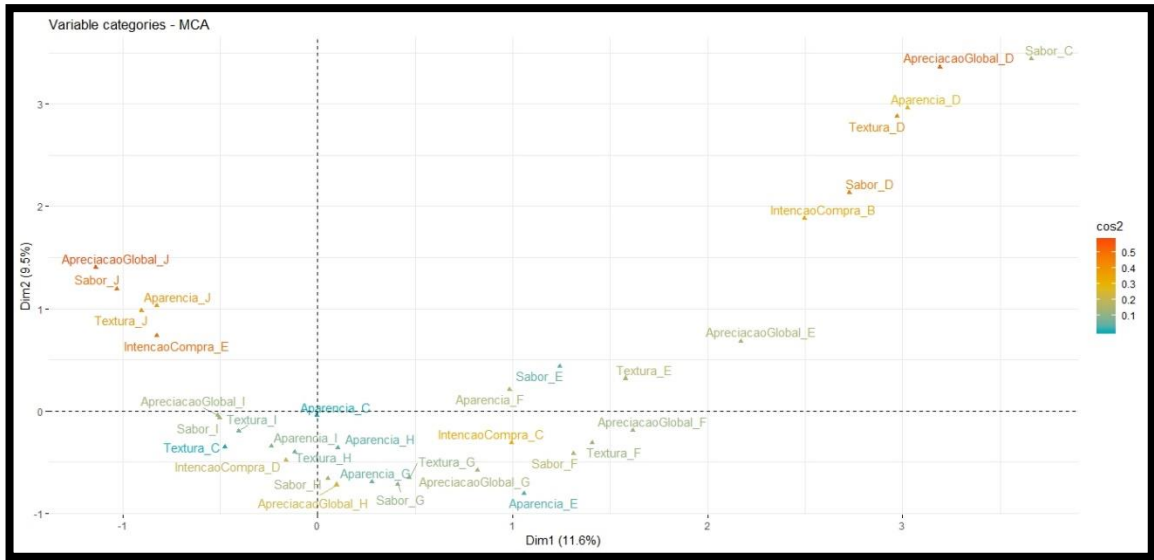


Figura 4.76 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para uma variável categórica ser bem representada por duas ou mais dimensões é necessário que a soma dos seus  $cos^2$  seja próximo do valor um. Por exemplo, as variáveis mais bem representadas são a *ApreciacaoGlobal\_J* e a *ApreciacaoGlobal\_D*, opondo-se às variáveis *Textura\_C* e *Aparencia\_C*, relativamente à soma das dimensões um e dois.

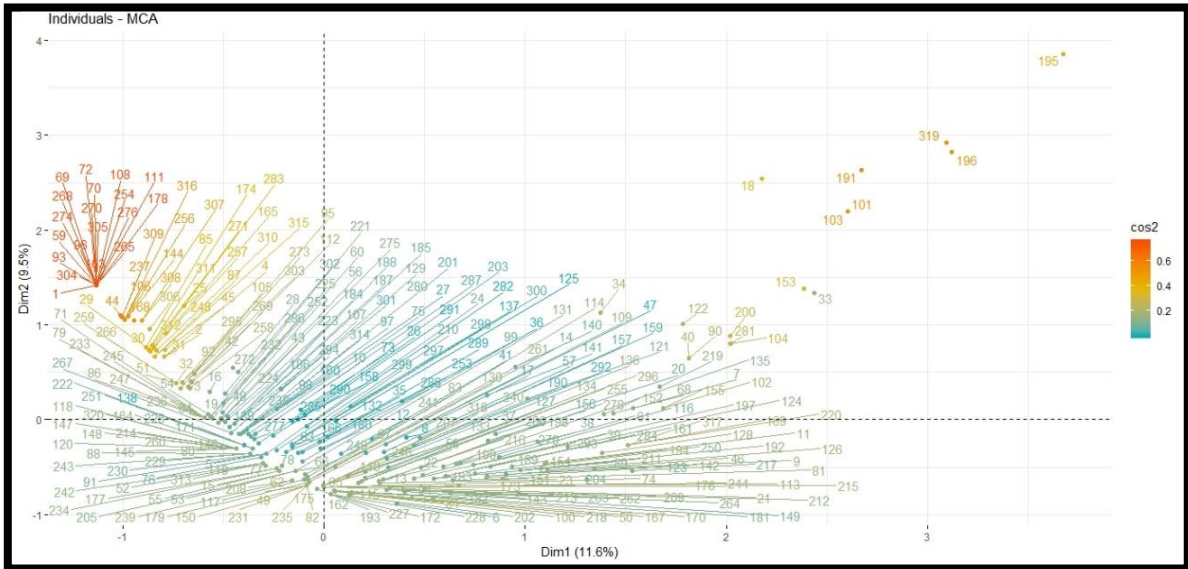


Figura 4.77 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Continuando a análise da qualidade da representação dos dados, recorrendo ao  $\cos^2$ , é possível observar que existem dados que necessitam de mais dimensões para garantir uma boa representação. Deste modo, tanto as variáveis categóricas como os indivíduos com colorações próximas das cores azul ou mesmo branco devem ser interpretados com algum cuidado devido aos seus baixos valores de  $\cos^2$ . Alguns exemplos de valores baixos de  $\cos^2$  para os indivíduos podem ser os números 36 e 125, por outro lado, os números 72 e 108 apresentam valores mais elevados.

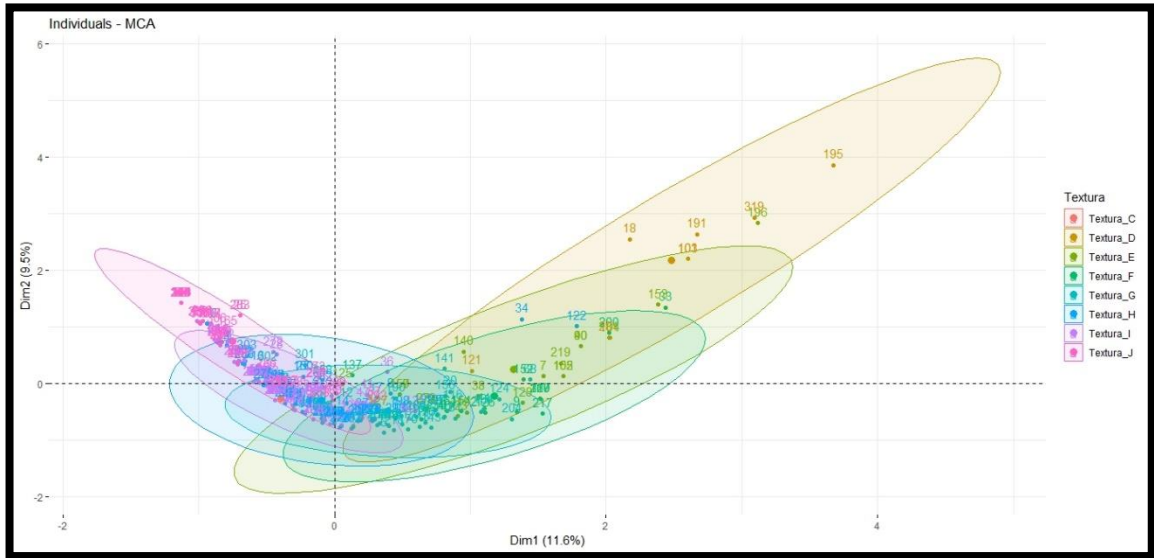
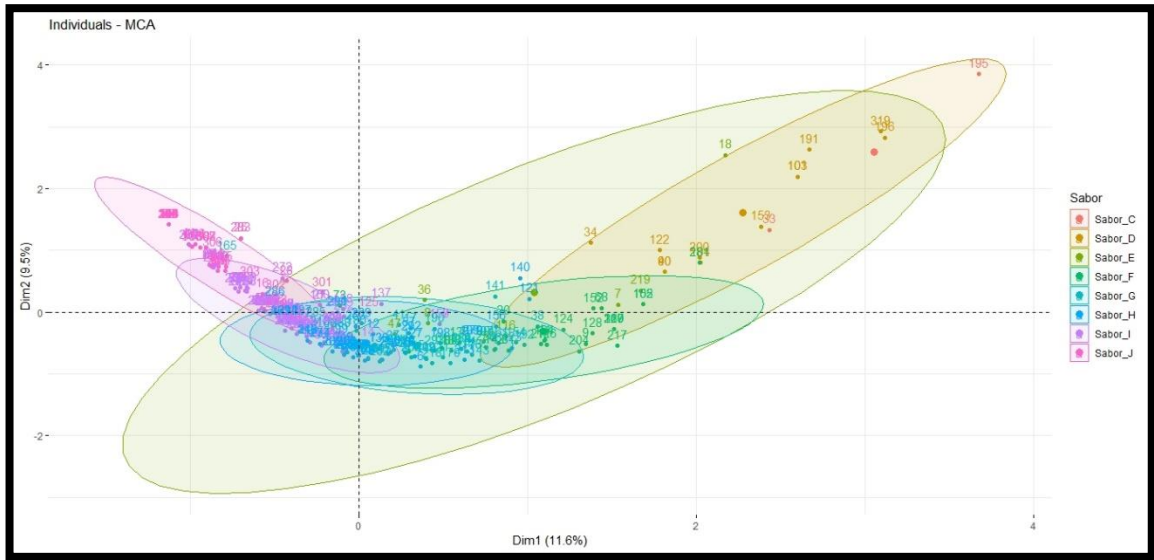
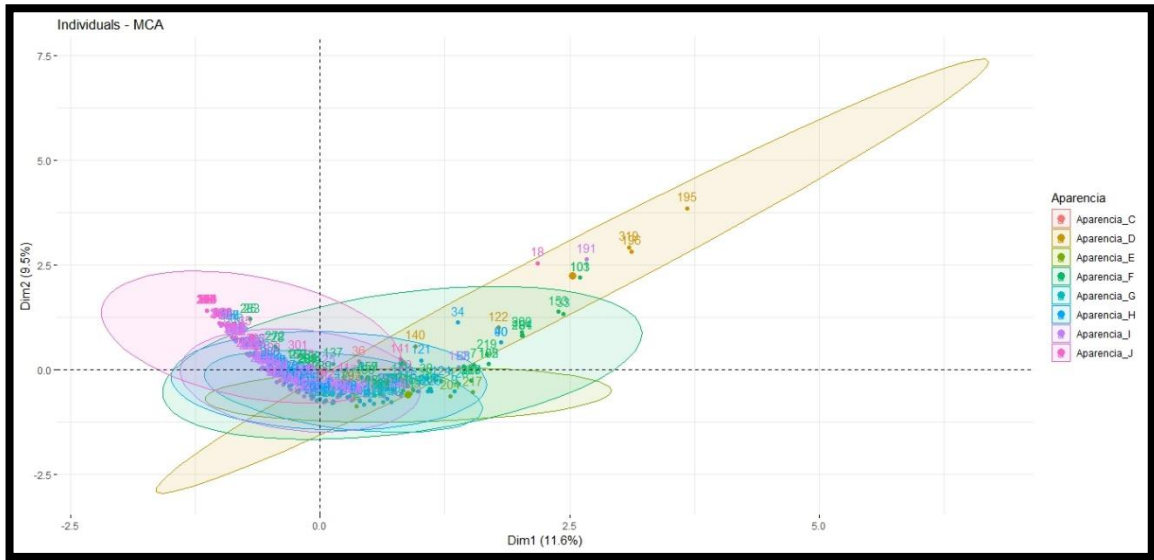


Figura 4.78 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

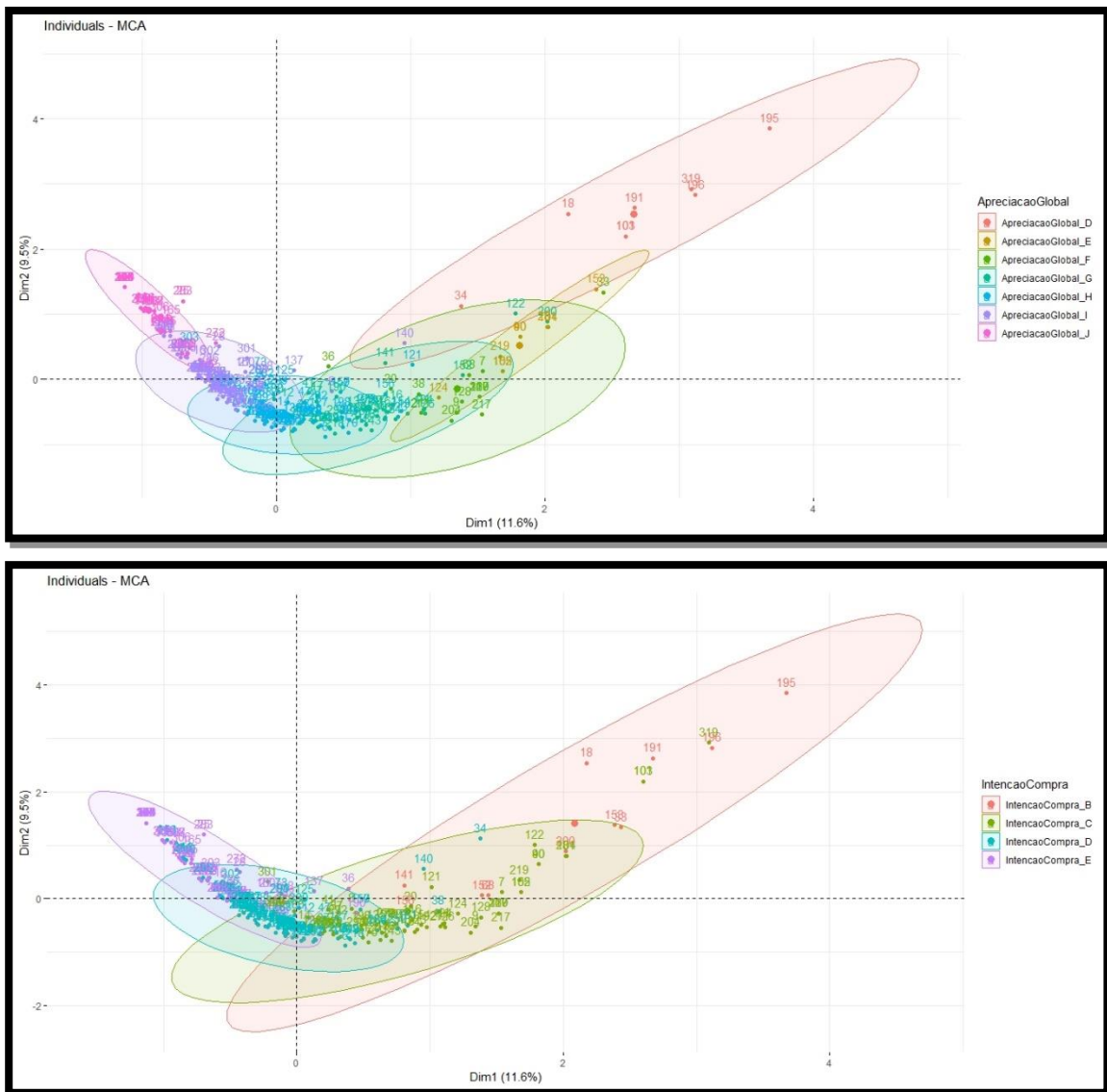


Figura 4.79 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.78 e 4.79) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Os grupos de variáveis categóricas em que não foi possível desenhar uma elipse, possivelmente, possuíam poucos valores para a definir. Desta forma, as variáveis categóricas Aparência\_C (valor de frequência 7 conjunta entre C e E), Sabor\_C (valor de frequência 9 conjunta entre C e E) e a Textura\_C (valor de frequência 9 conjunta entre C e D), não apresentam uma elipse.

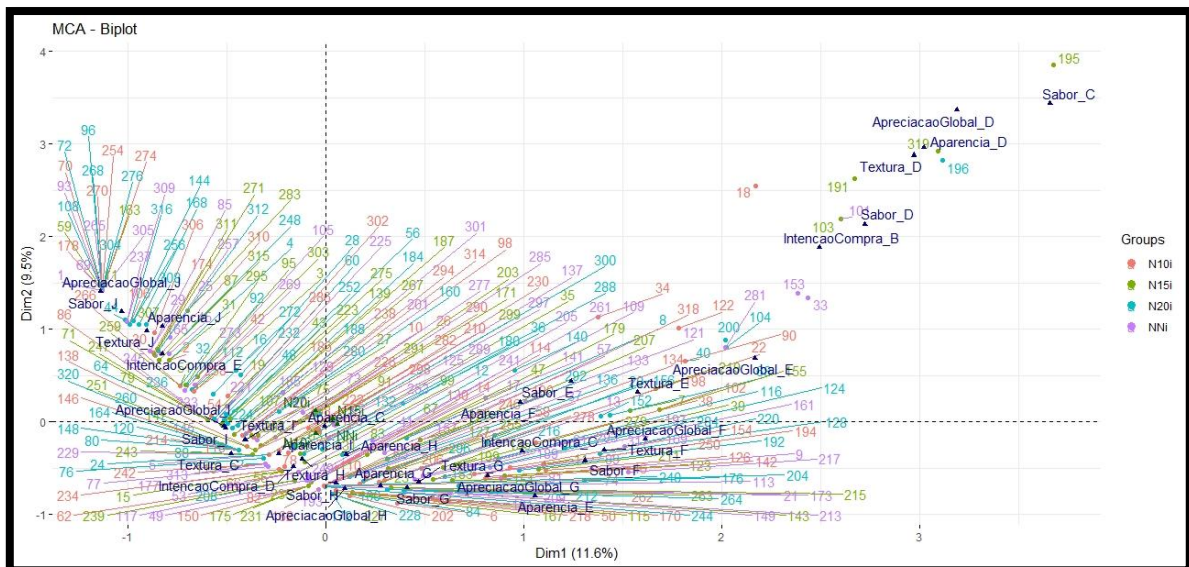


Figura 4.80 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.80 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Quanto maior a proximidade entre indivíduos ou entre variáveis no *Biplot* maior a sua semelhança em termos de perfil, enquanto que quanto mais afastados menor a sua semelhança. Assim, por exemplo, os indivíduos 191, 196 e 319 apresentam perfis semelhantes, bem como a Aparência\_D, a AparênciaGlobal\_D e a Textura\_D; enquanto que os indivíduos 70 e 195, e as variáveis Sabor\_J e a IntencaoCompra\_B não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.80 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória. Esta dispersão de resultados coincide com o facto de os provedores terem perceções diferentes e preferências diferentes relativamente ao mesmo gelado.

No gelado de base de nata, é possível inferir, através dos resultados obtidos para o valor E (“Compraria de certeza”), que a preferência, por ordem decrescente, dos provedores recai essencialmente no gelado de base de nata 20% (99), 15% (78), 10% (64) e, por fim, 20% (54).

## Nata – T30

Na seguinte figura 4.81 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os gelados de base de nata, unicamente para o tempo T30.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicannataleggmOUT.active)[, 1:5]
```

Aparencia		Sabor		Textura		ApreciacaoGlobal		IntencaoCompra	
H	:95	I	:92	I	:90	D	: 8	B	: 21
I	:84	H	:87	H	:85	E	: 15	C	: 70
G	:45	G	:44	G	:58	F	: 35	D	:149
J	:41	J	:40	F	:34	G	: 50	E	: 79
F	:34	E	:22	E	:20	H	:100		
E	:16	F	:16	J	:19	I	: 83		
(Other)	: 4	(Other)	:18	(Other)	:13	J	: 28		

Figura 4.81 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para os gelados de base de nata T30 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor H (valor de frequência igual a 95); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 92); para a Textura é a do valor I (valor igual a 90); para a Apreciação Global é o valor H (valor igual a 100); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 149), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (valor igual a 16 e 4, respetivamente); para o Sabor é o valor F (valor igual a 16); para a Textura são os valores J e outras variáveis (valor igual a 19 e 17, respetivamente); para a Apreciação Global é o valor D (valor igual a 8); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 21).

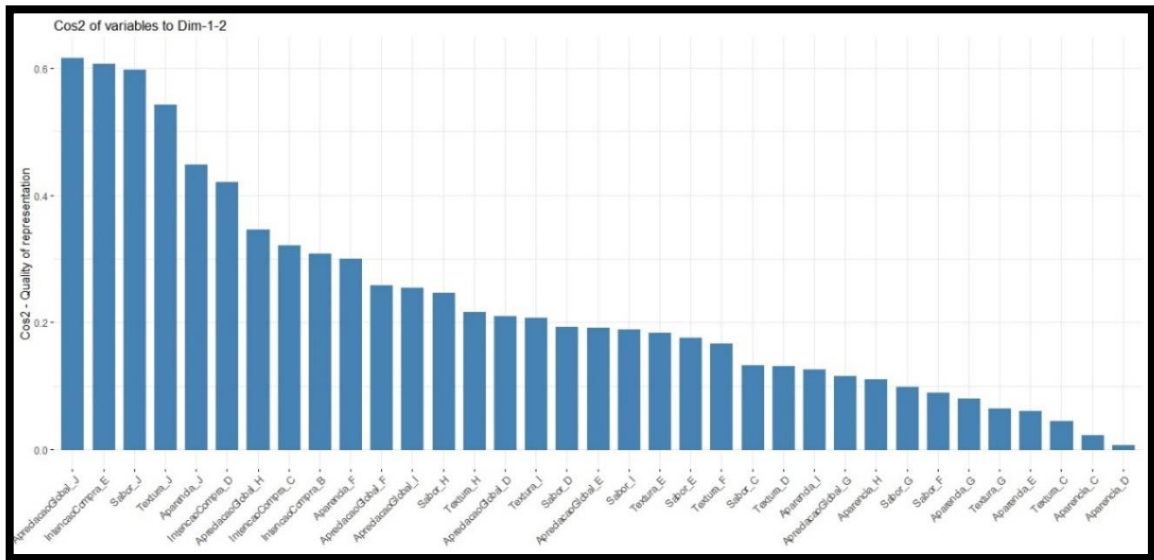
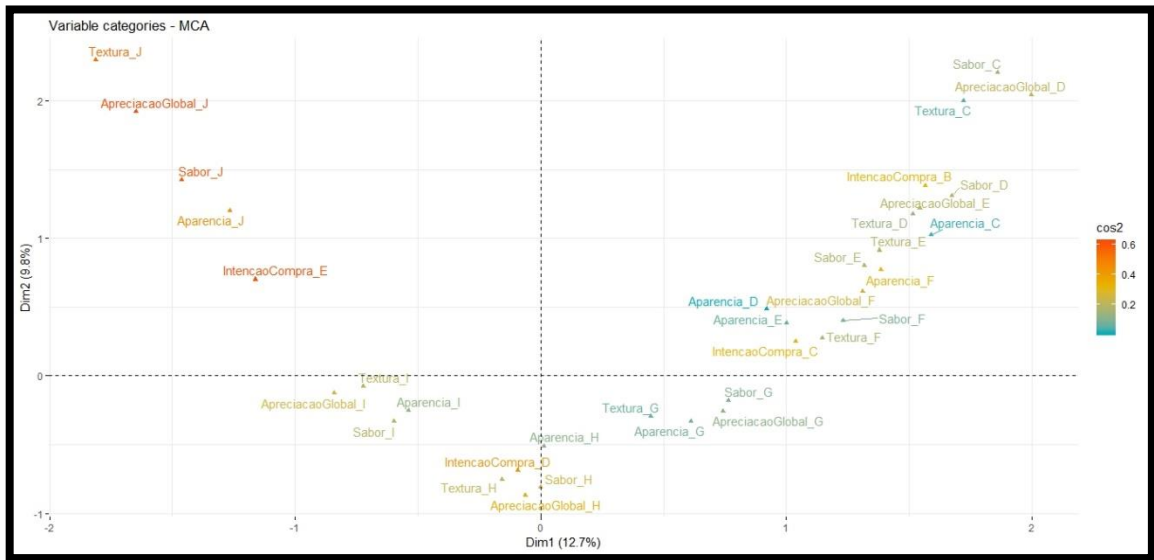


Figura 4.82 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As variáveis mais bem representadas, por exemplo, são a *ApreciacaoGlobal\_J* e a *IntencaoCompra\_E*, opondo-se às variáveis *Aparencia\_C* e *Aparencia\_D*, relativamente à soma das dimensões um e dois.



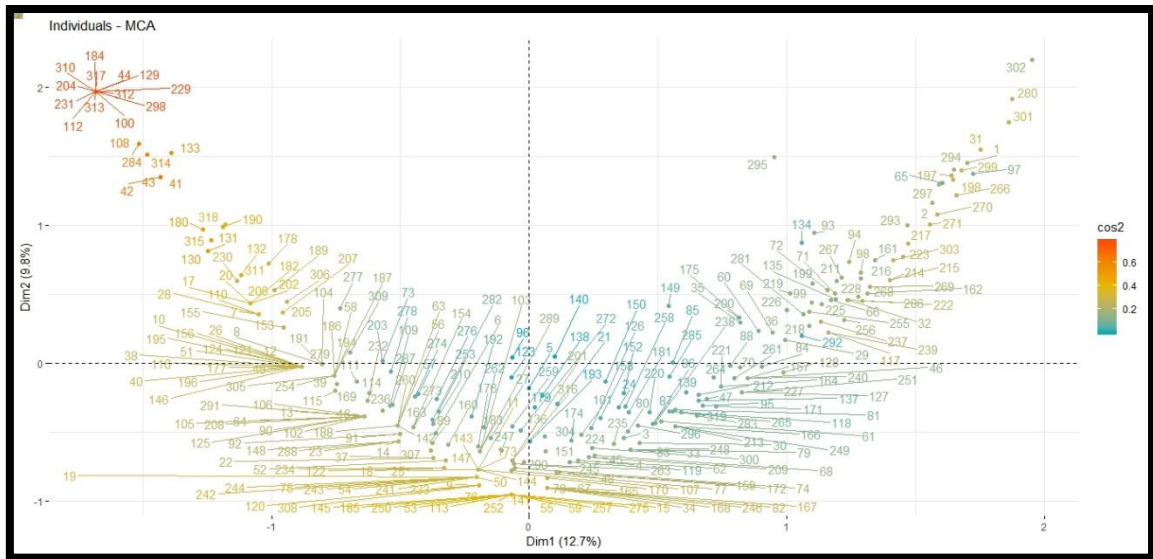


Figura 4.83 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Alguns exemplos de valores baixos de  $\cos^2$  para os indivíduos podemos indicar os números 96 e 123, por outro lado, os números 184 e 317 apresentam valores mais elevados.

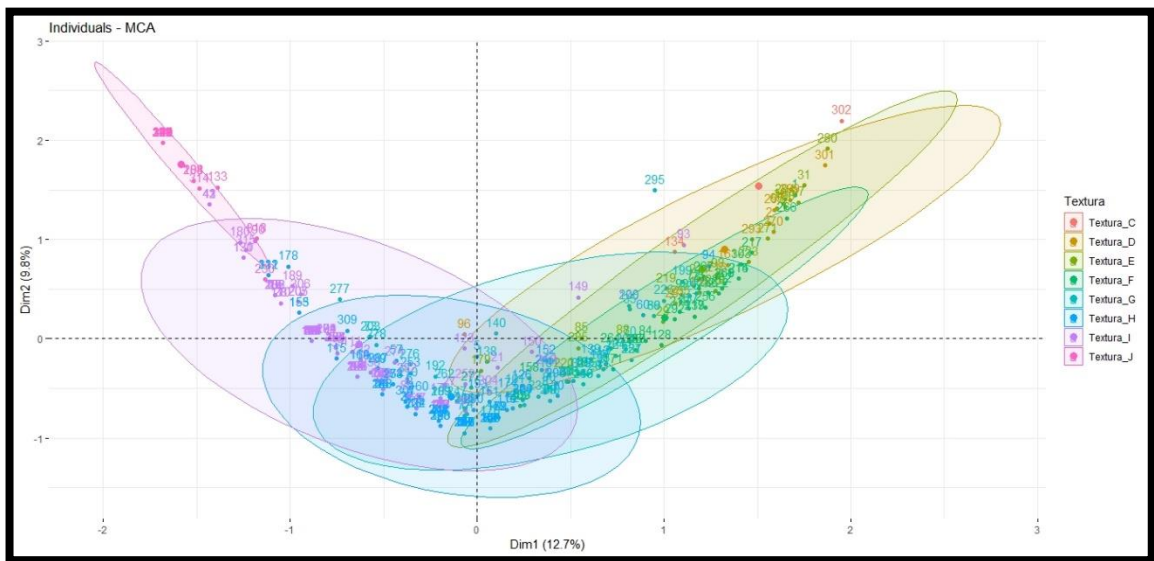
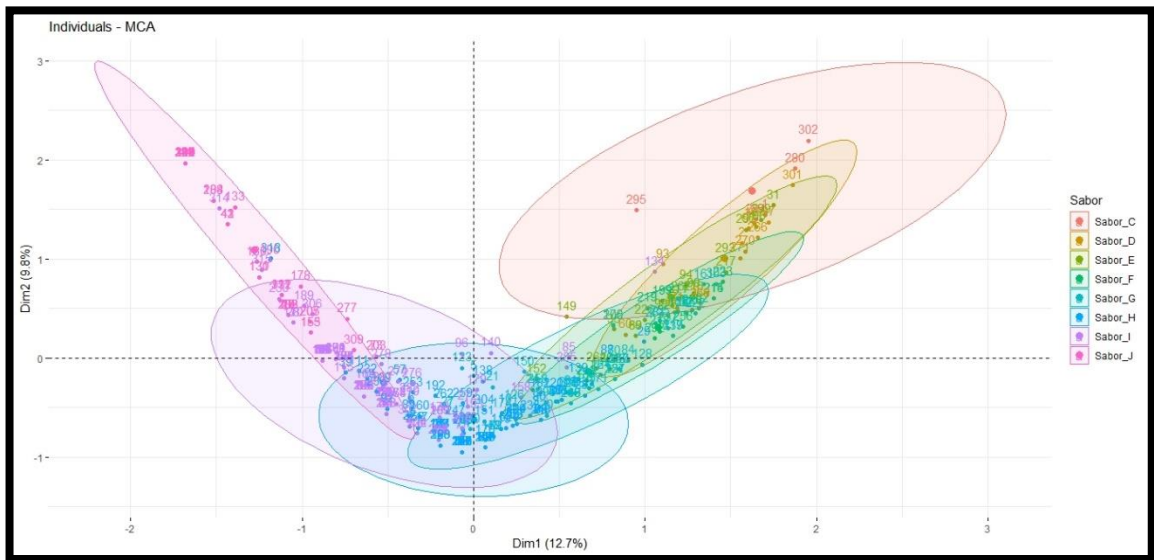
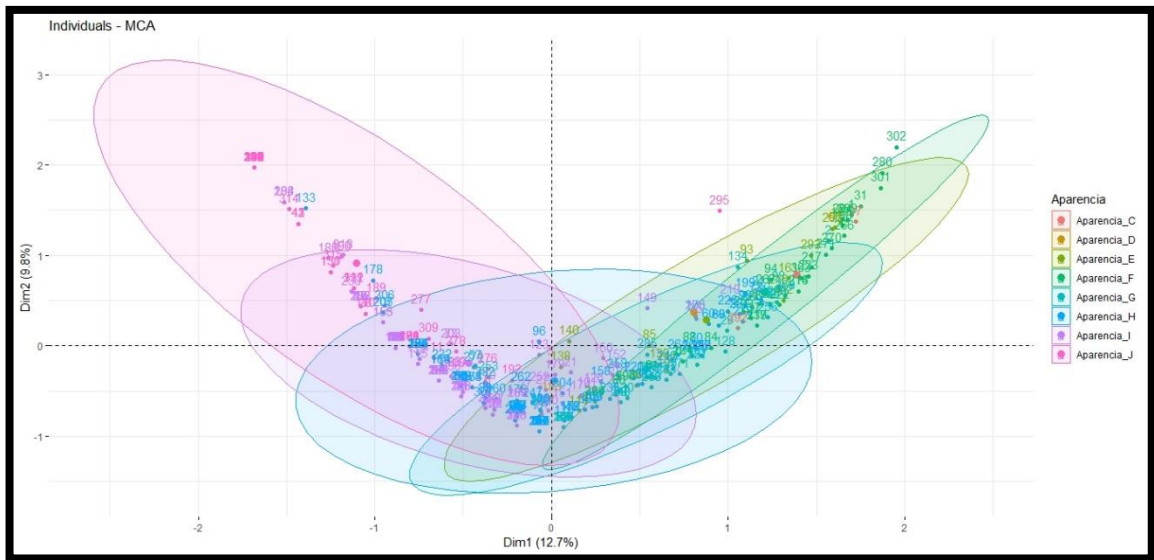


Figura 4.84 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

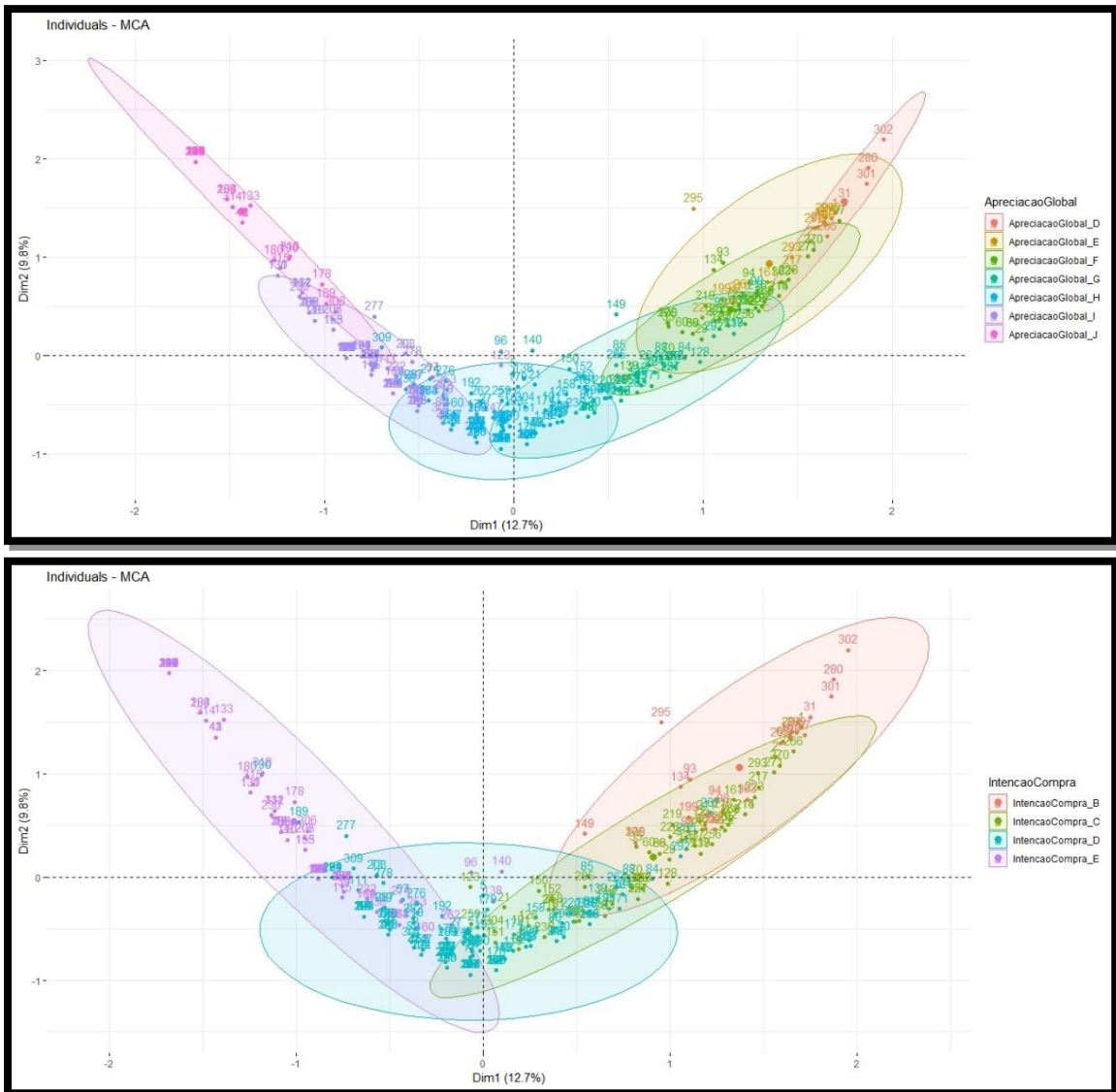


Figura 4.85 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

As figuras (4.84 e 4.85) acima representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas Aparência\_C e D (valor de frequência 4 conjunta entre C e D) e a Textura\_C (valor de frequência 13 conjunta entre C e D), não apresentam uma elipse.

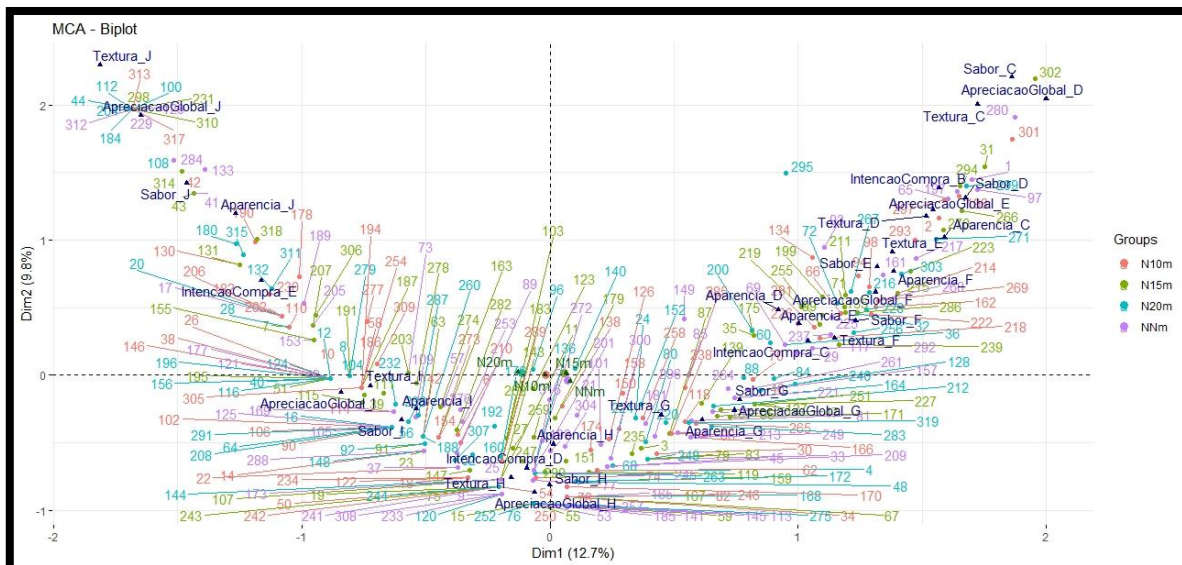


Figura 4.86 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.86 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 153, 155 e 306 apresentam perfis semelhantes, bem como a Aparência\_D, a IntencaoCompra\_C e a Textura\_F; enquanto que os indivíduos 54 e 295, e as variáveis Sabor\_J e Aparência\_H não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.86 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

### Nata – T60

Na seguinte figura 4.87 pode observar-se as frequências das respostas dos provedores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os gelados de base de nata, exclusivamente para o tempo T60.

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicannataleggf.active)[, 1:5]
  Aparencia  Sabor  Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
H      :83  D:17  D: 11  D: 5  B: 26
I      :83  E:25  E: 25  E:11  C: 43
J      :82  F:24  F: 28  F:22  D:130
F      :28  G:40  G: 22  G:55  E:121
G      :23  H:58  H: 78  H:75
E      :11  I:84  I:101  I:91
(Other):10  J:72  J: 55  J:61

```

Figura 4.87 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T60. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Para os gelados de base de nata T60 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência são a Aparência com valor H e I (valor de frequência igual a 83); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 84); para a Textura é a do valor I (valor igual a 101); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 91); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 130), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (valor igual a 11 e 10, respetivamente); para o Sabor é a do valor D (valor igual a 17); para a Textura é a do valor D (valor igual a 11); para a Apreciação Global é a do valor D (valor igual a 5); para a Intenção Compra é a do valor B (valor igual a 26).

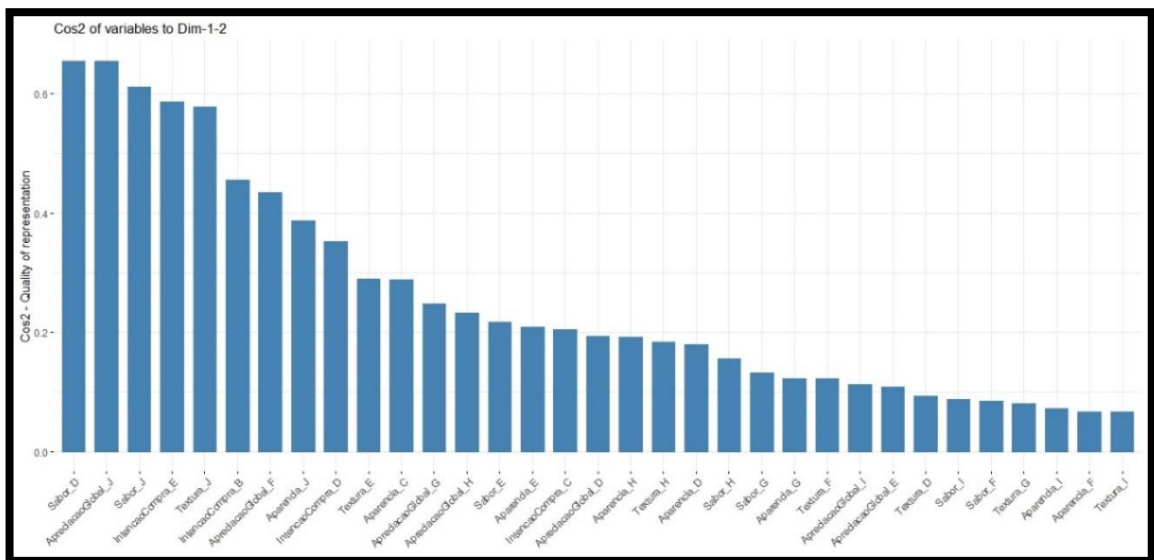
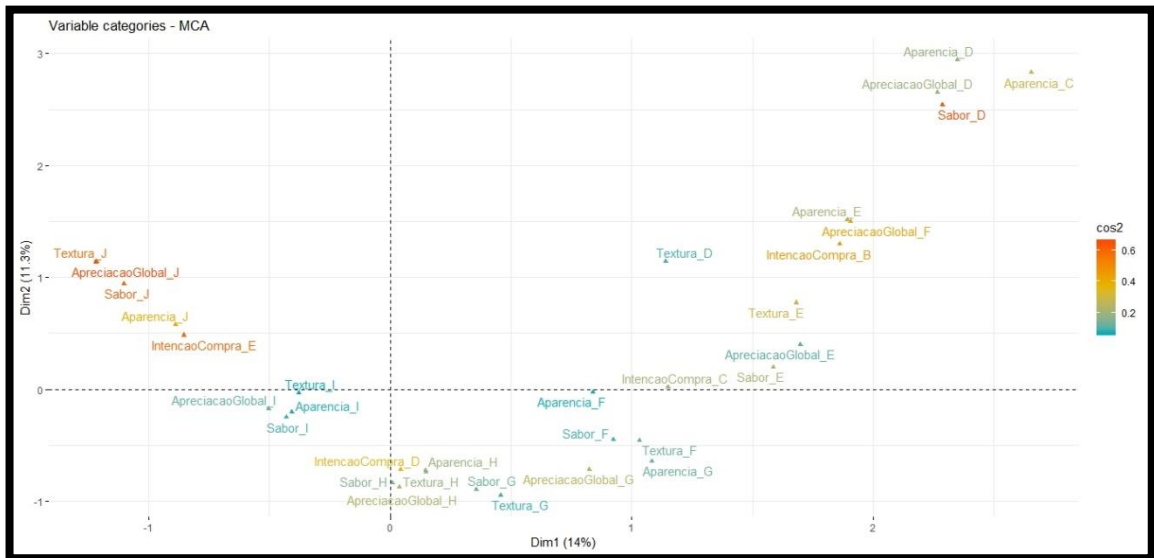


Figura 4.88 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.88 pode observar-se quais as variáveis mais bem representadas (por exemplo, a Sabor\_D e a ApreciacaoGlobal\_J) e as menos bem representadas (as variáveis Apariencia\_F e Textura\_I), relativamente à soma das dimensões um e dois.

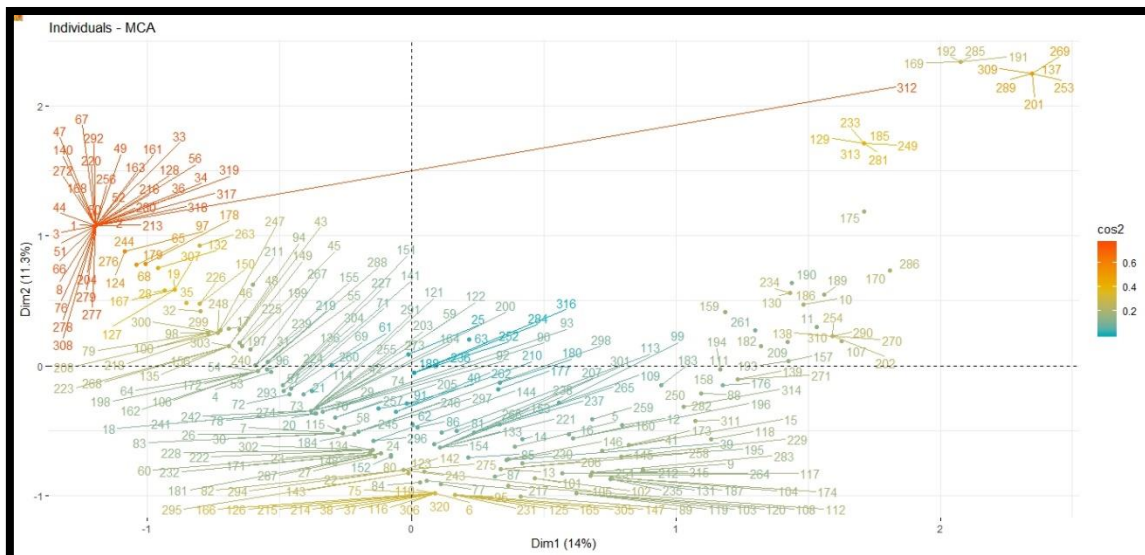


Figura 4.89 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Na figura 4.89 observam-se alguns exemplos de valores baixos de  $cos^2$  para os indivíduos, como os números 284 e 316 e, por outro lado, os números 67 e 213 com valores mais elevados de  $cos^2$ .

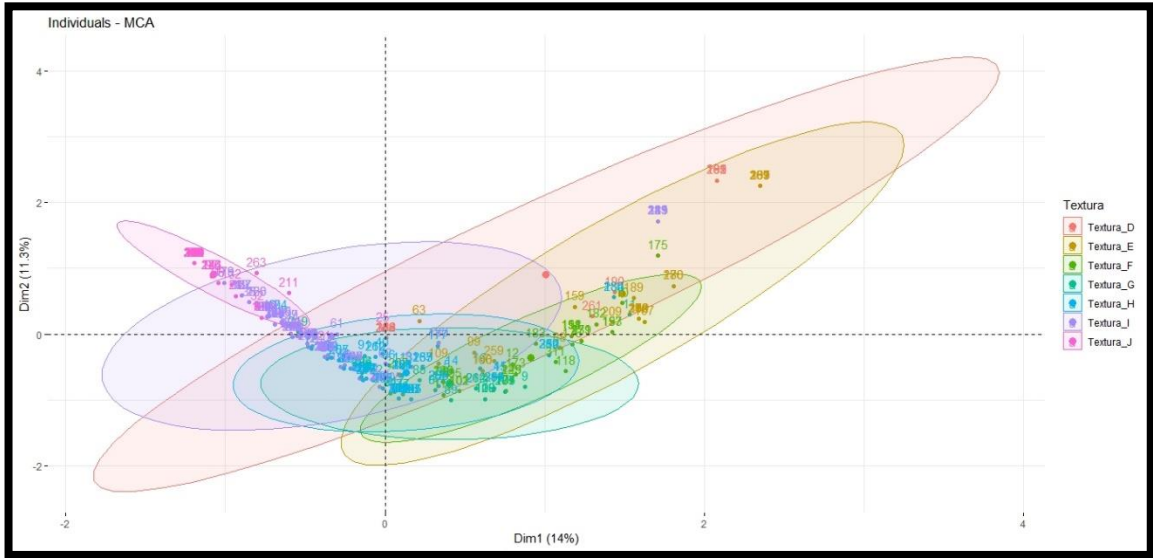
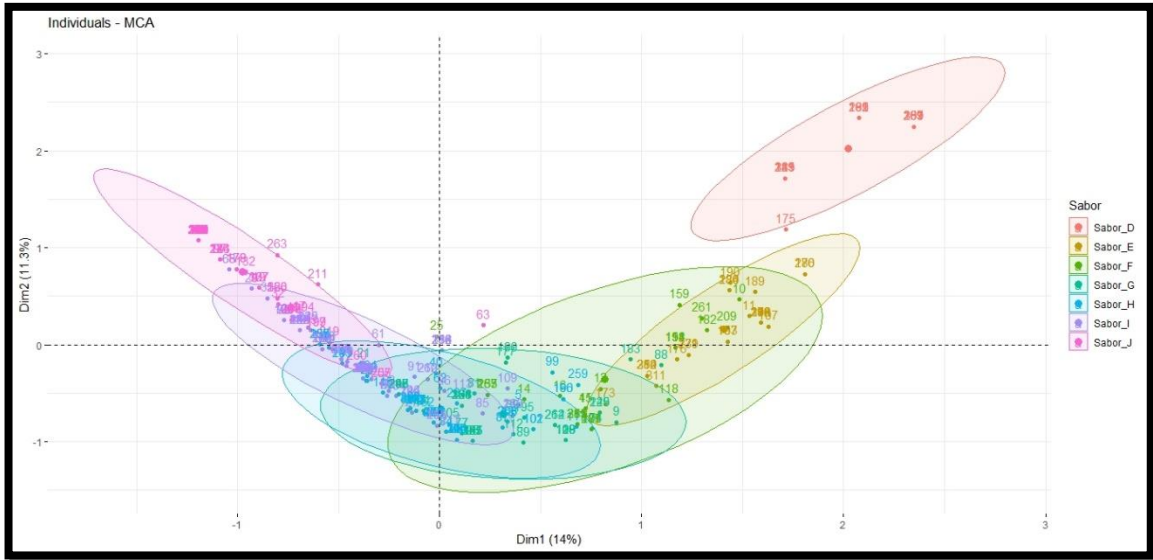
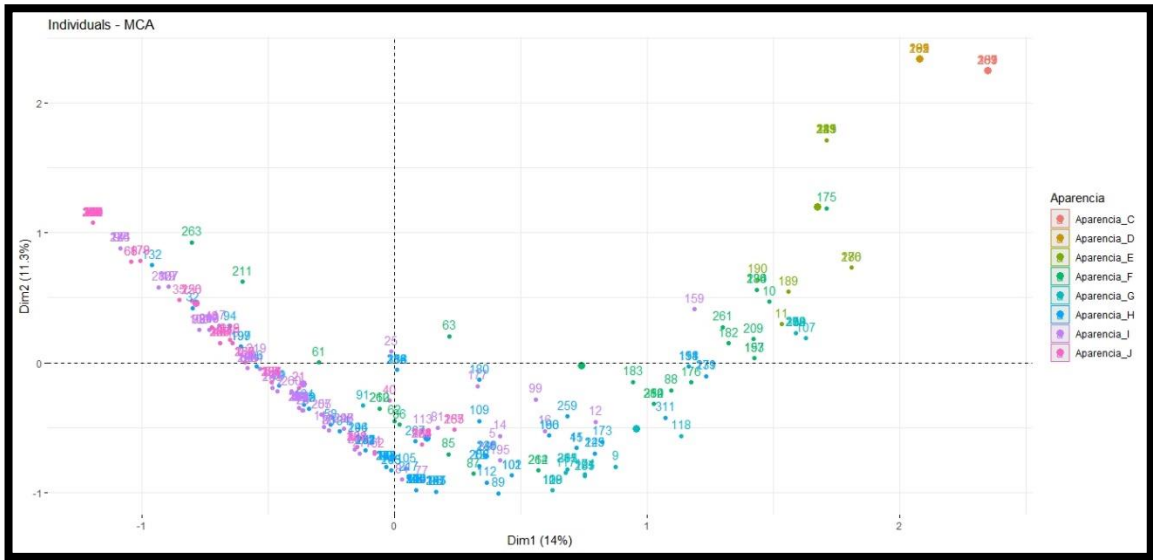


Figura 4.90 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).



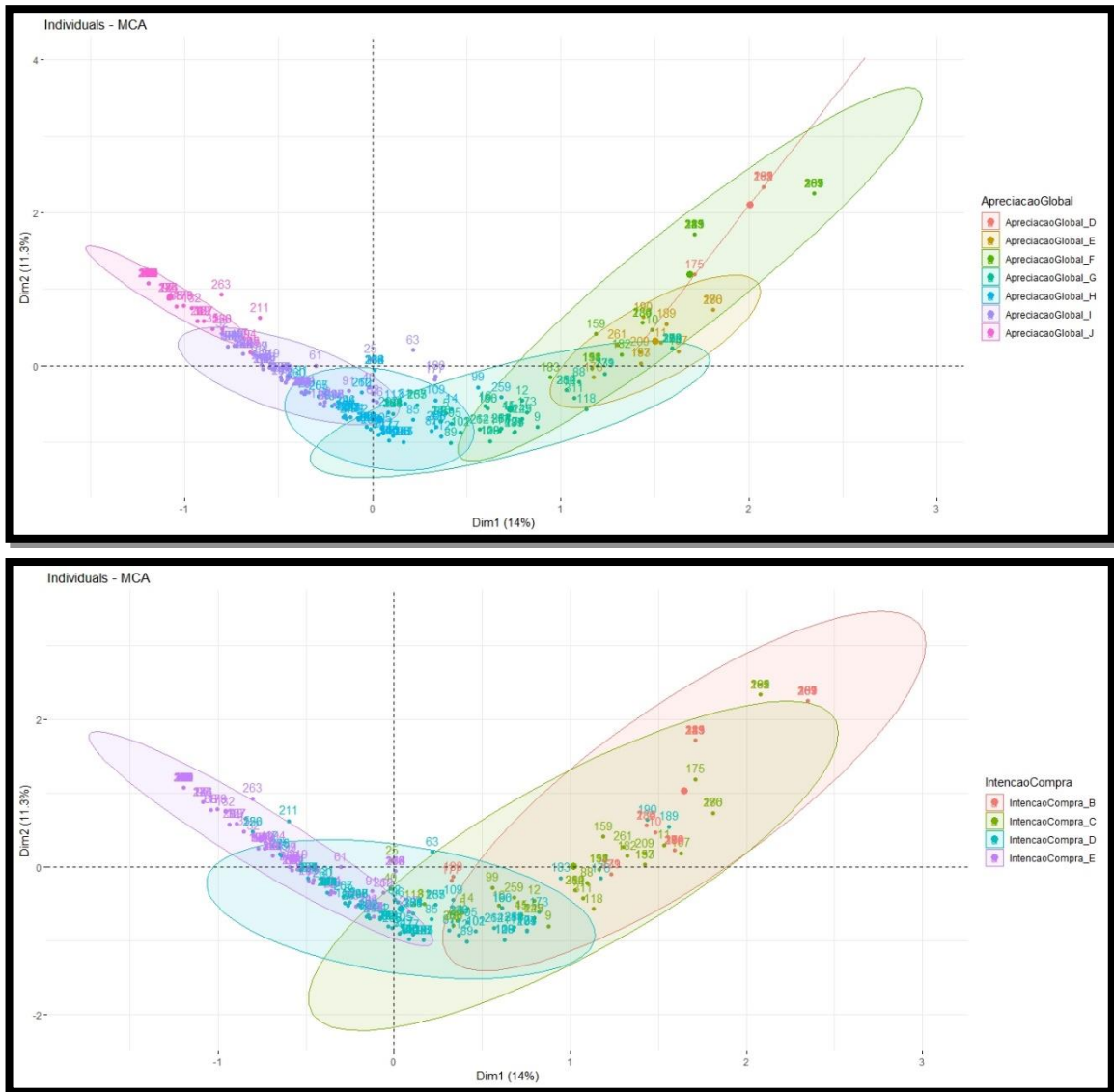


Figura 4.91 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.90 e 4.91) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas *Aparencia\_C* e *D* (valor de frequência 10 conjunta entre *C* e *D*) e a *ApreciacaoGlobal\_D* (valor de frequência 5), não apresentam uma elipse. Para além disso, nenhuma das variáveis categóricas *Aparencia\_“X”* formaram elipse, possivelmente devido ao facto de os indivíduos estarem muito dispersos, ou seja, os provedores não responderam de forma uniforme.

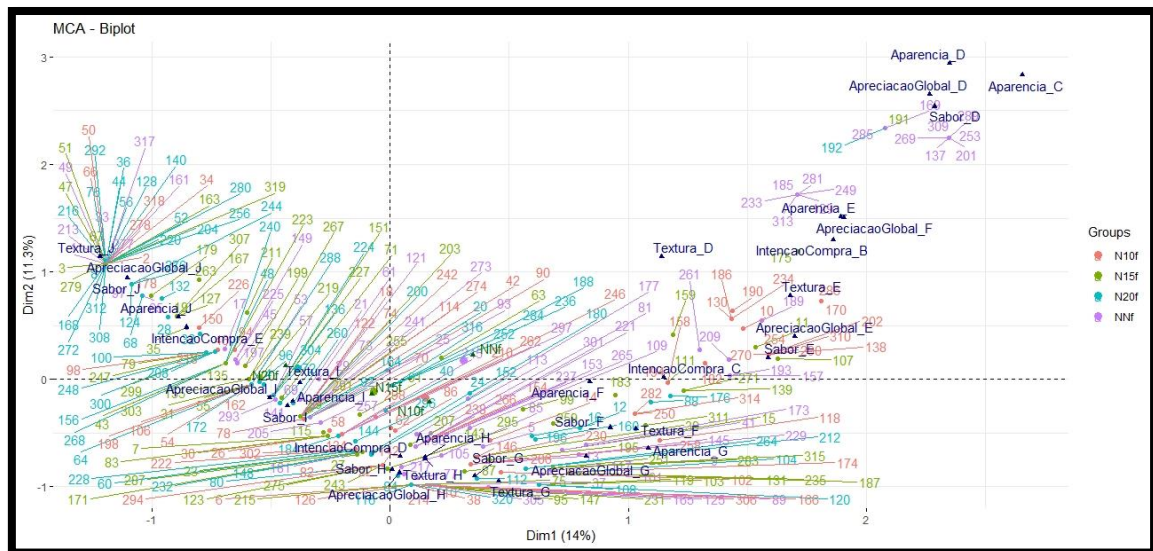


Figura 4.92 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro gelados de base de nata (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro gelados de base de nata. (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.92 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 233, 249 e 281 apresentam perfis semelhantes, bem como as variáveis *Aparencia\_E*, *IntencaoCompra\_B* e *ApreciacaoGlobal\_F*; enquanto que os indivíduos 2 e 201, e as variáveis *Textura\_D* e *Aparencia\_C* não partilham praticamente nada entre eles.

Na figura 4.92 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro gelados de base nata (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

### Manga

Na seguinte figura 4.93 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de manga. Dividiu-se a análise em três partes (T0, T30 e T60) de forma a facilitar a análise dos dados do *sorbet* de manga. As frequências da figura seguinte dividiram-se nos quatro *sorbets* de manga, englobando cada um os três tempos de análise.

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammangaN.active)[, 1:5]
Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
D: 2           H       :68      H       :57      C: 1           B: 10
E: 3           I       :63      J       :52      E: 3           C: 45
F:22          J       :49      I       :51      F:10          D:103
G:31          G       :31      G       :49      G:46          E: 78
H:50          F       :13      F       :13      H:52
I:74          E       : 9      E       :11      I:80
J:54          (Other): 3    (Other): 3    J:44

```

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammanga10.active)[, 1:5]
Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
E: 8           I       :64      D: 2      I       :75      B: 11
F:21          H       :49      E:18      H       :51      C: 43
G:31          J       :46      F:22      J       :45      D:104
H:53          G       :41      G:25      G       :34      E: 77
I:63          E       :15      H:52      F       :24
J:59          F       :14      I:57      E       : 3
              (Other): 6    J:59      (Other): 3

```

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammanga15.active)[, 1:5]
Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
D: 1           H       :57      I       :63      I       :77      B: 9
E: 6           J       :57      H       :56      H       :62      C:62
F:34          I       :50      J       :39      J       :34      D:86
G:19          G       :28      G       :32      G       :33      E:77
H:59          F       :20      E       :22      F       :21
I:62          E       :14      F       :13      E       : 4
J:53          (Other): 8    (Other): 9    (Other): 3

```

```

> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammanga20.active)[, 1:5]
Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
E:12          I       :73      D: 4      I       :80      B: 9
F:21          H       :53      E:12      H       :57      C:55
G:13          G       :34      F:17      G       :34      D:99
H:70          J       :31      G:32      J       :32      E:70
I:80          F       :20      H:58      F       :14
J:37          E       :13      I:65      E       :13
              (Other): 9    J:45      (Other): 3

```

Figura 4.93 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Avaliação Global e Intenção Compra, relativamente aos sorbets de manga normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Avaliação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

Para a manga normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 74); para o Sabor é a do valor H (valor igual a 68); para a Textura é a do valor H (valor igual a 57); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 80); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 103), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor

D (valor igual a 2); para o Sabor são os valores E e outras variáveis (valor igual a 9 e 3, respectivamente); para a Textura são os valores E e outras variáveis (valor igual a 11 e 3, respectivamente); para a Avaliação Global é o valor C (valor igual a 1); para a Intenção de Compra é o valor B (valor igual a 10).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente à manga 10%, para a Aparência é o valor I (valor de frequência igual a 63); para o Sabor é o valor I (valor igual a 64); para a Textura é o valor J (valor igual a 59); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 75); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 104), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência a que apresenta o valor E (valor igual a 8); para o Sabor são os valores F e outras variáveis (valor igual a 14 e 6, respectivamente); para a Textura é o valor D (valor igual a 2); para a Avaliação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 3 para ambos); para a Intenção de Compra é o valor B (valor igual a 11).

Para a manga 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 62); para o Sabor são os valores H e J (valor igual a 57); para a Textura é o valor I (valor igual a 63); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 77); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 86). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor são os valores E e outras variáveis (valor igual a 14 e 8, respectivamente); para a Textura são os valores F e outras variáveis (valor igual a 13 e 9, respectivamente); para a Avaliação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 4 e 3, respectivamente); para a Intenção de Compra é o valor B (valor igual a 9).

O sorbet de manga 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência o valor I (valor de frequência igual a 80); para o Sabor o valor I (valor igual a 73); para a Textura o valor I (valor igual a 65); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 80); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 99), ainda mais, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor E (valor igual a 12); para o Sabor são os valores E e outras variáveis (valor igual a 13 e 9, respectivamente); para a Textura é o valor D (valor igual a 4); para a Avaliação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 13 e 3, respectivamente); para a Intenção de Compra é o valor B (valor igual a 9).

## Manga – T0

Na seguinte figura 4.94 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de manga, mas somente para o tempo T0.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammangaleggiOUT.active)[, 1:5]
Aparencia Sabor  Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
D:  1      D:  1      D:  4      E:  7                      B:  6
E: 10      E:10      E:19      F: 15                      C: 60
F: 30      F:19      F:15      G: 38                      D:131
G: 30      G:47      G:42      H: 71                      E:117
H: 72      H:71      H:62      I:114
I:105      I:94      I:97      J: 69
J: 66      J:72      J:75
```

Figura 4.94 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Para os *sorbets* de manga T0 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 105); para o Sabor é a do valor I (valor igual a 94); para a Textura é a do valor I (valor igual a 97); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 114); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 131), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor é a do valor D (valor igual a 1); para a Textura é a do valor D (valor igual a 4); para a Apreciação Global é a do valor E (valor igual a 7); para a Intenção Compra é a do valor B (valor igual a 6).

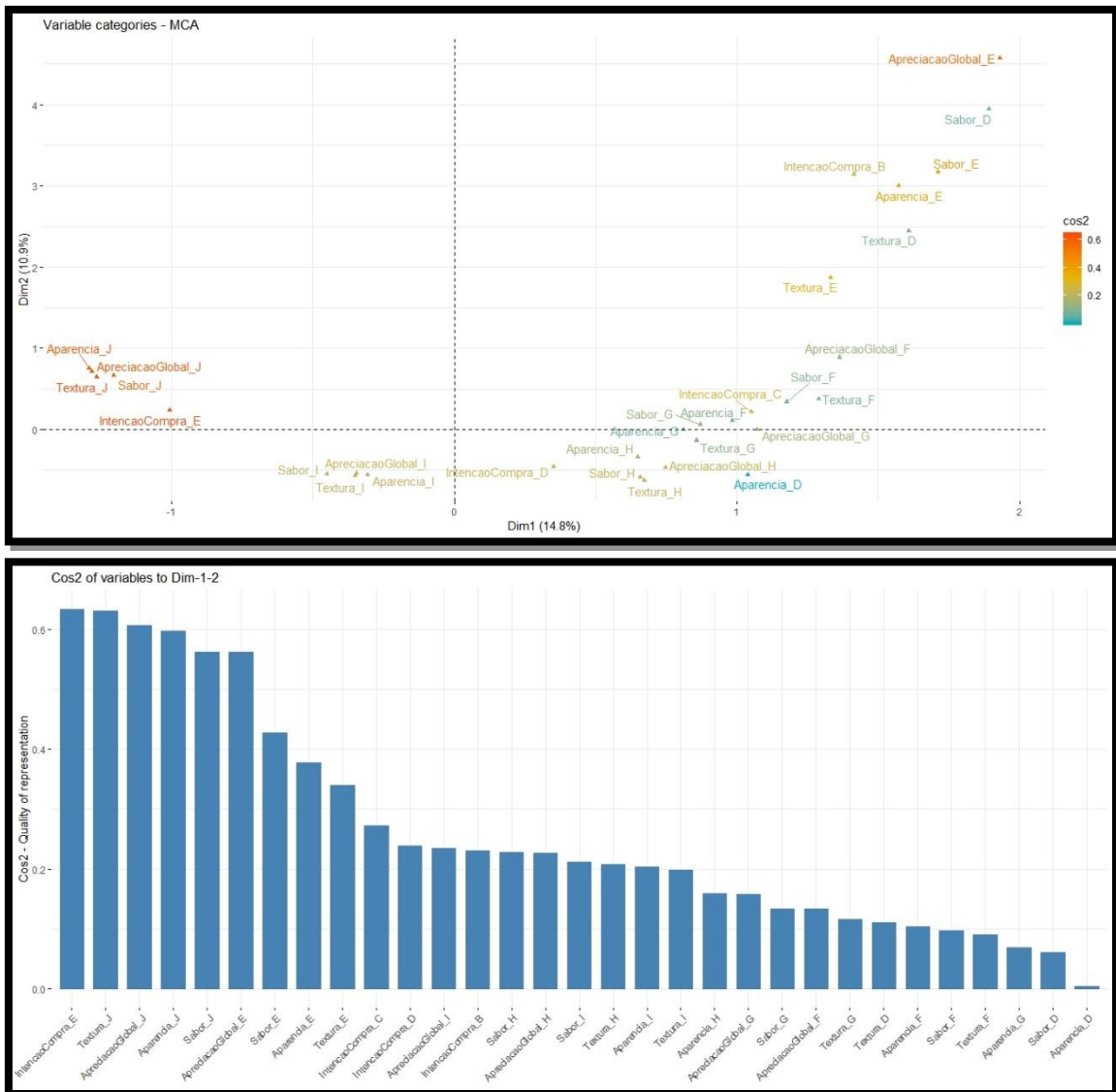


Figura 4.95 - Qualidade da representação - *Squared Cosine (cos2)*. Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Na figura 4.95 pode observar-se a representação das variáveis. Por exemplo, as variáveis mais bem representadas são a *IntencaoCompra\_E* e a *Textura\_J*, opondo-se às variáveis *Sabor\_D* e *Apariencia\_D*, relativamente à soma das dimensões um e dois.

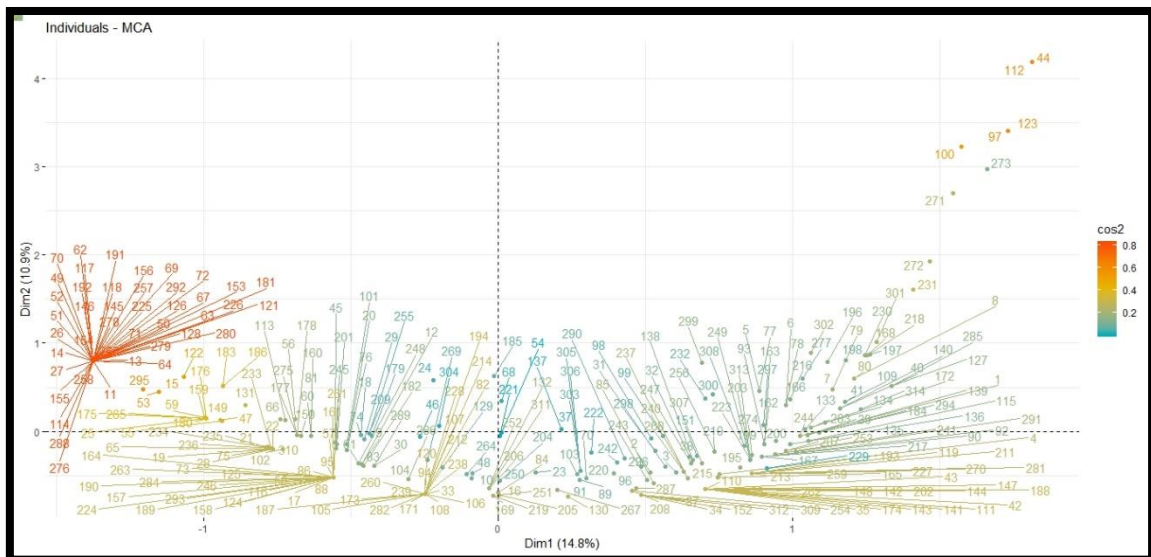


Figura 4.96 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no Factor Map dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

Na figura 4.96 pode observar-se alguns exemplos de valores baixos de  $cos^2$  para os indivíduos, como por exemplo, podemos indicar os números 54 e 221. Por outro lado, os números 11 e 72 com apresentam valores elevados de  $cos^2$ .

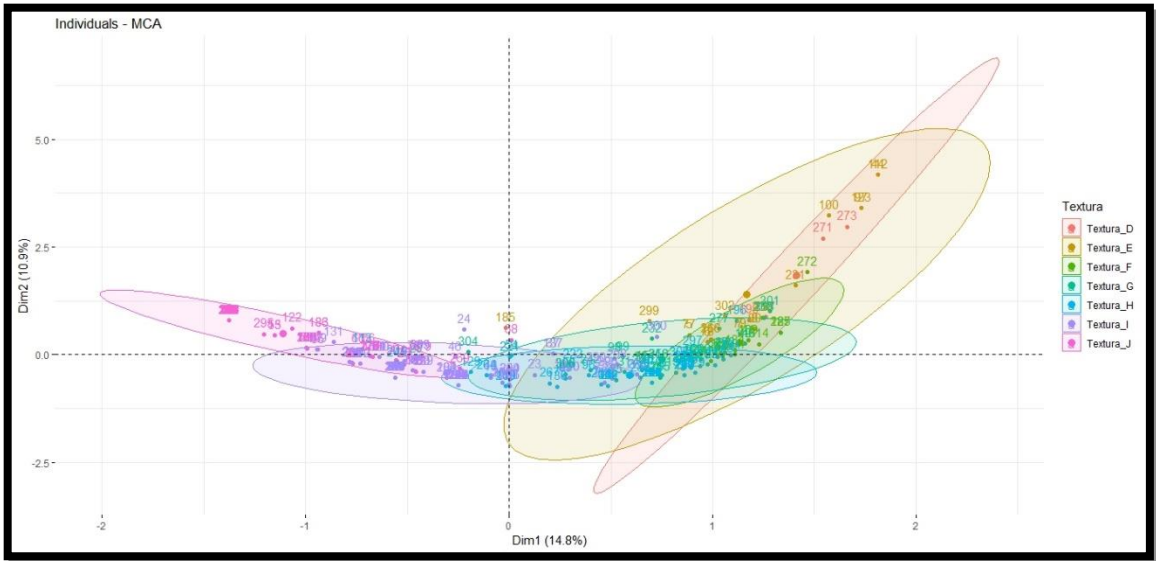
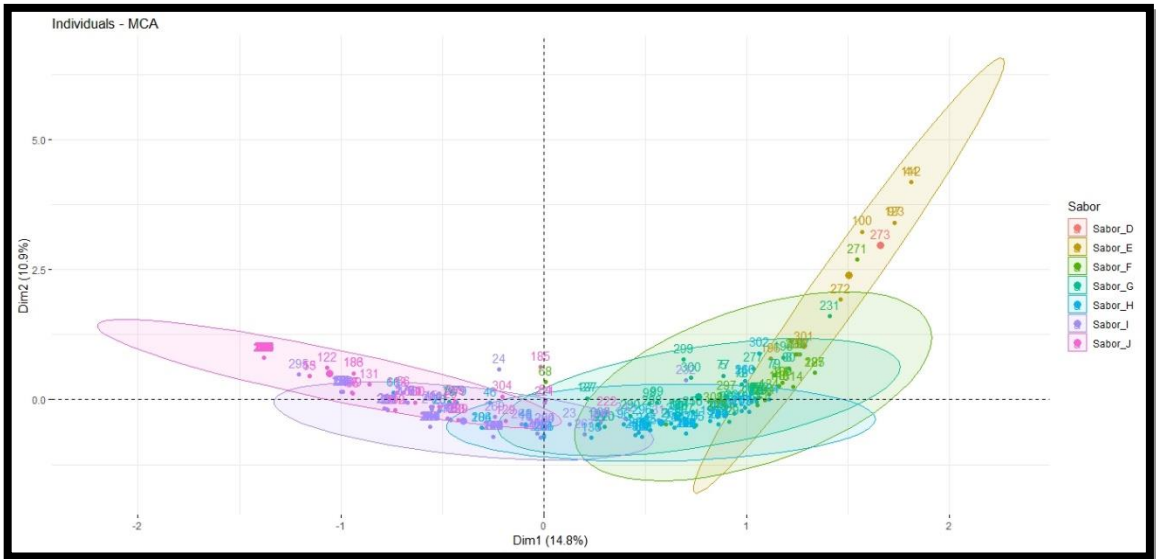
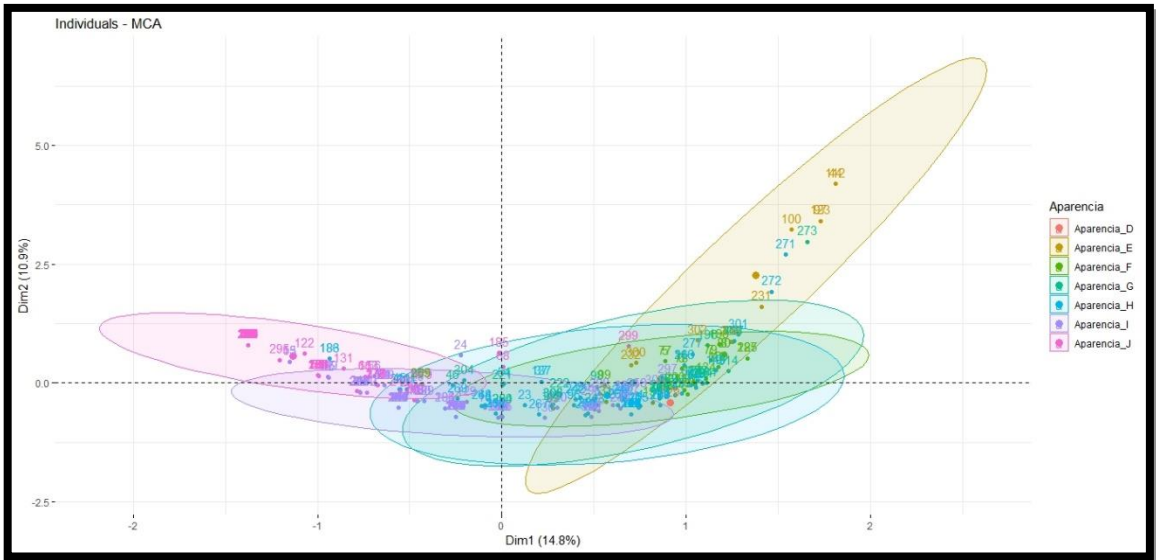


Figura 4.97 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).



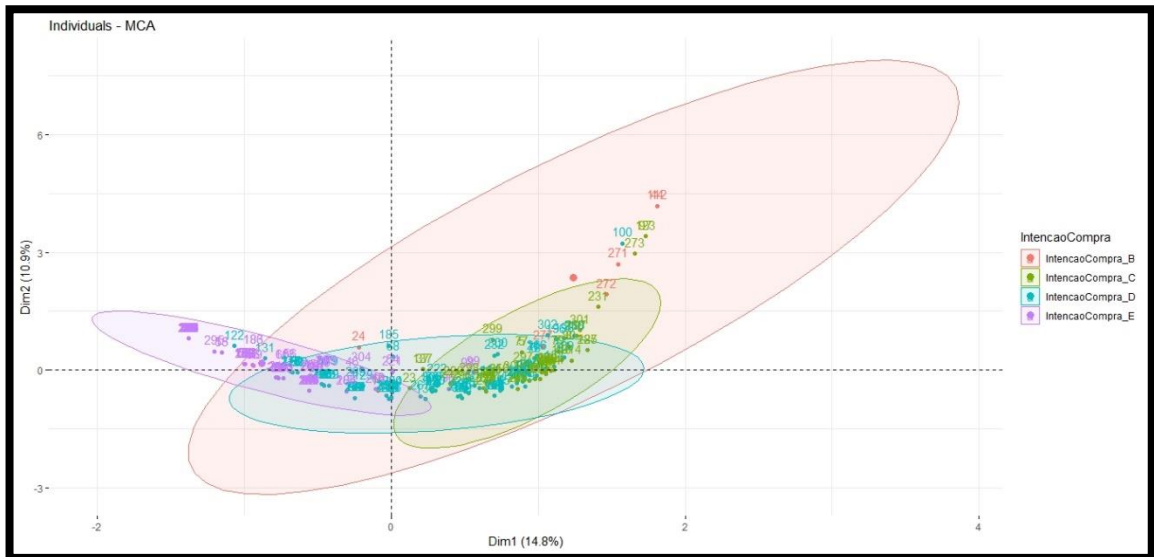
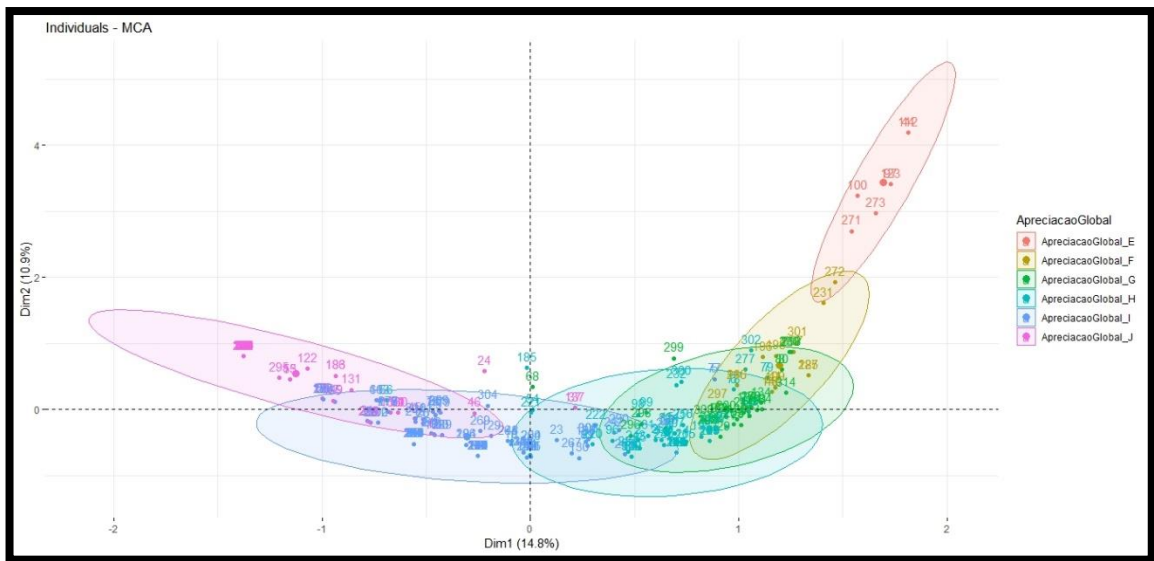


Figura 4.98 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

As figuras (4.97 e 4.98) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas Aparência\_D (valor de frequência 1) e Sabor\_D (valor de frequência 1), não apresentam uma elipse.

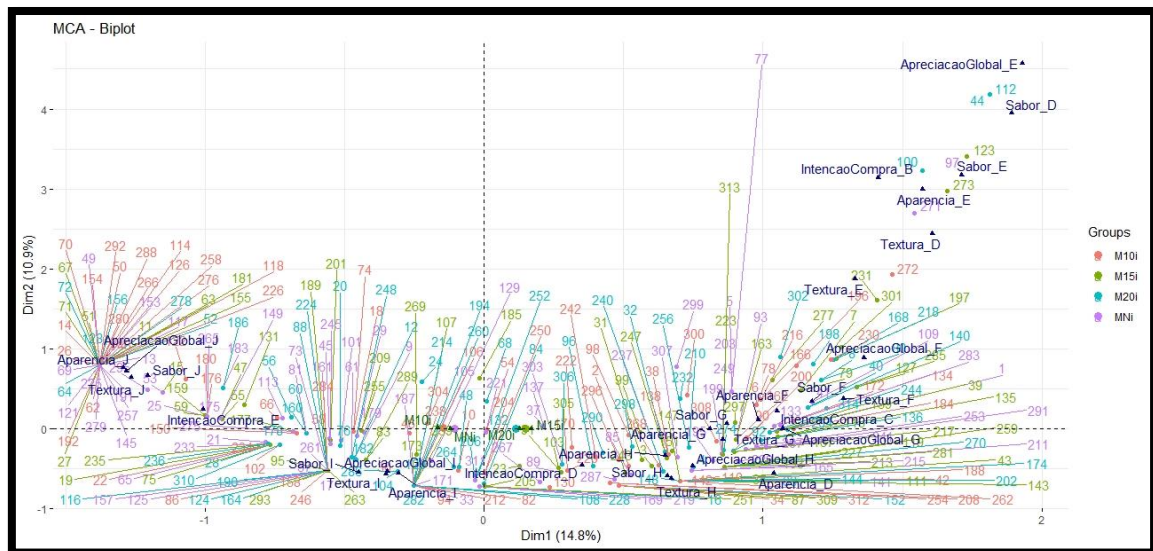


Figura 4.99 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de manga. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

No *Biplot* da figura 4.99 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 218, 230 e 301 apresentam perfis semelhantes, bem como a *Aparencia\_E*, a *IntencaoCompra\_B* e a *Sabor\_E*; enquanto que os indivíduos 49 e 100, e as variáveis *Sabor\_J* e *Textura\_D* não partilham praticamente nada.

Na figura 4.99 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

No sorbet de manga, é possível inferir, através dos resultados obtidos para o valor E (“Compraria de certeza”), que a preferência, por ordem decrescente, dos provadores recai essencialmente no sorbet de manga normal (78), 10% e 15% (77) e, por fim, 20% (70).

## Manga – T30

Na seguinte figura 4.100 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de manga, unicamente para o tempo T30.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammangaleggmOUT.active)[, 1:5]
Aparencia Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
D: 1      D:11  H      :82    D: 3                      B: 12
E:13      E:18  I      :69    E: 10                     C: 81
F:24      F:33  J      :60    F: 27                     D:126
G:39      G:49  G      :52    G: 66                     E: 95
H:89      H:78  E      :24    H: 66
I:73      I:76  F      :20    I:104
J:75      J:49  (Other): 7    J: 38
```

Figura 4.100 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Para os *sorbets* de manga T30 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor H (valor de frequência igual a 89); para o Sabor é o valor H (valor igual a 78); para a Textura é o valor H (valor igual a 82); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 104); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 126), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor é o valor D (valor igual a 11); para a Textura são os valores F e outras variáveis (valor igual a 20 e 7, respetivamente); para a Apreciação Global é o valor D (valor igual a 3); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 12).

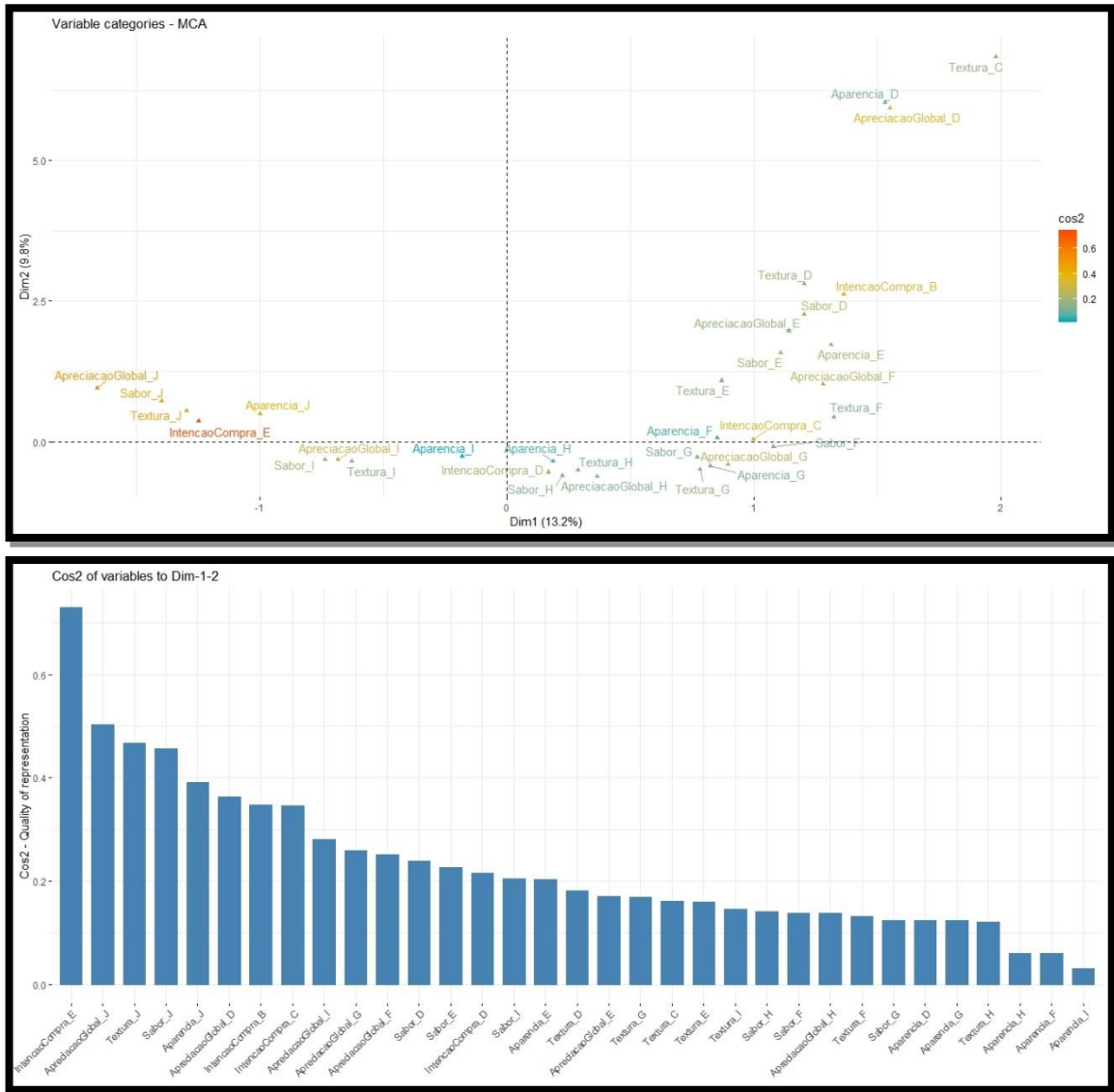


Figura 4.101 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* (*cos2*). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software *R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

De acordo com a figura 4.101, as variáveis mais bem representadas são a *IntencaoCompra\_E* e a *ApreciacaoGlobal\_J*, opondo-se às variáveis *Aparencia\_F* e *Aparencia\_I*, relativamente à soma das dimensões um e dois.

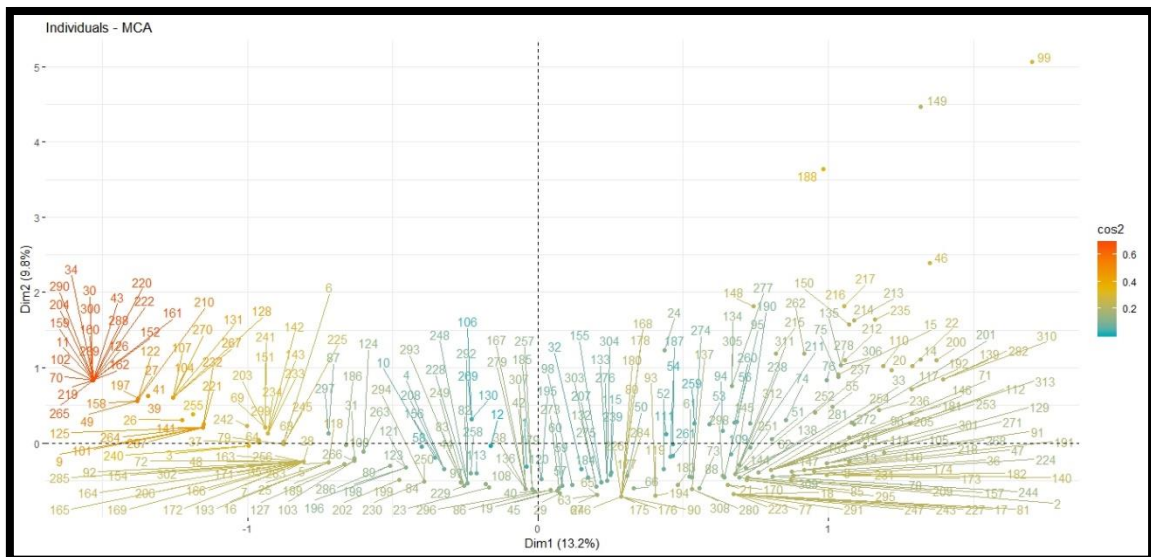


Figura 4.102 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.102 verificam-se alguns exemplos de valores baixos de  $\cos^2$  para os indivíduos, como por exemplo, os números 12 e 106, por outro lado, os números 161 e 300 apresentam valores mais elevados.

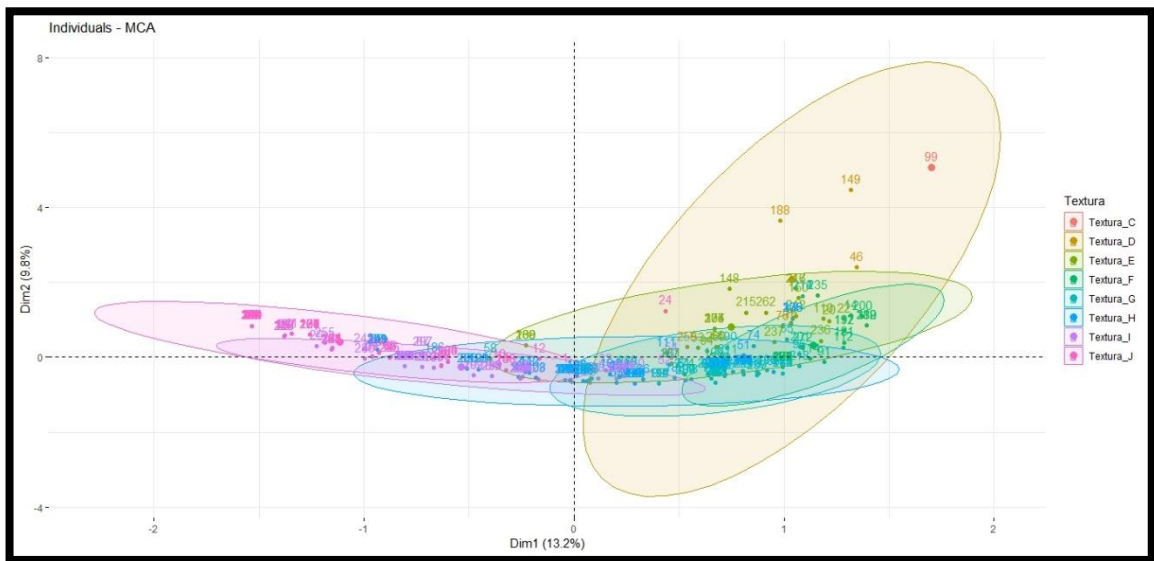
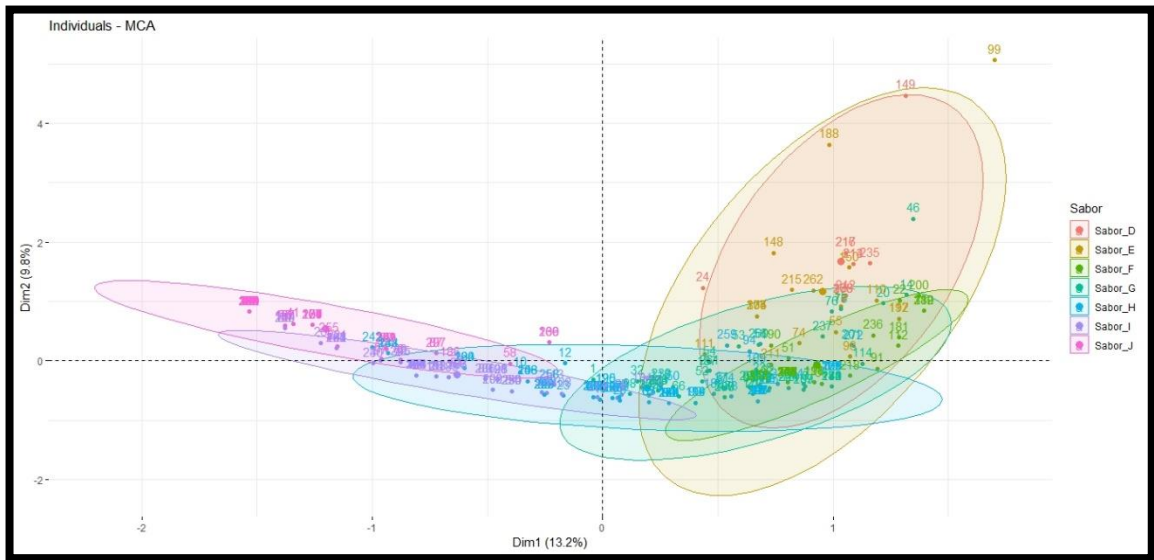
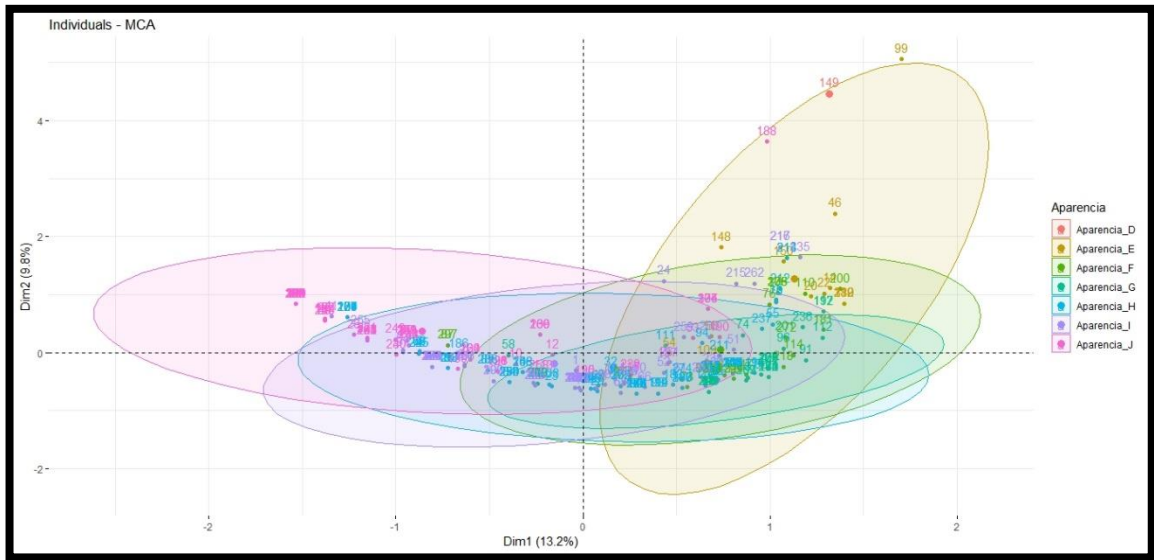


Figura 4.103 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

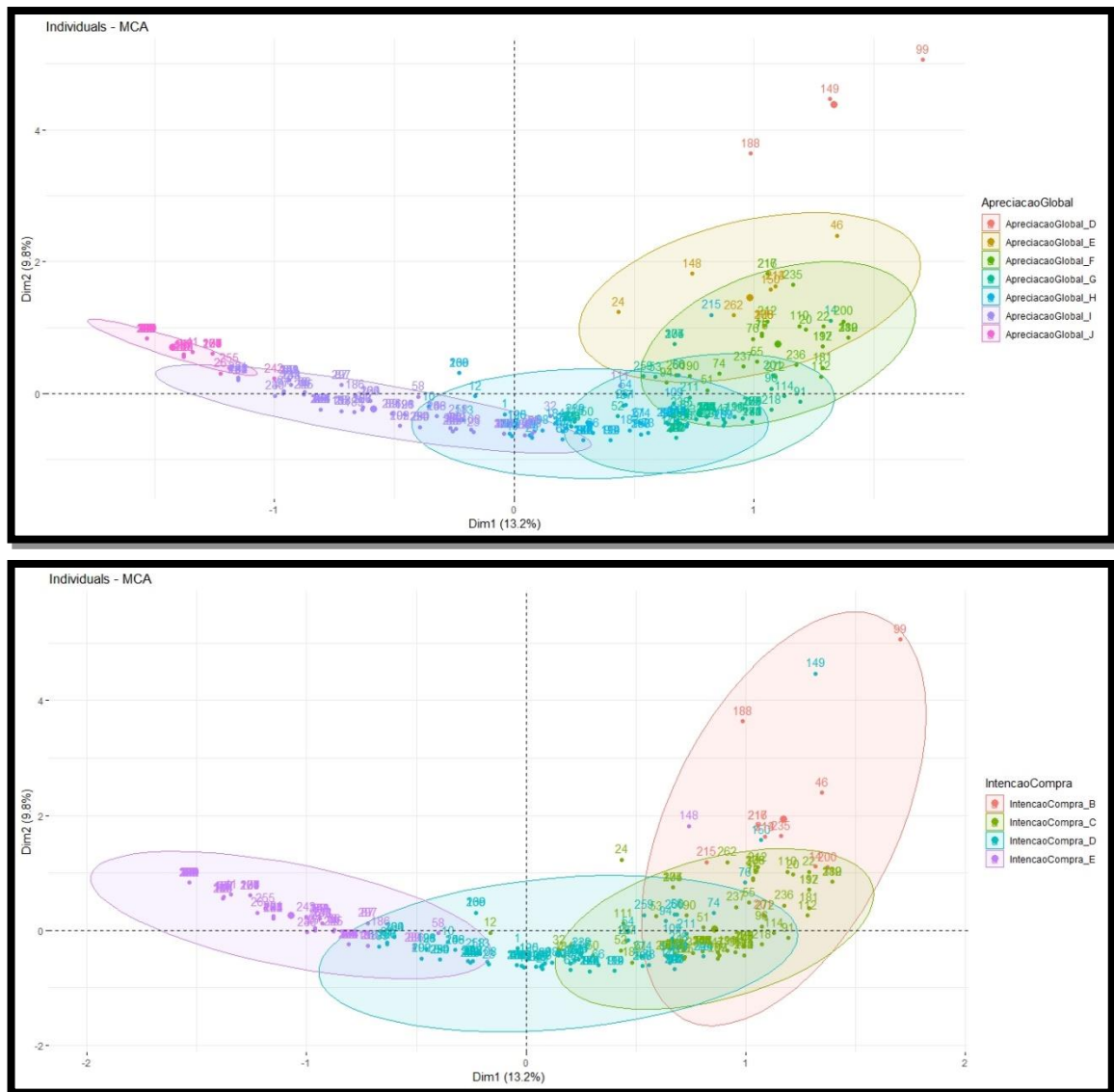


Figura 4.104 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.103 e 4.104) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas *Aparencia\_D* (valor de frequência 1), *Textura\_C* (valor de frequência 7 conjunta entre C e D) e *ApreciacaoGlobal\_D* (valor de frequência 3), não apresentam uma elipse.

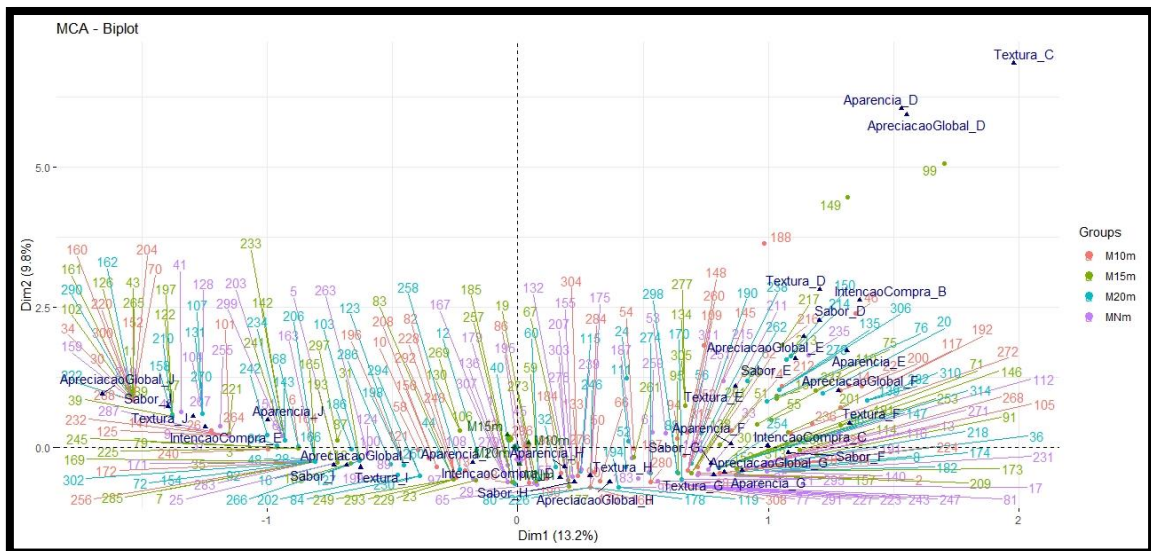


Figura 4.105 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de manga. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.105 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 69, 242 e 299 apresentam perfis semelhantes, bem como as variáveis Sabor\_D, a IntencaoCompra\_B e a Textura\_D; enquanto que os indivíduos 99 e 104, e as variáveis Textura\_C e a Apariencia\_J não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.105 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.



## Manga – T60

Na seguinte figura 4.106 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de manga, exclusivamente para o tempo T60.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicammangaleggfOUT.active)[, 1:5]
Aparencia      Sabor      Textura      ApreciacaoGlobal      IntencaoCompra
D: 1      H      :80      H      :84      I      :94      B: 21
E: 6      I      :80      I      :70      H      :89      C: 68
F: 44     J      :62      J      :60      J      :48      D:138
G: 27     G      :38      G      :45      G      :46      E: 90
H: 75     E      :23      F      :31      F      :27
I:102    F      :20      E      :20      E      : 6
J: 62    (Other):14  (Other): 7  (Other): 7
```

Figura 4.106 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de manga (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T60. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software* R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para os *sorbets* de manga T60 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 102); para o Sabor são os valores H e I (valor igual a 80 para ambos); para a Textura é o valor H (valor igual a 84); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 94); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 138), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor D (valor igual a 1); para o Sabor são os valores F e outras variáveis (valor igual a 20 e 4 respetivamente); para a Textura são os valores E e outras variáveis (valor igual a 20 e 7, respetivamente); para a Apreciação Global é o valor E (valor igual a 6); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 21).

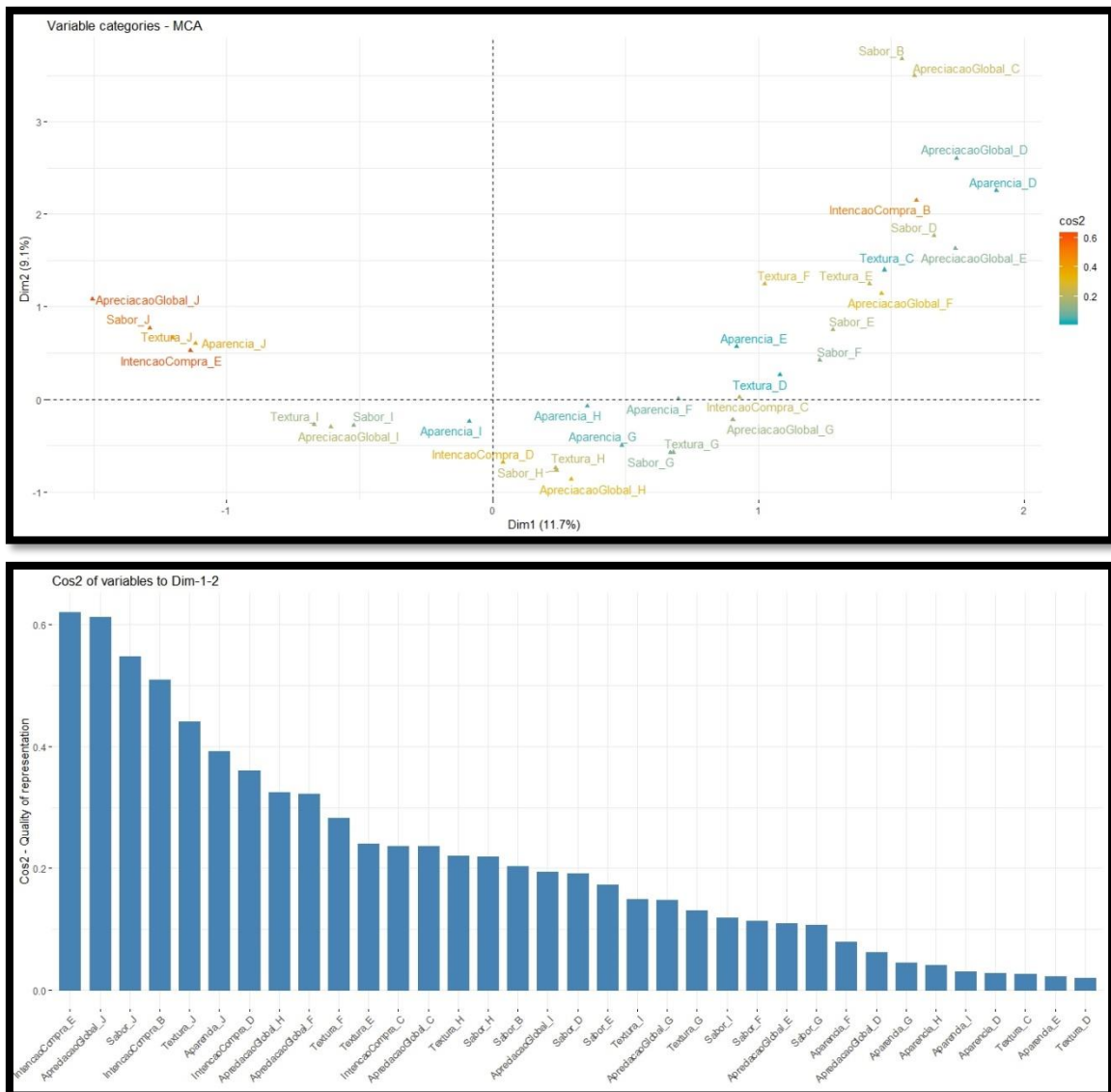


Figura 4.107 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no Factor Map dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). Bar Plot, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

Como se pode observar pela figura 4.107, as variáveis mais bem representadas são a IntencaoCompra\_E e a AparenciaGlobal\_J, opondo-se às variáveis Aparencia\_E e Textura\_D, relativamente à soma das dimensões um e dois.

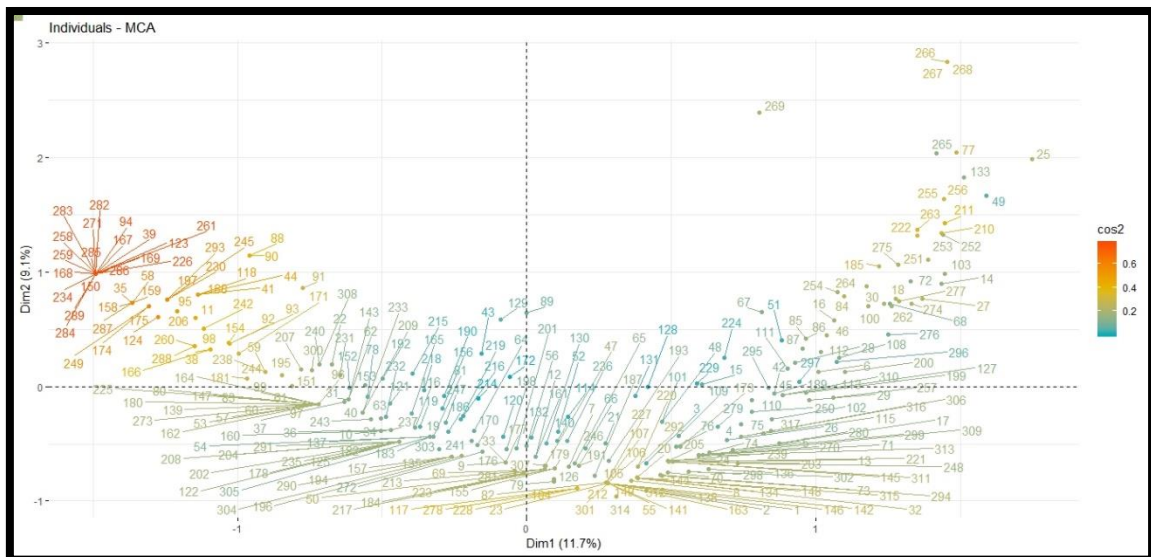


Figura 4.108 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do *Software R – Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

É possível observar alguns exemplos de valores mais baixos de  $cos^2$  para os indivíduos, tais como os números 94 e 289 e valores com  $cos^2$  mais elevados, como por exemplo os números 43 e 172.

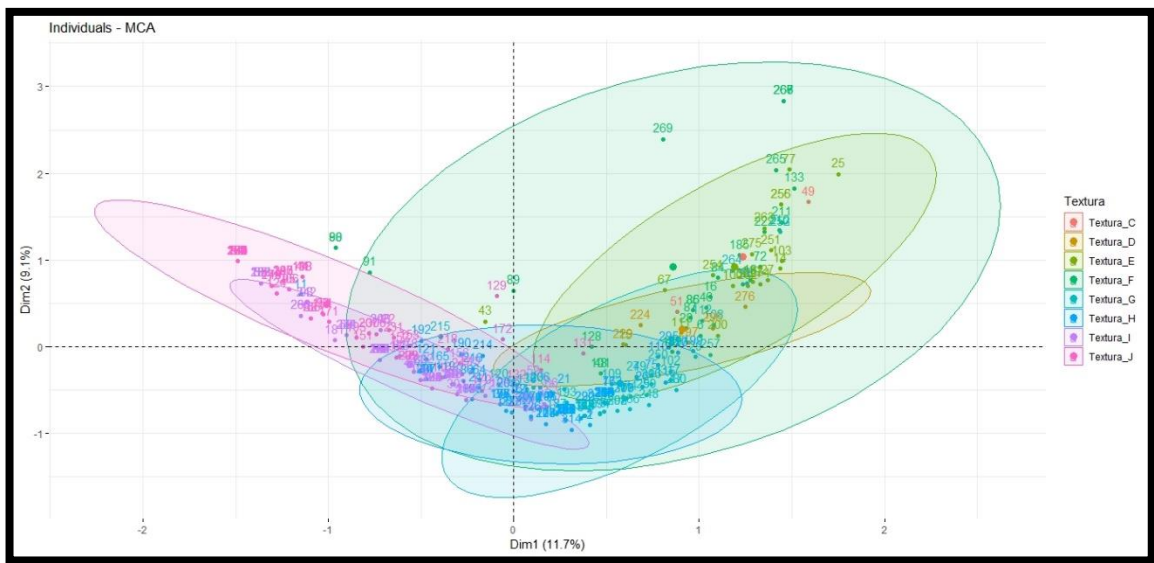
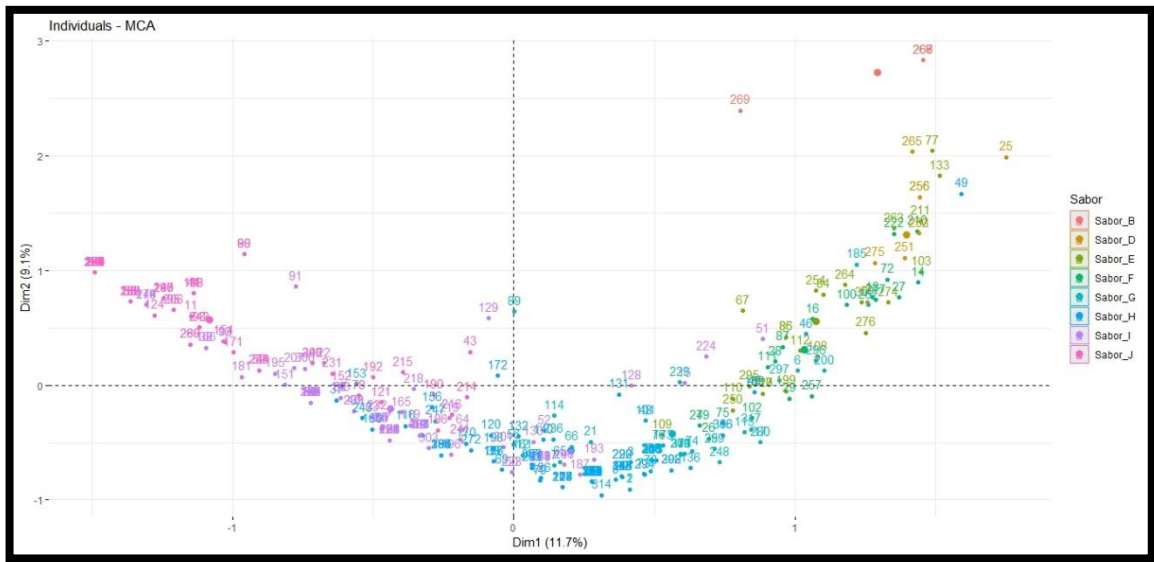
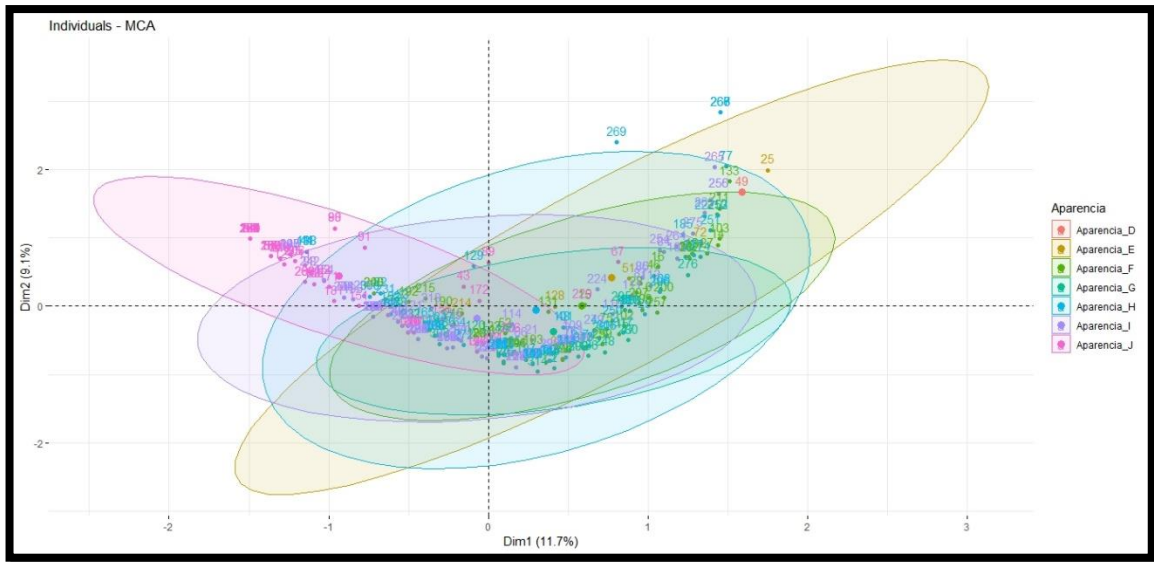


Figura 4.109 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

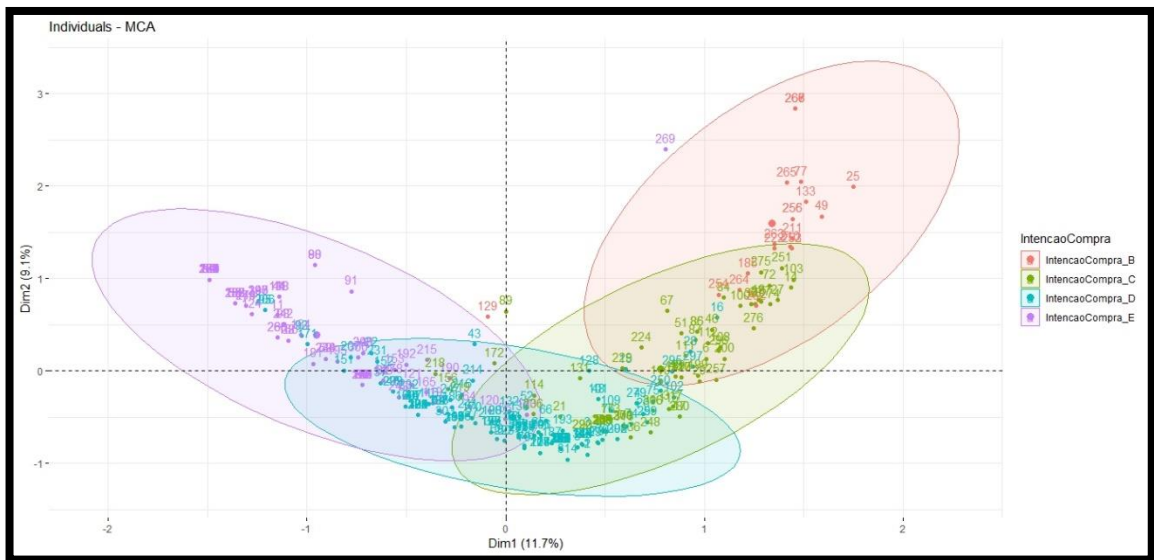
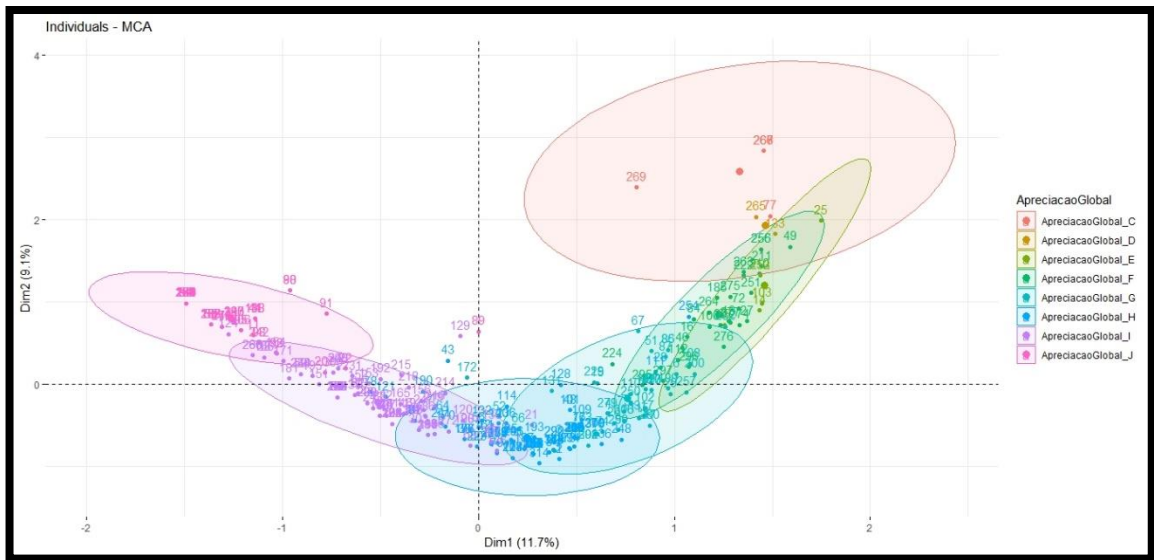


Figura 4.110 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em T60. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.109 e 4.110) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas *Aparencia\_D* (valor de frequência 1), *Textura\_C* (valor de frequência 7 conjunta entre C e D) e a *ApreciacaoGlobal\_D* (valor de frequência 7 conjunta entre C e D), não apresentam uma elipse. Para além disso, nenhuma das variáveis categóricas *Sabor\_“X”* formaram elipse, possivelmente devido ao facto de os indivíduos estarem muito dispersos, ou seja, os provadores não responderam de forma uniforme, sendo que as variáveis *Sabor\_B* e *D*, em conjunto, apresentam um valor de frequência igual a 14.

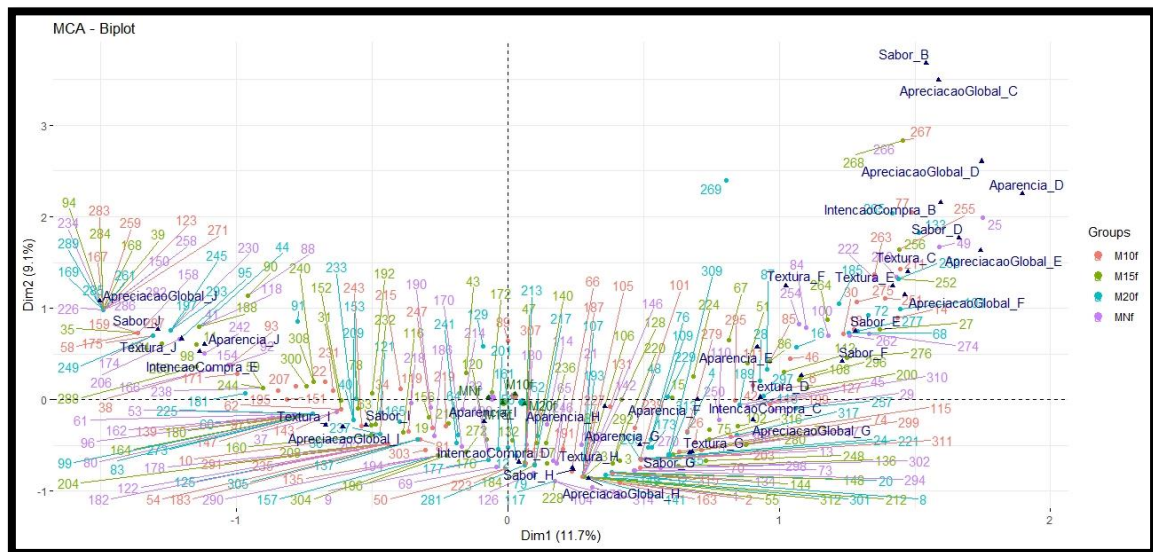


Figura 4.111 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de manga, 10%, 15% e 20%), em T60. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de manga. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.111 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 88, 90 e 188 apresentam perfis semelhantes, bem como a *Textura\_E*, a *IntencaoCompra\_B* e a *Sabor\_D*; enquanto que os indivíduos 25 e 283, e as variáveis *Sabor\_H* e *Aparencia\_D* não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.111 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de manga (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

## Limão

Na seguinte figura 4.112 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (*Aparência*, *Sabor*, *Textura*, *Apreciação Global* e *Intenção Compra*) para os sorbets de limão. Dividiu-se a análise em três partes (T0, T15 e T30) de forma a facilitar a análise dos dados do sorbet de limão. As frequências da figura seguinte dividiram-se nos quatro sorbets de limão, englobando cada um os três tempos de análise.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimaoN.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
H      :62    I      :65    H      :62    I      :58      B: 17
I      :57    H      :49    I      :52    H      :55      C: 70
J      :35    J      :37    G      :51    G      :50      D:100
G      :31    G      :31    J      :25    J      :35      E: 53
F      :27    F      :23    F      :22    F      :19
E      :15    D      :15    D      :11    E      :12
(Other):13  (Other):20  (Other):17  (Other):11
```

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimao10.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
I      :59    H      :63    I      :57    I      :63      B:25
H      :47    I      :58    H      :48    H      :62      C:59
G      :43    G      :34    G      :38    G      :39      D:98
F      :30    J      :29    F      :32    J      :27      E:55
J      :29    E      :19    J      :27    F      :23
E      :21    F      :15    E      :21    E      :12
(Other): 8  (Other):19  (Other):14  (Other):11
```

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimao15.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
I      :57    I      :56    H      :49    I      :51      B:32
H      :41    H      :37    I      :43    F      :45      C:80
G      :40    J      :31    F      :40    H      :45      D:85
F      :37    G      :27    G      :39    G      :32      E:41
J      :25    E      :25    E      :23    J      :26
E      :19    F      :25    J      :22    E      :17
(Other):19  (Other):37  (Other):22  (Other):22
```

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimao20.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
H      :52    H      :44    H      :47    H      :51      B:49
I      :50    G      :39    I      :47    G      :43      C:77
F      :38    I      :32    G      :38    I      :39      D:71
G      :28    J      :28    F      :32    F      :30      E:38
J      :28    E      :26    E      :24    J      :22
E      :15    C      :22    C      :20    E      :19
(Other):24  (Other):44  (Other):27  (Other):31
```

Figura 4.112 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de limão, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para o limão normal verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor H (valor de frequência igual a 62); para o Sabor é o valor I (valor igual a 65); para a Textura é o valor H (valor igual a 62); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 58); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 100), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (valor igual a 15 e 13, respetivamente); para o Sabor é o valor D (valor igual a

15); para a Textura é o valor D (valor igual a 11); para a Avaliação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 12 e 11, respectivamente); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 17).

As variáveis categóricas com maior frequência, relativamente ao limão 10%, para a Aparência é o valor I (valor de frequência igual a 59); para o Sabor é o valor H (valor igual a 63); para a Textura é o valor I (valor igual a 57); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 63); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 98), no entanto, as variáveis categóricas com menor frequência são, para a Aparência a que apresenta o valor E e outras variáveis (valor igual a 21 e 8, respectivamente); para o Sabor é o valor F (valor igual a 15); para a Textura são os valores E e outras variáveis (valor igual a 21 e 14, respectivamente); para a Avaliação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 12 e 11, respectivamente); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 25).

Para o limão 15% observa-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 57); para o Sabor é o valor I (valor igual a 56); para a Textura é o valor H (valor igual a 49); para a Avaliação Global é o valor I (valor igual a 51); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 85). Por outro lado, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com os valores E e outras variáveis (ambos com valor igual a 19); para o Sabor são os valores E e F (ambos com valor igual a 25); para a Textura são os valores J e outras variáveis (ambos com valor igual a 22); para a Avaliação Global é o valor E (valor igual a 17); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 32).

O *sorbet* de limão 20% apresenta para as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência o valor H (valor de frequência igual a 52); para o Sabor o valores H (valor igual a 44); para a Textura os valores H e I (valor igual a 47); para a Avaliação Global é o valor H (valor igual a 51); para a Intenção de Compra é o valor C (valor igual a 77), mais ainda, as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência é a Aparência com valor E (valor igual a 15); para o Sabor é o valor C (valor igual a 22); para a Textura é o valor C (valor igual a 20); para a Avaliação Global é o valor E (valor igual a 19); para a Intenção Compra é o valor E (valor igual a 38).

No *sorbet* de limão, é possível inferir, através dos resultados obtidos para o valor E (“Compraria de certeza”), que a preferência, por ordem decrescente, dos provadores recai essencialmente no *sorbet* de limão 10% (55), normal (53) e 15% (41), por fim, 20% (38). Por outro lado, os valores de B (“Não compraria de certeza”) por ordem decrescente, dos provadores recai essencialmente no *sorbet* de limão 20% (49), 15% (32) e 10% (25), por fim, normal (17).



## Limão – T0

Na seguinte figura 4.113 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de limão, mas somente para o tempo T0.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimaoleggi.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
I      :67  H      :74  H      :73  H      :78      B: 45
G      :65  I      :60  I      :64  G      :65      C: 91
H      :55  G      :53  G      :56  I      :57      D:117
J      :43  J      :44  F      :45  F      :38      E: 67
F      :42  E      :31  J      :33  J      :38
E      :34  F      :28  E      :30  E      :28
(Other):14  (Other):30  (Other):19  (Other):16
```

Figura 4.113 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T0. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software* R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para os *sorbets* de limão T0 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 67); para o Sabor é o valor H (valor igual a 74); para a Textura é o valor H (valor igual a 73); para a Apreciação Global é o valor H (valor igual a 78); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 117), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E e outras variáveis (valor igual a 34 e 14, respetivamente); para o Sabor é o valor F (valor igual a 28); para a Textura são os valores E e outras variáveis (valor igual a 30 e 19, respetivamente); para a Apreciação Global são os valores E e outras variáveis (valor igual a 28 e 16, respetivamente); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 45).

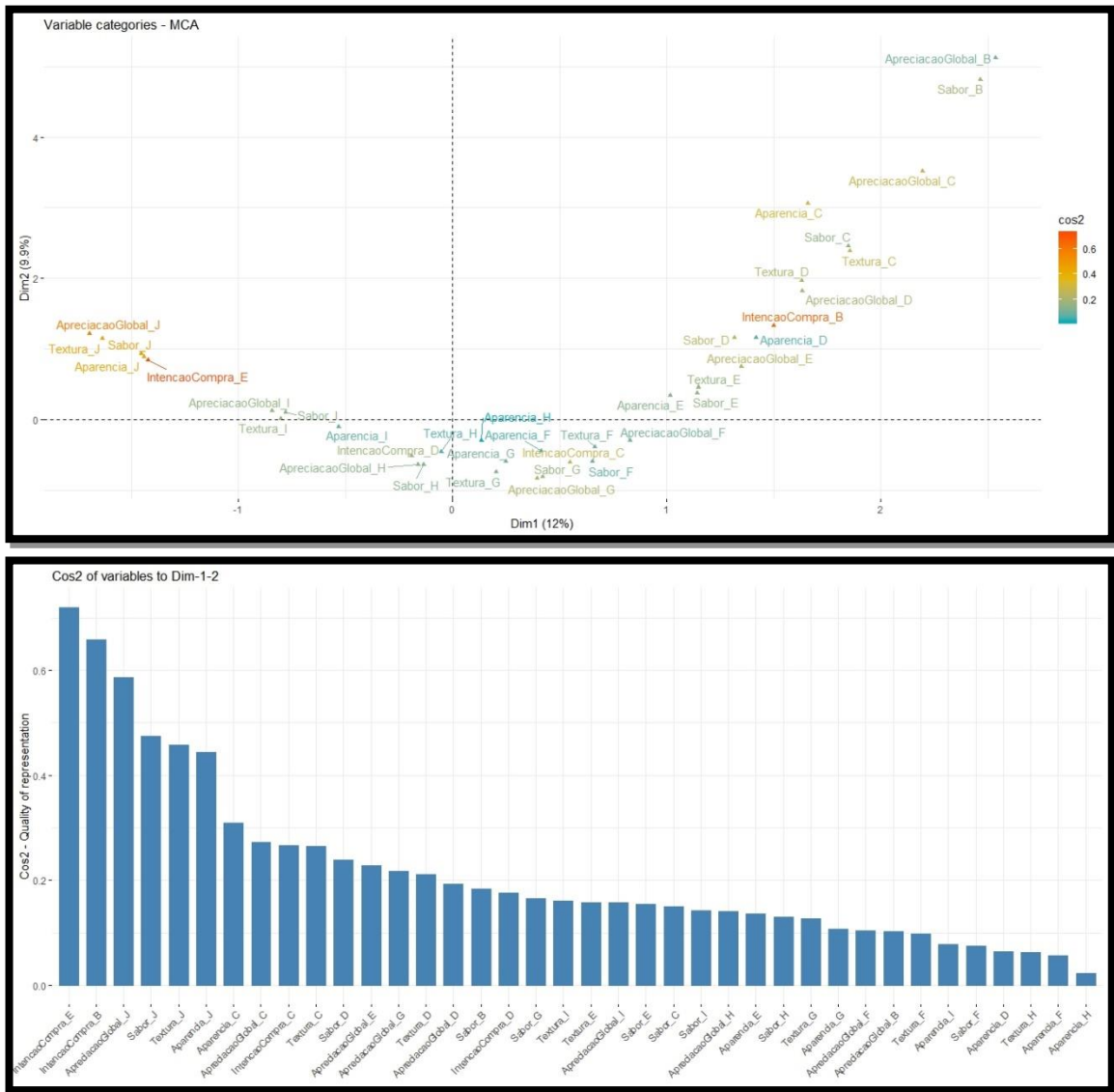


Figura 4.114 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* (*cos2*). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Através da figura 4.114 verifica-se que as variáveis mais bem representadas são a *IntencaoCompra\_E* e a *IntencaoCompra\_B*, opondo-se às variáveis *Aparencia\_F* e *Aparencia\_H*, relativamente à soma das dimensões um e dois.

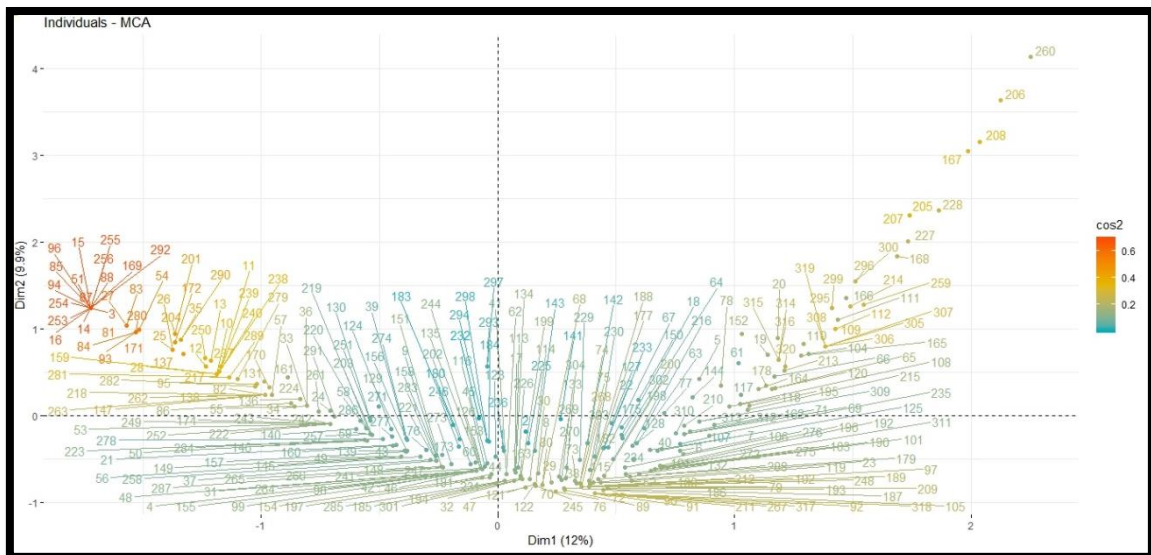


Figura 4.115 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.115 observam-se alguns exemplos de valores baixos de  $\cos^2$  para os indivíduos como os números 2 e 298, no entanto, os números 169 e 292 apresentam valores elevados.

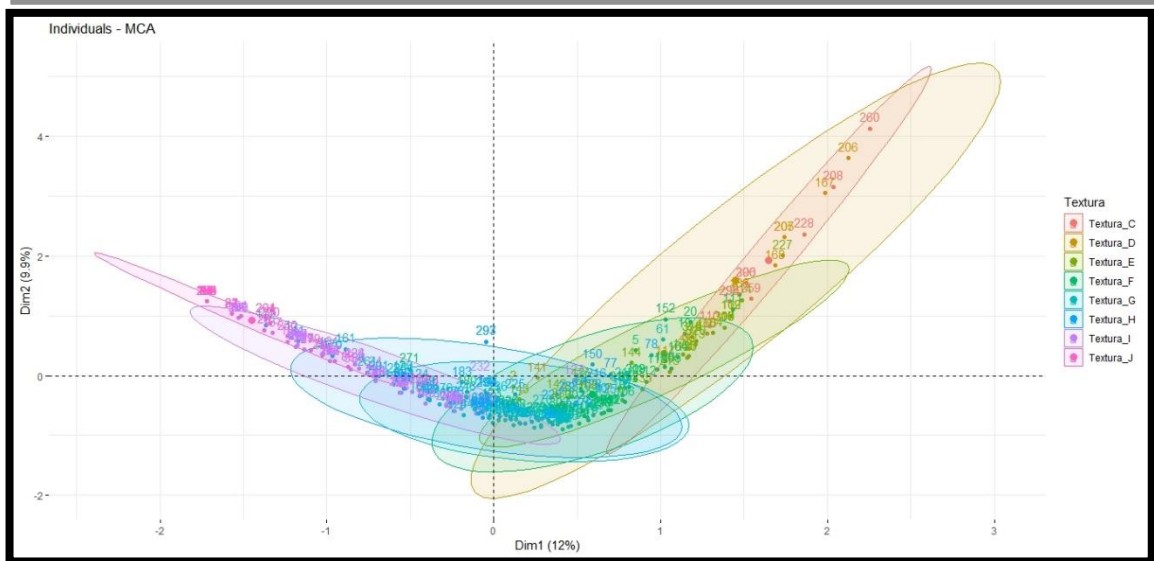
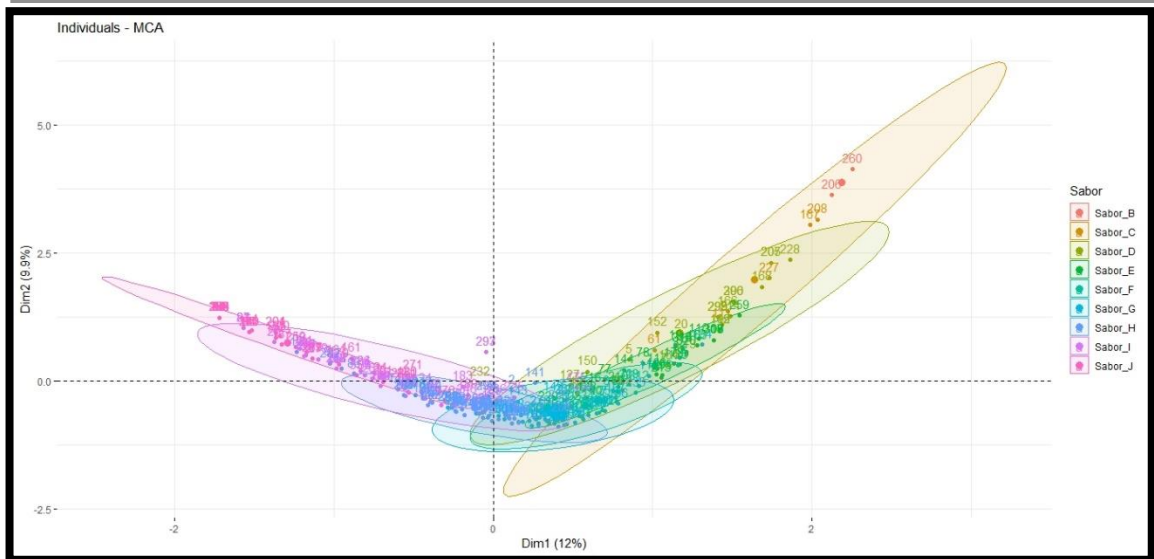
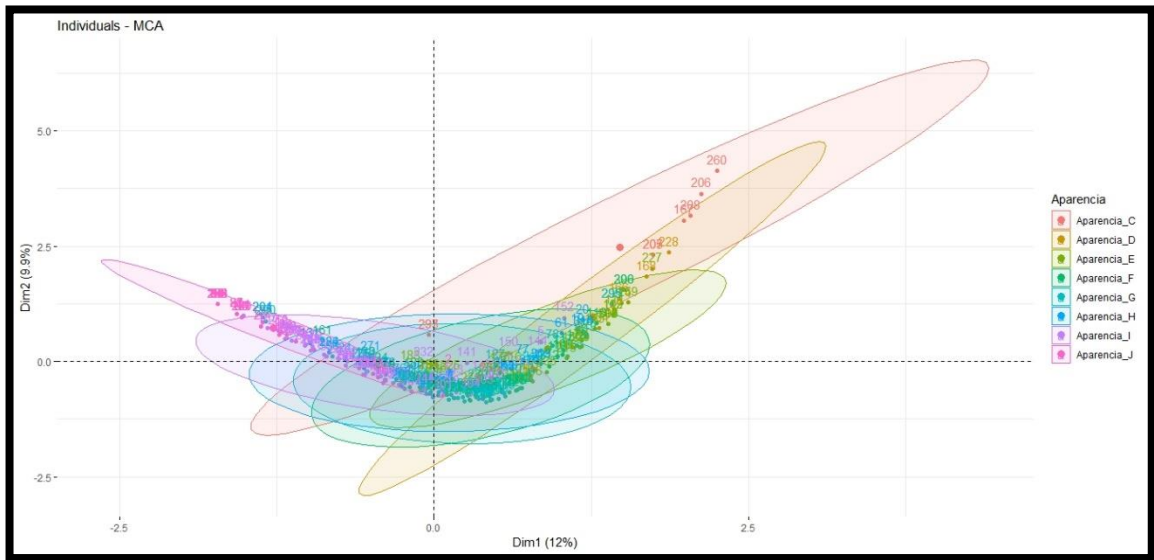


Figura 4.116 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

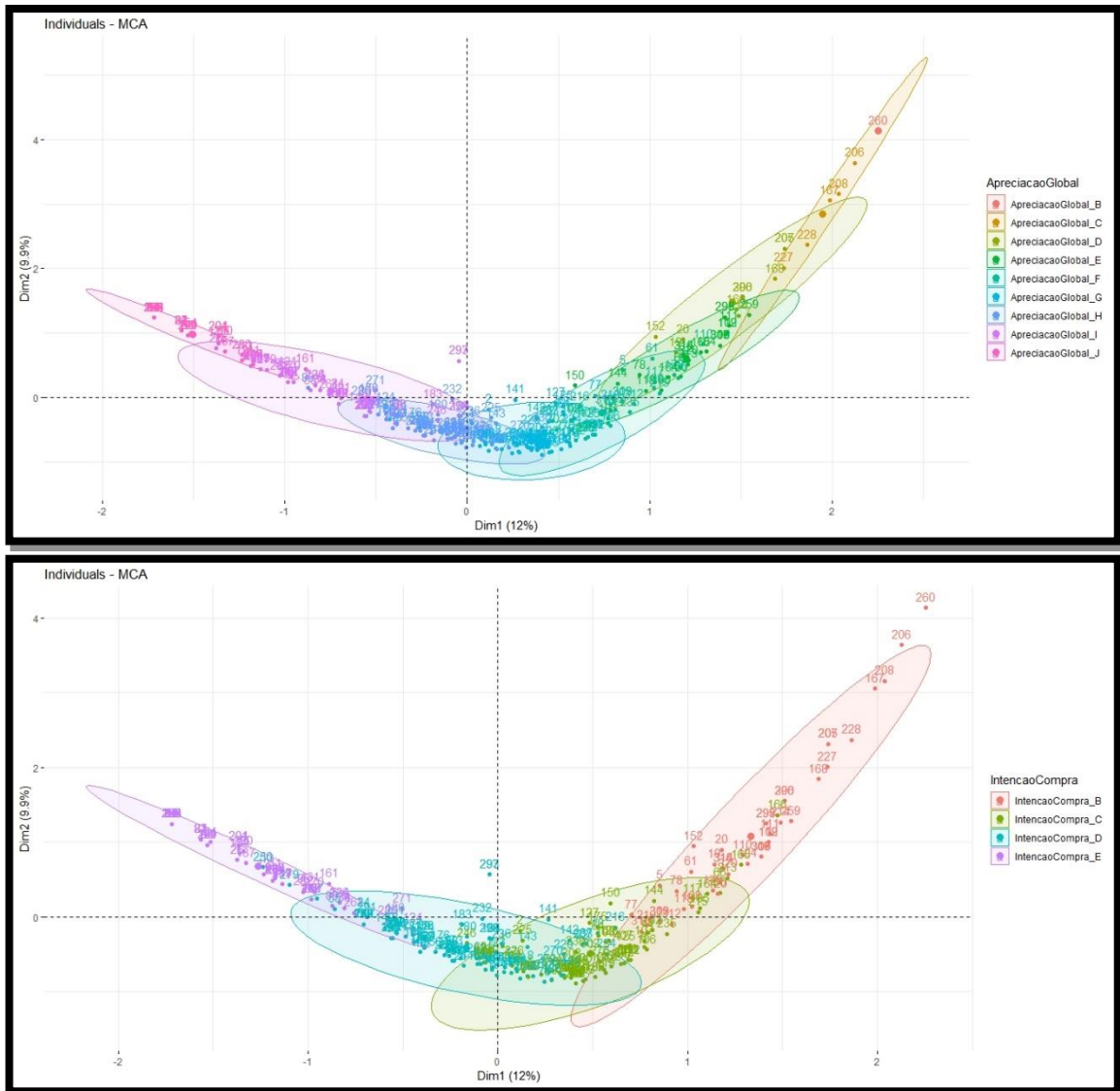


Figura 4.117 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Avaliação Global e Intenção de Compra (B – J) dos sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.116 e 4.117) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, as variáveis categóricas Sabor\_B (valor de frequência conjunta entre B, C e D de valor 30) e *ApreciacaoGlobal\_B* (valor de frequência conjunta entre B, C e D de valor 16), não apresentam uma elipse.

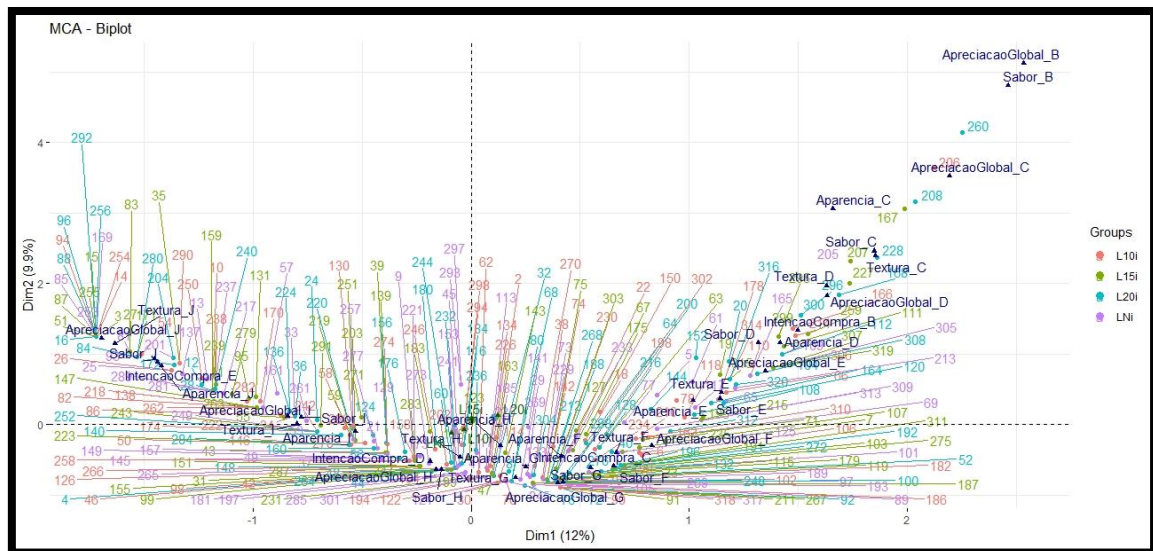


Figura 4.118 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T0. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de limão. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.118 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 95, 131 e 282 apresentam perfis semelhantes, bem como a *ApreciacaoGlobal\_D*, o *Textura\_D* e a *Sabor\_C*; enquanto que os indivíduos 167 e 256, e as variáveis *Aparencia\_C* e *Textura\_J* não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.118 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

## Limão – T15

Na seguinte figura 4.119 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de limão, unicamente para o tempo T15.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimaoleggmOUT.active)[, 1:5]
```

Aparencia		Sabor		Textura		ApreciacaoGlobal		IntencaoCompra	
I	:83	I	:85	I	:83	I	:79	B	:31
H	:62	H	:54	H	:61	H	:64	C	:101
J	:48	J	:48	J	:40	G	:47	D	:107
G	:32	G	:37	G	:34	J	:42	E	:78
F	:31	E	:29	E	:31	F	:33		
E	:29	F	:23	F	:31	C	:18		
(Other)	:32	(Other)	:41	(Other)	:37	(Other)	:34		

Figura 4.119 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T15. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

Para os *sorbets* de limão T15 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor I (valor de frequência igual a 83); para o Sabor é o valor I (valor igual a 85); para a Textura é o valor I (valor igual a 83); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 79); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 107), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor E (valor igual a 29); para o Sabor é o valor F (valor igual a 23); para a Textura são os valores E e F (valor igual a 31); para a Apreciação Global é o valor C (valor igual a 18); para a Intenção Compra é o valor B (valor igual a 31).

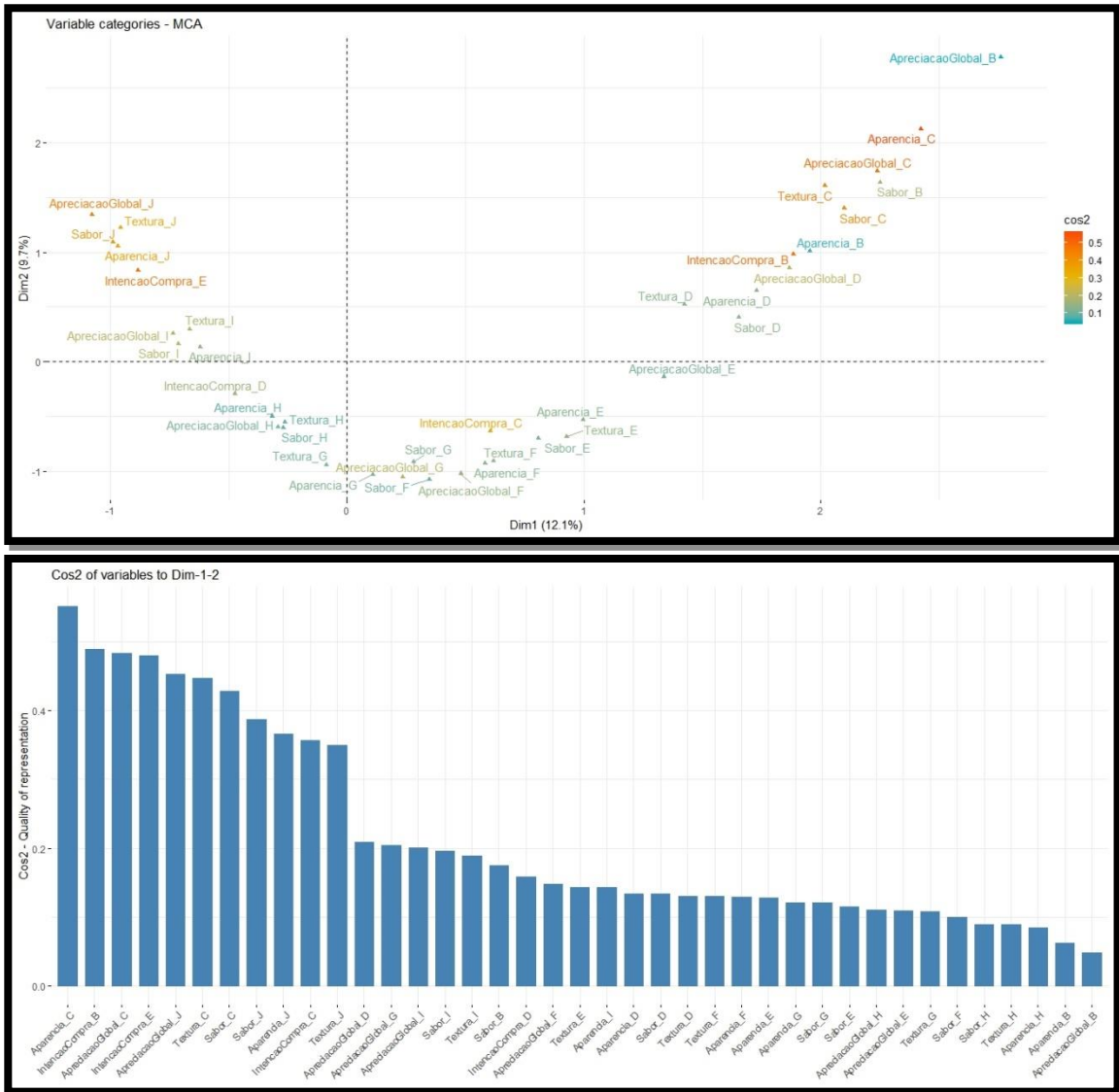


Figura 4.120 - Qualidade da representação - *Squared Cosine (cos2)*. Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do *cos2* (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de *cos2* das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

A observação da figura 4.120 permite inferir alguns exemplos das variáveis mais bem representadas, como as variáveis *Aparencia\_C* e *IntencaoCompra\_B* e também alguns exemplos de variáveis com uma menor representação, como por exemplo as variáveis *Aparencia\_B* e *ApreciacaoGlobal\_B*, relativamente à soma das dimensões um e dois.



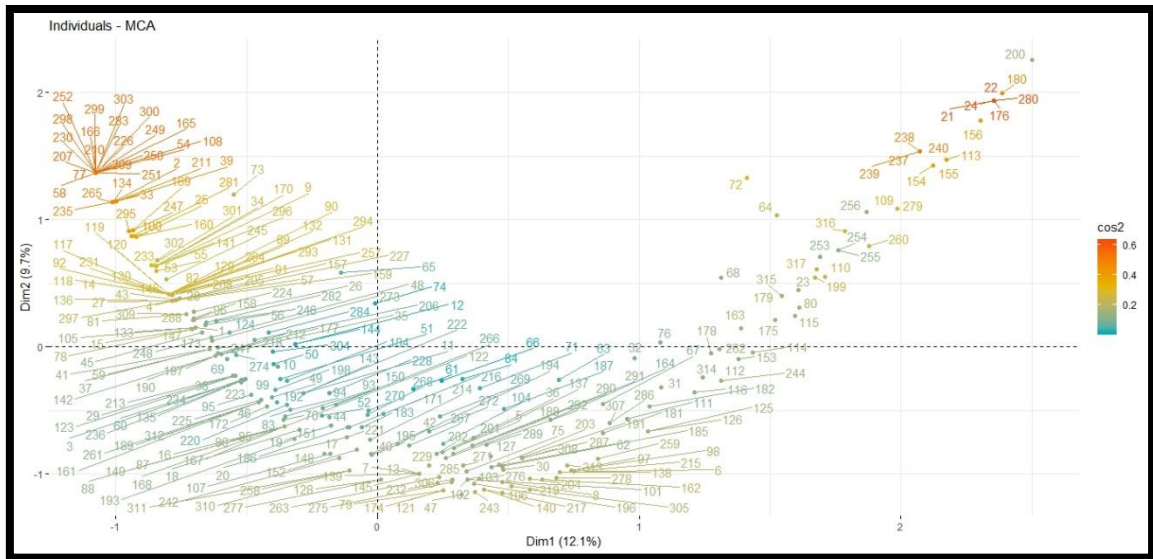


Figura 4.121 - Qualidade da representação - Squared Cosine ( $\cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no Factor Map dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $\cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

Segundo a figura 4,121, os indivíduos com os números 61 e 84 indicam valores mais baixos de  $\cos^2$ , enquanto que os números 24 e 280 apresentam valores mais elevados.

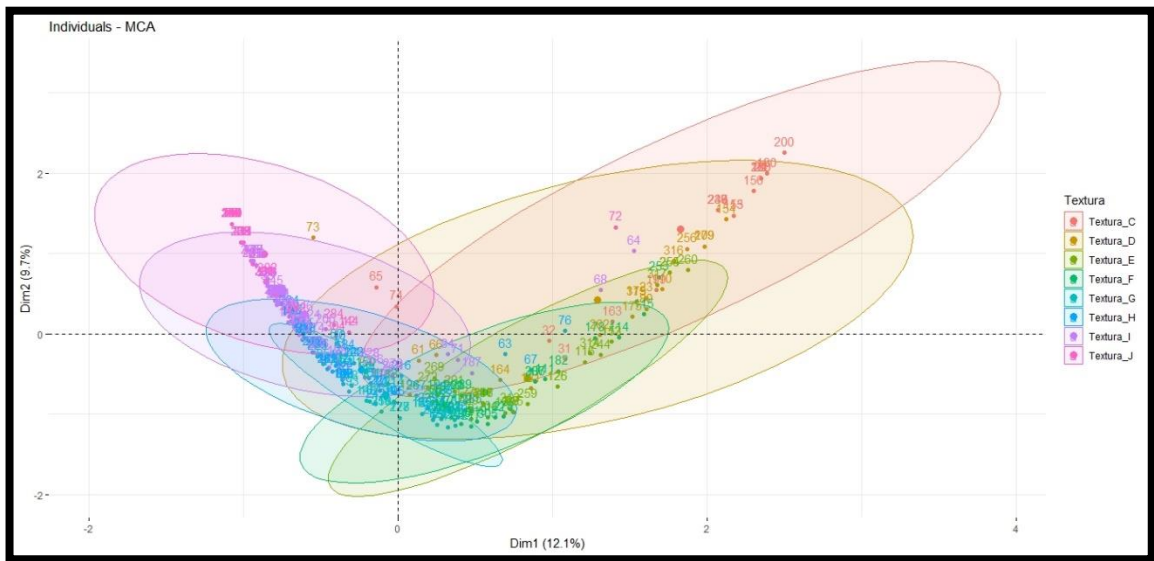
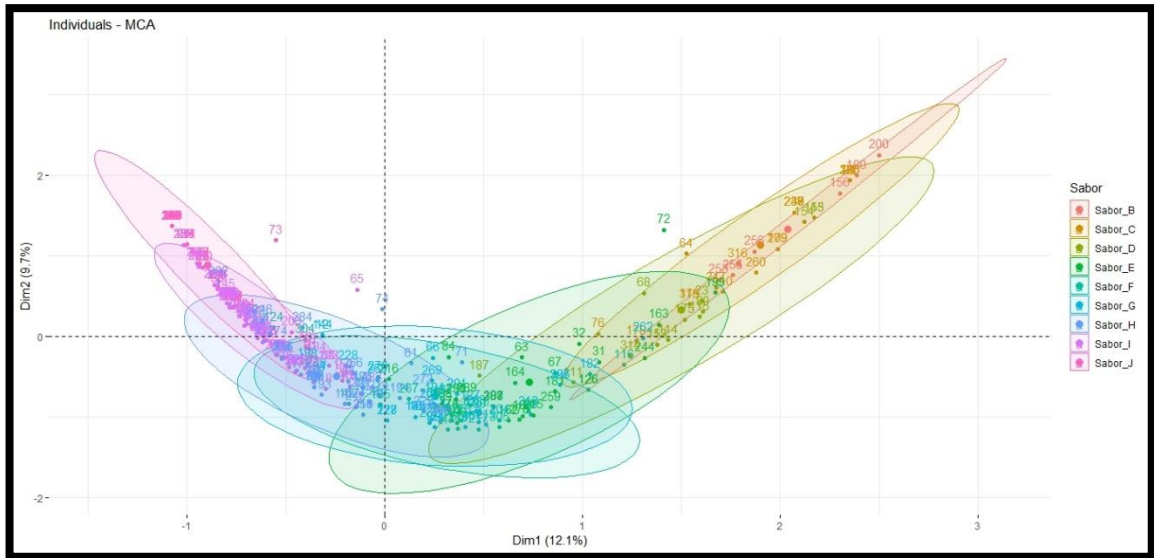
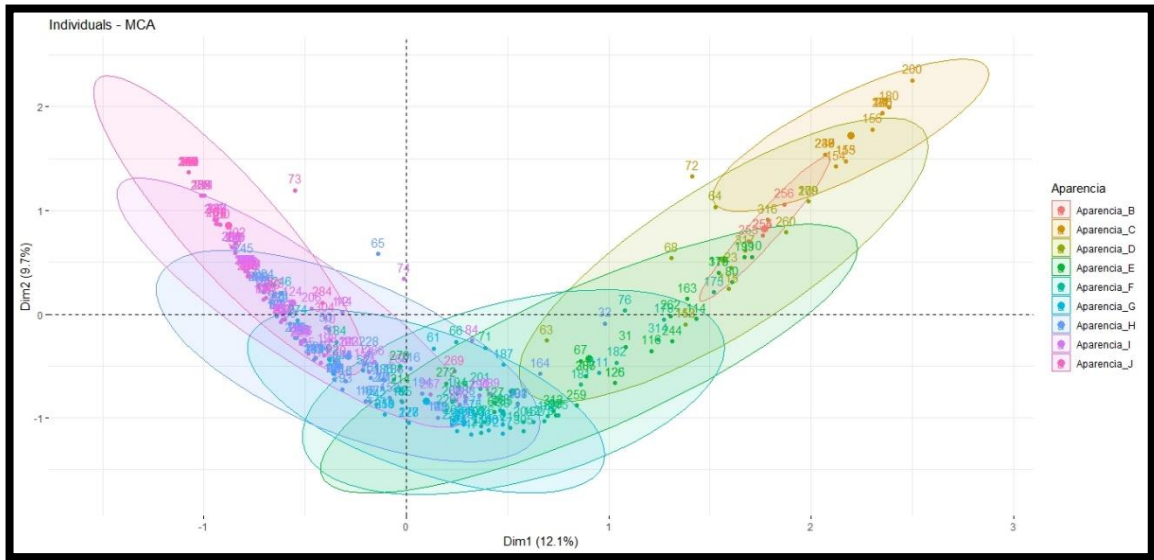


Figura 4.122 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).

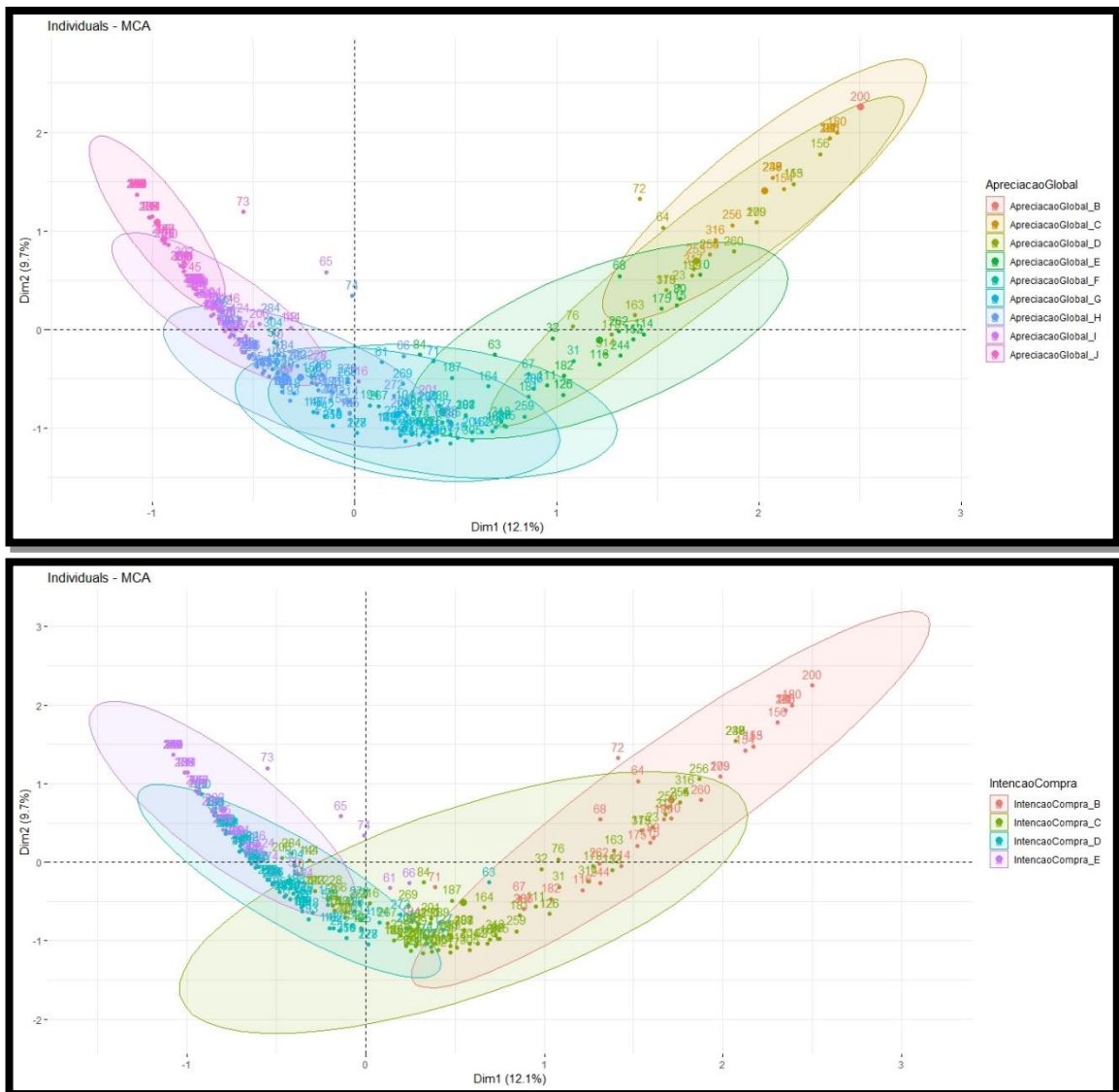


Figura 4.123 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.122 e 4.123) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, a variável categórica *ApreciacaoGlobal\_B* (valor de frequência em conjunto com as variáveis B, C e D de 34), não apresenta elipse.

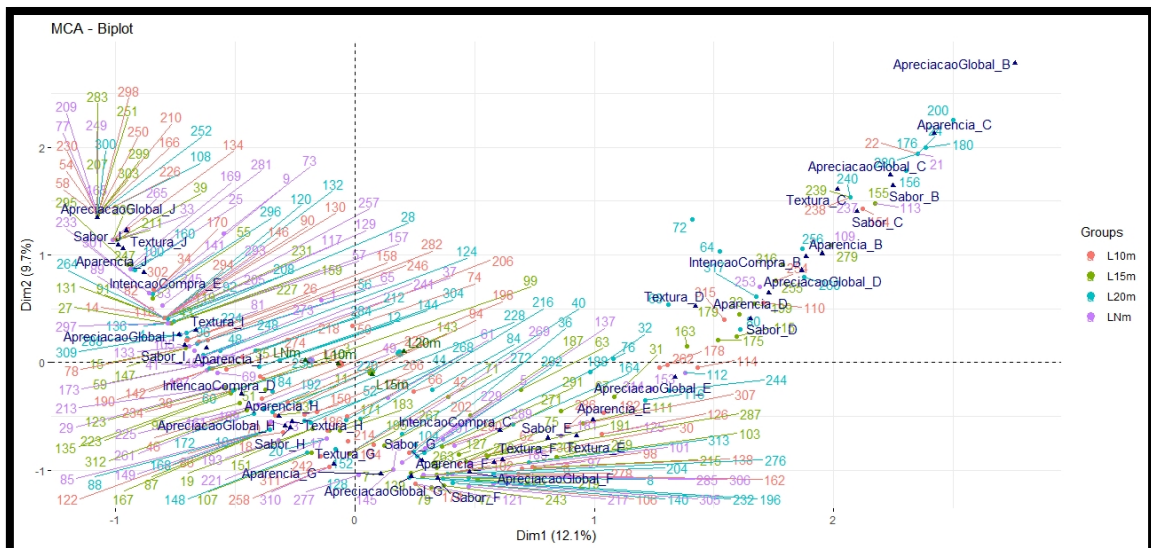


Figura 4.124 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T15. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de limão. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.124 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 155, 239 e 240 apresentam perfis semelhantes, bem como a Sabor\_C, o Aparencia\_B e a Textura\_C; enquanto que os indivíduos 54 e 156, e as variáveis Textura\_D e ApareciacaoGlobal\_J não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.124 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

## Limão – T30

Na seguinte figura 4.125 pode observar-se as frequências das respostas dos provadores relativamente aos cinco atributos (Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra) para os *sorbets* de limão, exclusivamente para o tempo T30.

```
> #Summary of the 5 first variables
> summary(ashedonicallylimaoleggfOUT.active)[, 1:5]
  Aparencia      Sabor      Textura  ApreciacaoGlobal  IntencaoCompra
H      :85      I      :66      G      :76      I      :75      B: 47
I      :73      H      :65      H      :72      H      :71      C: 94
F      :59      G      :41      I      :52      G      :52      D:130
G      :45      F      :34      F      :50      F      :46      E: 42
J      :26      J      :33      J      :20      J      :30
C      :10      C      :24      E      :17      C      :15
(Other):15      (Other):50      (Other):26      (Other):24
```

Figura 4.125 - Sumários estatísticos das variáveis Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra, relativamente aos *sorbets* de limão (normal, 10%, 15% e 20% de redução de açúcar), para o T30. Os sumários estatísticos indicam as frequências das variáveis categóricas Aparência, Sabor, Textura, Apreciação Global e Intenção Compra (B - J). (Resultados obtidos a partir do *software* R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Para os *sorbets* de limão T30 verifica-se que as variáveis categóricas com maior frequência para a Aparência é a Aparência com valor H (valor de frequência igual a 85); para o Sabor é o valor I (valor igual a 66); para a Textura é o valor G (valor igual a 76); para a Apreciação Global é o valor I (valor igual a 75); para a Intenção de Compra é o valor D (valor igual a 130), enquanto que as variáveis categóricas com menor frequência para a Aparência são a Aparência com valor C (valor igual a 10); para o Sabor é o valor C (valor igual a 24); para a Textura é o valor E (valor igual a 17); para a Apreciação Global é o valor C (valor igual a 15); para a Intenção Compra é o valor E (valor igual a 42).

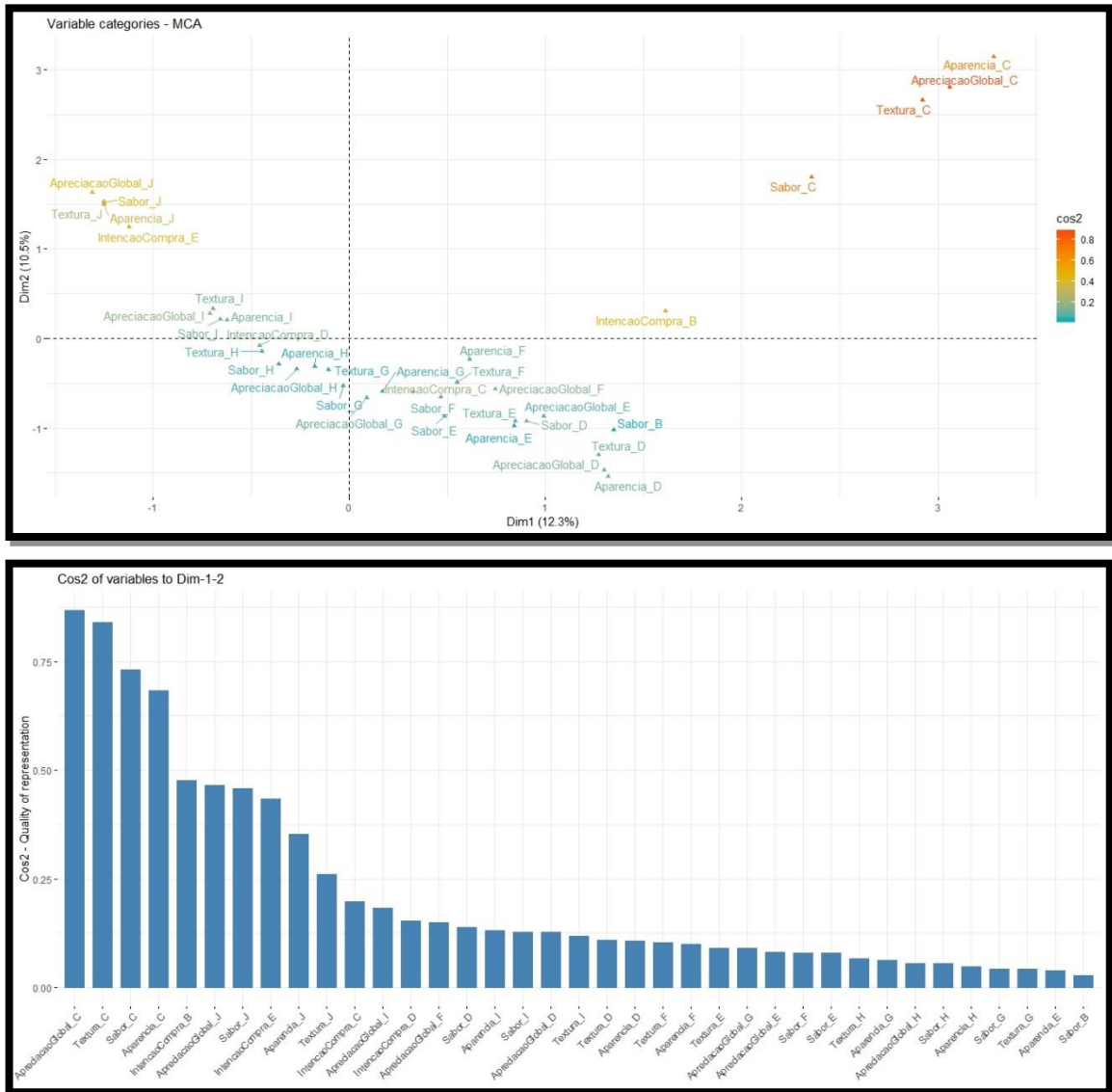


Figura 4.126 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $cos^2$ ). Em cima, representação da qualidade das variáveis categóricas no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). *Bar Plot*, em baixo, dos valores de  $cos^2$  das variáveis nas dimensões 1 e 2. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.126 é possível observar-se alguns exemplos, das variáveis mais bem representadas. As variáveis *ApreciacaoGlobal\_C* e *Textura\_C* estão bem representadas, contudo, as variáveis *Aparencia\_E* e *Sabor\_B* não estão tão bem representadas, relativamente à soma das dimensões um e dois.

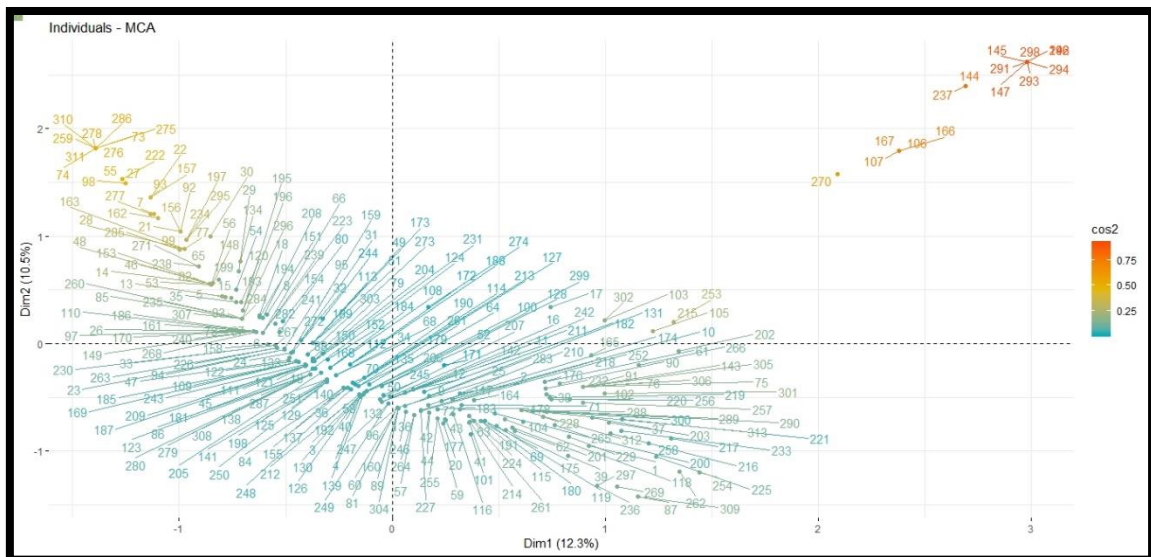


Figura 4.127 - Qualidade da representação - *Squared Cosine* ( $cos^2$ ). Representação da qualidade dos indivíduos no *Factor Map* dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Coloração das variáveis categóricas de acordo com os valores do  $cos^2$  (valores baixos a branco; valores médios a azul; valores elevados a vermelho). (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

Na figura 4.127 observam-se alguns exemplos de valores baixos de  $cos^2$  para os indivíduos, nomeadamente, os números 70 e 171 sendo que, por outro lado, os números 145 e 294 possuem valores mais elevados de  $cos^2$ .

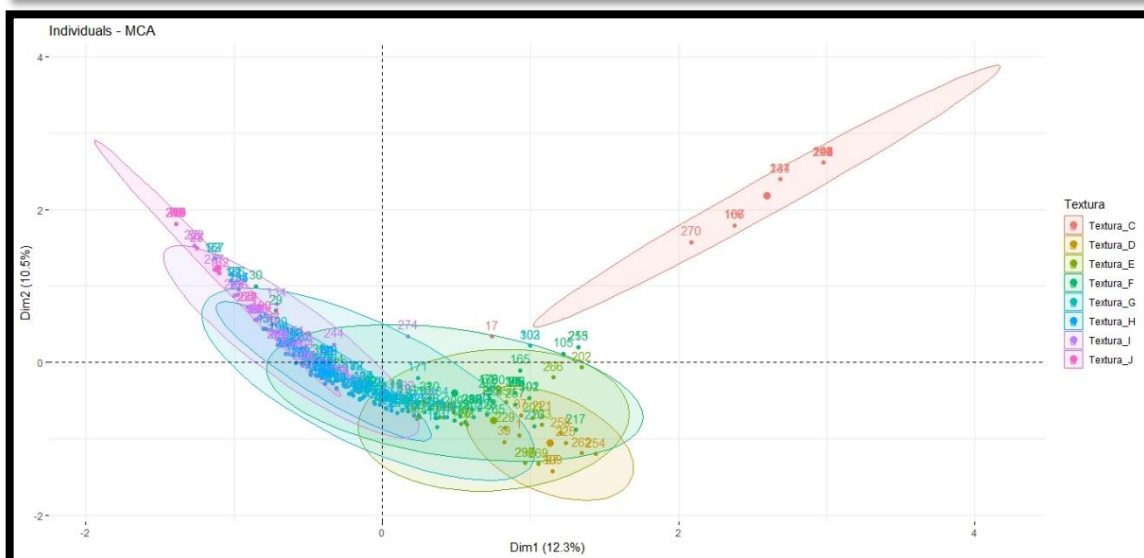
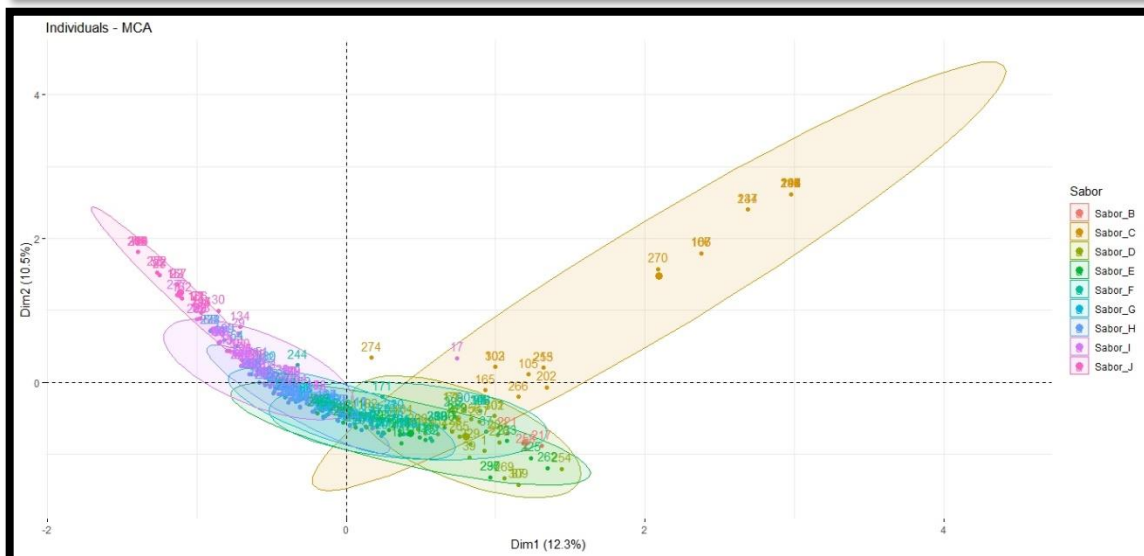
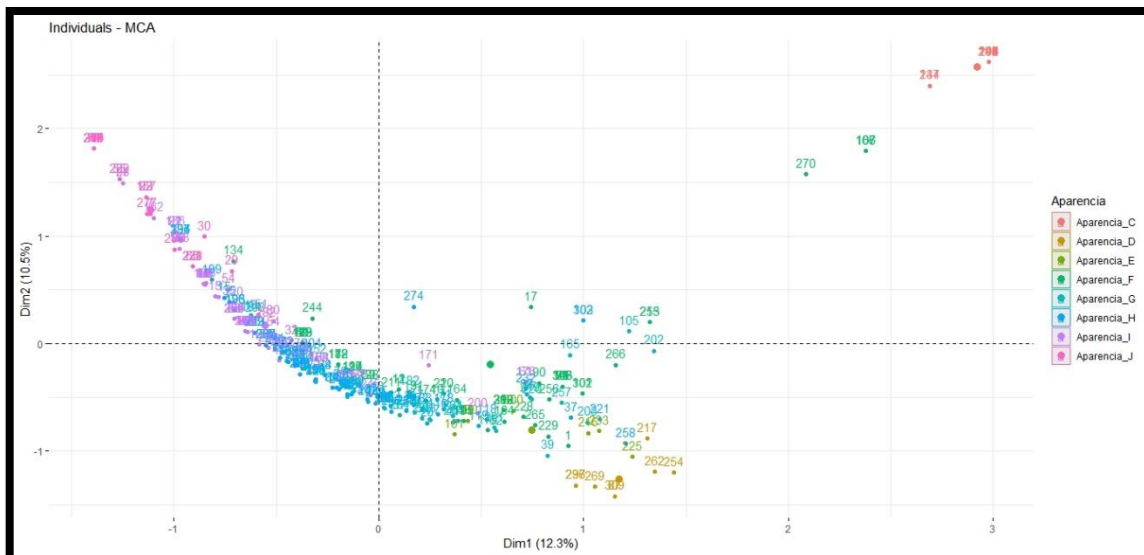


Figura 4.128 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Aparência, Sabor e Textura (B – J) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – Multiple Correspondence Analysis (MCA)).



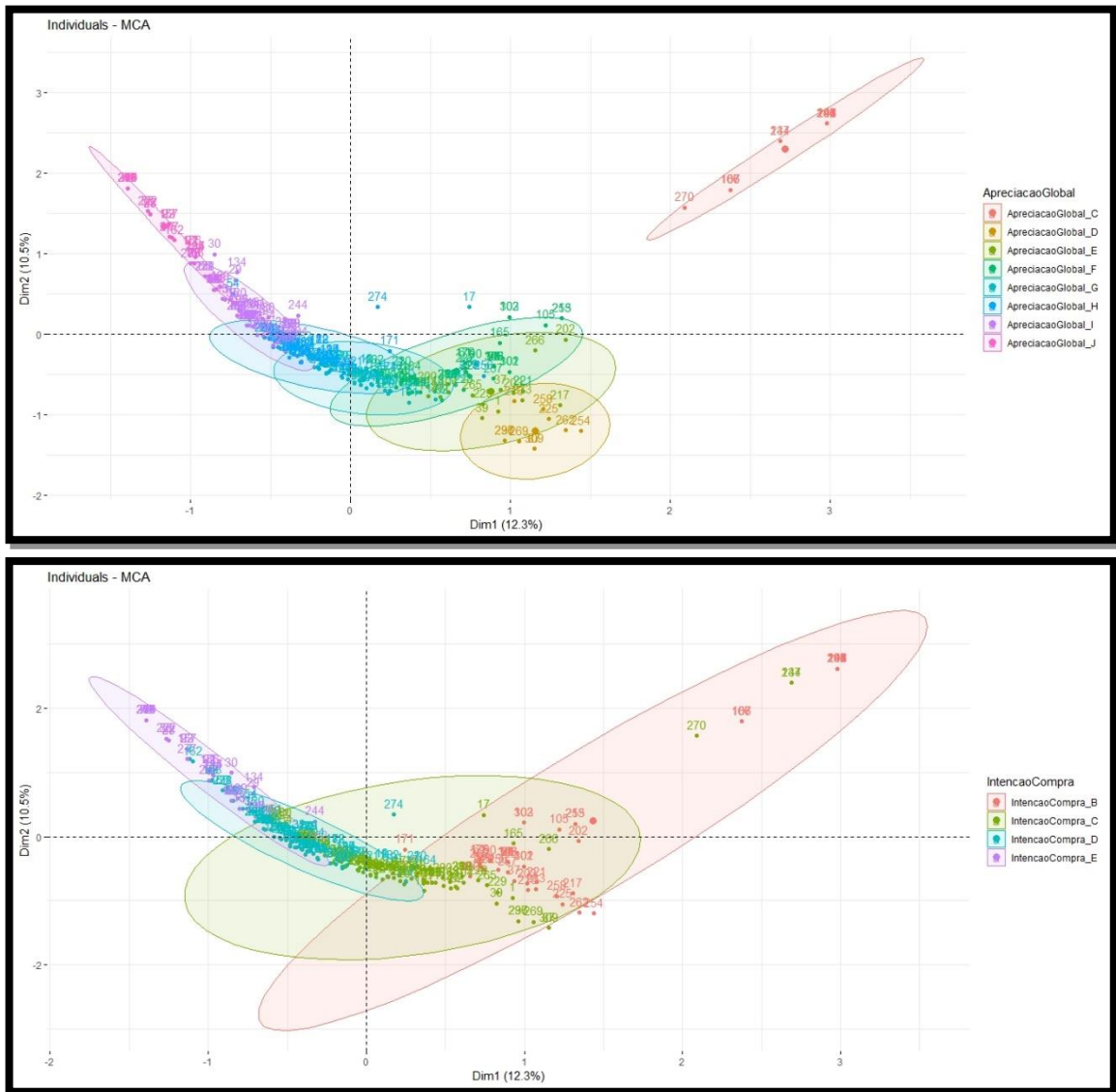


Figura 4.129 - Agrupamento dos indivíduos, por cores, tendo em conta as respetivas variáveis categóricas Apreciação Global e Intenção de Compra (B – J) dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis* (MCA)).

As figuras (4.128 e 4.129) representam a divisão dos indivíduos, por cores, de acordo com os valores das variáveis categóricas. Desta forma, a variável categórica Sabor\_B (valor de frequência 50 conjunta entre B, D e E), não apresenta elipse. Para além disso, nenhuma das variáveis categóricas Aparencia\_“X” formaram elipse, possivelmente devido ao facto de os indivíduos estarem muito dispersos, ou seja, os provadores não responderam de forma uniforme, sendo que as variáveis Aparencia\_D e E, em conjunto, apresentam um valor de frequência igual a 15.

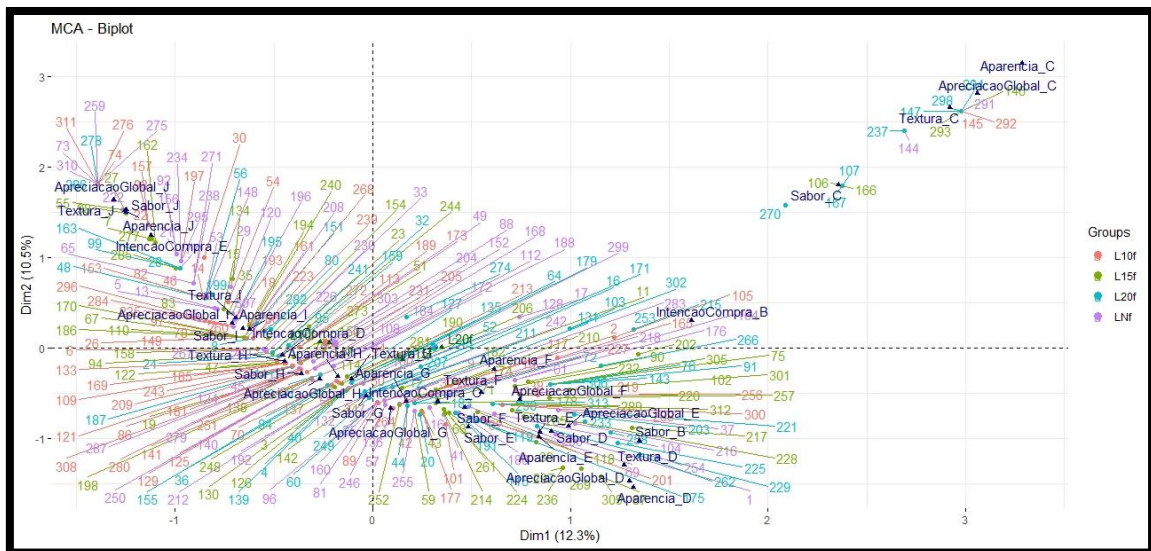


Figura 4.130 - *Biplot* dos indivíduos e das variáveis categóricas dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em T30. Os indivíduos foram agrupados, por cores, em função dos quatro sorbets de limão. (Resultados obtidos a partir do software R – *Multiple Correspondence Analysis (MCA)*).

No *Biplot* da figura 4.130 é possível observar a relação de semelhança ou diferença entre os indivíduos e entre as variáveis categóricas, através da distância entre eles. Assim, por exemplo, os indivíduos 106, 107 e 166 apresentam perfis semelhantes, bem como a *Textura\_D*, a *ApreciacaoGlobal\_D* e a *Aparencia\_D*; enquanto que os indivíduos 215 e 286, e o *IntencaoCompra\_B* e a *Textura\_J* não partilham praticamente nada em comum.

Na figura 4.130 é possível verificar que os indivíduos ao serem agrupados de acordo com a sua pertença a um dos quatro sorbets de limão (normal, 10%, 15% e 20%), em vez de se concentrarem todos nas mesmas zonas, estão espalhadas de forma aleatória.

## 5 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

É de extrema importância implementar medidas para promover a criação de bons hábitos alimentares que, conseqüentemente, levem a uma alimentação e estilo de vida mais saudáveis e à diminuição da incidência de algumas doenças (nomeadamente a diabetes). As medidas da Estratégia Integrada para a Promoção da Alimentação Saudável (EIPAS), em curso, são um passo neste caminho de mudança para melhorar a vida de tantos portugueses. Vargues *et al.* (2018) concluem que muitos dos cereais de pequeno-almoço assim como iogurtes (líquidos e sólidos), que são consumidos diariamente, possuem valores elevados de açúcar e ultrapassam os valores propostos pela EIPAS. Visto muitos desses alimentos serem consumidos por crianças, urge diminuir a quantidade de açúcar nesses alimentos e em muitos outros consumidos em Portugal que futuramente poderão ser alvo de estudo.

A Santini é uma empresa que, neste campo da redução de açúcar, já se encontra na linha da frente, dada a relevância do impacto que a redução do açúcar nos alimentos tem na vida dos consumidores. Cada vez mais os consumidores procuram produtos de qualidade e que se enquadrem numa alimentação saudável. Por isso mesmo, as empresas devem seguir essa tendência, oferecendo aos seus clientes produtos que sejam do seu interesse e que levem ao aumento do lucro da empresa num mundo tão competitivo.

Reveste-se de centralidade, neste estudo, o papel do açúcar no gelado, na medida em que a sua quantidade afeta o tamanho dos cristais de gelo (quanto maior a quantidade de açúcar menor o tamanho dos cristais) e, conseqüentemente, o ponto de congelação (o aumento da quantidade de açúcar leva a uma diminuição do ponto de congelação).

Neste estudo verificaram-se algumas alterações estruturais nos gelados e *sorbets* com a redução do açúcar: diminuição dos SST, do derretimento total, do derretimento máximo, do *Onset* e Máximo da Cristalização (exceto para a manga); e aumento do *Onset* e Máximo da Fusão (ponto de congelação). O valor *Onset* da Fusão é o valor que não queremos que o gelado atinja para não derreter. Relativamente ao *Onset* da Cristalização, devido à sua diminuição e diferença relativamente ao gelado normal, talvez seja necessário diminuir as temperaturas da congelação dinâmica das três reduções de gelado/*sorbet*. No que diz respeito às transições vítreas ( $T_g$  e  $T_g'$ ), associadas ao *shelf-life* do produto, os valores permanecem constantes para os quatro gelados, não havendo alterações significativas com a redução do açúcar. No entanto, visto a Santini recorrer a um *shelf-life* curto, não são tão importantes para este trabalho as transições vítreas de forma a estender prazos de validade.

Seria de esperar que a análise dos questionários relativos à análise sensorial descritiva revelasse um comportamento em que se verificasse uma diminuição do sabor doce bem como uma diminuição do derretimento (aparência). Contudo, observar-se-ia um aumento dos cristais de

gelo (textura), à medida que se diminui a quantidade de açúcar adicionado. Os dados indicam que nem sempre foi possível verificar isso mesmo, tanto na nata como na manga e limão, surgindo uma enorme variabilidade de respostas para o mesmo gelado. Provavelmente, esta variabilidade justifica-se devido ao elevado número de gelados em análise, ao mesmo tempo que poderá ter gerado alguma confusão nos provadores. Neste tipo de análise os gelados/*sorbets* que obtiveram respostas mais próximas do comportamento do gelado normal foram os gelados N10%, M15% e L10%. Relativamente à análise sensorial hedónica, os gelados com maior intenção de compra foram os gelados N20%, M10% e L10% e aqueles com menor intenção de compra foram N10%, M10%, L20%. É possível concluir que os consumidores manifestaram bastante interesse em consumir gelados com menor quantidade de açúcar, o que reflete uma escolha mais sensata relativamente à sua própria saúde.

Os gelados, no geral, não apresentaram problemas na sua produção, exceto os *sorbets* de limão 15% e 20%. Não será possível escolher nenhum destes dois *sorbets* por não cumprirem os requisitos da Santini. Apesar de tudo, estes dois *sorbets* apresentaram correlação com o *sorbet* de limão normal. A análise dos coeficientes de correlação permitiu concluir quais os gelados mais semelhantes com o gelado normal. Para o SST (N15%, M20% e L15%); o DSC (N10%, M10% e L20%); o derretimento (total – N15%, M15% e L15%; máximo – N15%, M10% e L10%). Em suma, a análise dos coeficientes de correlação permitiu concluir quais os gelados mais semelhantes ao gelado normal. Tomando em consideração todos os resultados, no geral, os gelados mais aproximados dos normais, provavelmente, foram o N15%, o M10% e o L10%.

A Santini segue uma produção artesanal e desta forma é fulcral a não incorporação de qualquer aditivo alimentar, sendo assim essencial a procura de outras opções no mercado de forma a marcar a diferença entre outras empresas da mesma área agroalimentar.

Infelizmente, escasseiam os estudos publicados realizados na perspetiva de reduzir o açúcar em gelados e em *sorbets*, nomeadamente em relação aos sabores de nata, manga e limão, com a perspetiva de estudar o impacto na estrutura e perfil térmico que pode trazer a redução de açúcar.

Futuramente, é de todo o interesse aplicar o conceito da redução de açúcar ao máximo de gelados possível e verificar se a sua redução é consistente com os padrões de qualidade e produção da Santini de forma a não afetar a estabilidade e estrutura do gelado. Outra proposta é alterar o tipo de açúcar mais frequentemente utilizado na confeção dos gelados para o açúcar amarelo e ou mascavado, porque, ao não serem tão refinados quanto o açúcar branco, possuem na sua composição vitaminas e minerais que são características mais interessantes do ponto de vista da alimentação saudável.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. A. (2018). *Geoestatística e Tratamento de Dados – Textos e Exercícios com R*. Documento não publicado, DCT – FCT – UNL, Almada.
- Bahram-Parvar, M. (2015). A Review of modern instrumental techniques for measurements of ice cream characteristics. *Food Chemistry*, 188, 625–631. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.017>.
- Bolliger, S., Goff, H. D., & Tharp, B. W. (2000). Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. *International Dairy Journal*, 10(4), 303–309. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00044-3](http://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00044-3).
- Chang, Y., & Hartel, R. (2002). Development of air cells in a batch ice cream freezer. *Journal of Food Engineering*, 55 (1), 71 – 78. Recuperado de [https://ac.els-cdn.com/S0260877401002436/1-s2.0-S0260877401002436-main.pdf?\\_tid=ab2ac804-622d-4e41-942d-8e0f345cd3c8&acdnat=1544445676\\_8df0b423d7a65a183c880dda0a760077](https://ac.els-cdn.com/S0260877401002436/1-s2.0-S0260877401002436-main.pdf?_tid=ab2ac804-622d-4e41-942d-8e0f345cd3c8&acdnat=1544445676_8df0b423d7a65a183c880dda0a760077)
- Clarke, C. (2003). The physics of ice cream. *Physics Education*, 38, 248-253.
- Clarke, C. (2004). Colloidal Dispersions, Freezing and Rheology. (1ª ed), *The Science of Ice Cream*, (pp13–37). Cambridge, UK: RSC Paperbacks. Recuperado de <http://doi.org/10.1039/9781847552150-00013>
- Clas, S., Dalton, C. R., & Hancock, B. C. (1999). Differential scanning calorimetry: applications in drug development. *Pharmaceutical Science & Technology Today*, 2 (8), 311 – 320. Recuperado de [https://ac.els-cdn.com/S1461534799001819/1-s2.0-S1461534799001819-main.pdf?\\_tid=d76dcb44-bf30-42cc-8496-a7f1cc2cf6f9&acdnat=1544446354\\_ca7b09f3eac2a5774e1f0572350efdcf](https://ac.els-cdn.com/S1461534799001819/1-s2.0-S1461534799001819-main.pdf?_tid=d76dcb44-bf30-42cc-8496-a7f1cc2cf6f9&acdnat=1544446354_ca7b09f3eac2a5774e1f0572350efdcf).
- Cogné, C., Laurent, P., Andrieu, J., & Ferrand, J. (2003). Experimental data and modelling of ice cream freezing. *Chemical Engineering Research and Design*, 81(9), 1129–1135. Recuperado de <http://doi.org/10.1205/026387603770866281>.
- Cook, K. L. K., & Hartel, R. W. (2010). Mechanisms of ice crystallization in ice cream production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(2), 213–222. Recuperado de <http://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00101.x>.
- Despacho n.º 11418/2017. (2017). *Finanças, administração interna, educação, saúde, economia, agricultura, florestas e desenvolvimento rural e mar, 2014–2017*. Recuperado de <https://dre.pt/application/conteudo/114424591>.
- Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., & Cavella, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. *Current Opinion in Food Science*, 19, 92–97. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.008>.
- EUROSTAT (Gabinetes de estatísticas da União Europeia). (2018) *Sold production, exports and imports by PRODCOM list (NACE Rev. 2) - annual data*. Recuperado em 12 de setembro de 2018, de [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK\\_DS-066341\\_QID\\_1B1BBC04\\_UID\\_-3F171EB0&layout=INDICATORS,C,X,0;DECL,L,Y,0;PRCCODE,B,Z,0;PERIOD,L,Z,1;&zS\\_election=DS-066341PRCCODE,10521000;DS-066341PERIOD,201752;&rankName1=PRCCODE\\_1\\_0\\_-1\\_2&rankName2=PERIOD\\_1\\_0\\_0\\_0&rankName3=INDICATORS\\_1\\_2\\_0\\_0&rankName4=](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-066341_QID_1B1BBC04_UID_-3F171EB0&layout=INDICATORS,C,X,0;DECL,L,Y,0;PRCCODE,B,Z,0;PERIOD,L,Z,1;&zS_election=DS-066341PRCCODE,10521000;DS-066341PERIOD,201752;&rankName1=PRCCODE_1_0_-1_2&rankName2=PERIOD_1_0_0_0&rankName3=INDICATORS_1_2_0_0&rankName4=)

DECL\_1\_0\_0\_1&sortR=ASC\_1&rStp=&cStp=&rDCh=&cDCh=&rDM=true&cDM=true&footnes=false&empty=false&wai=false&time\_mode=ROLLING&time\_most\_recent=false&lang=EN&cfo=%23%23%23%2C%23%23%23.%23%23%23.

- FAOSTAT (Statistics Division of Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). *Crops and Livestock products*. Recuperado em 30 de maio de 2018, de [http://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR34ndPITPtjqE8j2bg8nxQ-fMuz9eRXRC7h7n\\_fKeol7i2a5QaskXdumlg#data/TP](http://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR34ndPITPtjqE8j2bg8nxQ-fMuz9eRXRC7h7n_fKeol7i2a5QaskXdumlg#data/TP).
- Goff, H. (2002). Formation and Stabilisation of structure in ice-cream and related products. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 7, 432-437. Recuperado de [https://ac.els-cdn.com/S1359029402000766/1-s2.0-S1359029402000766-main.pdf?\\_tid=3b4f9435-68e5-40ff-93c4-dec0eebbbb67&acdnat=1544446824\\_17e93cc81a21c2bd194c1ca6eb25761d](https://ac.els-cdn.com/S1359029402000766/1-s2.0-S1359029402000766-main.pdf?_tid=3b4f9435-68e5-40ff-93c4-dec0eebbbb67&acdnat=1544446824_17e93cc81a21c2bd194c1ca6eb25761d)
- Goff, H., & Hartel, R. (2013a). Composition and Formulations. Springer (7<sup>a</sup> ed), *Ice Cream* (pp. 19 - 44). New York, USA: Springer.
- Goff, H., & Hartel, R. (2013b). Mix Ingredients. Springer (7<sup>a</sup> ed), *Ice Cream* (pp. 45 - 87). New York, USA: Springer.
- Goff, H., & Hartel, R. (2013c). Ice Cream Structure. Springer (7<sup>a</sup> ed), *Ice Cream* (pp. 313 - 352). New York, USA: Springer.
- Goff, H., & Hartel, R. (2013d). Analysing Frozen Desserts. Springer (7<sup>a</sup> ed), *Ice Cream* (pp. 403 - 436). New York, USA: Springer.
- Goff, H., Caldwell, K., Stanley, D., & Maurice, T. (1993). The Influence of Polysaccharides on the Glass Transition in Frozen Sucrose Solutions and Ice Cream. *Journal of Dairy Science*, 76, 1268-2176.
- Goldfein, K. R., & Slavin, J. L. (2015). Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644–656. Recuperado de <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12151>
- Huynh, H. N. L., Yiu, K. K., & Nguyen, N. T. (2014). Effect of Ice Crystal Size on the Textural Properties of Ice Cream and Sorbet. *Worcester Polytechnic Institute*. Recuperado de <https://digitalcommons.wpi.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1435&context=mqp-all>
- Hwang, J. Y., Shyu, Y. S., & Hsu, C. K. (2009). Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 312–318. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.03.008>
- INSA. (2017). *Detalhe alimento – Açúcar branco*. Recuperado em 10 de setembro de 2018, de <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS503>.
- INSA. (2017). *Detalhe alimento – Açúcar amarelo*. Recuperado em 10 de setembro de 2018, de <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS502>.
- Norma Portuguesa NP 3293 – 2008. (2008). *Gelados alimentares e misturas embaladas para congelar. Definição, classificação, características, embalagem, conservação e rotulagem, 1–8*. Recuperado de <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2015-004793>.

- Kurt, A., & Atalar, I. (2018). Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186–195. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.04.011>
- Lopes, I., Martins, I., Mesquita, M., Valença de Sousa, V., & Ferreira-Dias, S. (2018). Designing healthy ice creams with linear programming: An application using traditional Portuguese products. *Journal of Food Process Engineering*, 41(1). Recuperado de <http://doi.org/10.1111/jfpe.12601>
- McCain, H. R., Kaliappan, S., & Drake, M. A. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8619–8640. Recuperado de <http://doi.org/10.3168/jds.2017-14347>
- Moriano, M. E., & Alamprese, C. (2017). Honey, trehalose and erythritol as sucrose-alternative sweeteners for artisanal ice cream. A pilot study. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 329–334. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.057>
- Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 1–10. Recuperado de [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)
- Noronha, J. F. (2003). *Apontamentos de Análise Sensorial – Análise Sensorial - Metodologia*. Documento não publicado, ESAC, Coimbra.
- Oliveira, A. R. (2012). *Aspectos biológicos, nutricionais e sensoriais de mexilhão (Mytilus sp.) produzido em aquacultura offshore* (Dissertação de Mestrado, Universidade Aberta, Faro). Recuperado de [https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2369/1/TMCCA\\_AnaOliveira.pdf](https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2369/1/TMCCA_AnaOliveira.pdf).
- Roos, Y. H. (2010). Glass Transition Temperature and Its Relevance in Food Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 1(1), 469–496. Recuperado de <http://doi.org/10.1146/annurev.food.102308.124139>
- Santini. (2018). *Santini – A nossa História*. Recuperado em 10 de setembro de 2018, de [http://santini.pt/index.php?route=information%2Finformation&information\\_id=13&fbclid=IwAR3IMOn\\_dVQ\\_bu\\_76HTER-Kcd\\_3JhIBOitfVqQ\\_ps0ZS3\\_zl\\_JMJUfsfh8Q](http://santini.pt/index.php?route=information%2Finformation&information_id=13&fbclid=IwAR3IMOn_dVQ_bu_76HTER-Kcd_3JhIBOitfVqQ_ps0ZS3_zl_JMJUfsfh8Q).
- Segall, K. I., & Goff, H. D. (2002). A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. *International Dairy Journal*, 12(12), 1013–1018. Recuperado de [http://doi.org/10.1016/S0958-6946\(02\)00117-6](http://doi.org/10.1016/S0958-6946(02)00117-6)
- Sofjan, R. P., & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3), 255–262. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>
- Soukoulis, C., & Tzia, C. (2018). Grape, raisin and sugarcane molasses as potential partial sucrose substitutes in chocolate ice cream: A feasibility study. *International Dairy Journal*, 76, 18–29. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.08.004>
- Soukoulis, C., Lebesi, D., & Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry*, 115(2), 665–671. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.070>

- Soukoulis, C., Lyroni, E., & Tzia, C. (2010). Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT - Food Science and Technology*, 43(9), 1351–1358. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.006>
- STHDA (Statistical tools for high-throughput data analysis). (2017). *Principal Component Methods in R: Pratical Guide – MCA*. Recuperado em 31 de julho de 2018, de <http://www.sthda.com/english/articles/31-principal-component-methods-in-r-practical-guide/114-mca-multiple-correspondence-analysis-in-r-essentials/>.
- Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S., & Wibisono, R. (2013). Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International*, 50(2), 647–656. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.030>
- Szmejda, K., Duliński, R., Byczyński, Ł., Karbowski, A., Florczak, T., & Żyła, K. (2018). Analysis of the selected antioxidant compounds in ice cream supplemented with Spirulina (*Arthrospira platensis*) extract. *Biotechnol Food Sci*, 82(1), 41–48. Recuperado de <http://www.bfs.p.lodz.pl>
- Vargues, A. L., Fernandes, P., Brazão, R., & Dias, M. G. (2018). \_Monitorização do teor de açúcar em alimentos disponíveis no mercado português: contributo para promover uma alimentação saudável. *Observações\_Boletim Epidemiológico*, 22 (2), 10–12. Recuperado de [http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/5583/1/Boletim\\_Epidemiologico\\_Observacoes\\_N22\\_2018\\_artigo2.pdf](http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/5583/1/Boletim_Epidemiologico_Observacoes_N22_2018_artigo2.pdf)
- Warren, M. M., & Hartel, R. W. (2018). Effects of Emulsifier, Overrun and Dasher Speed on Ice Cream Microstructure and Melting Properties. *Journal of Food Science*, 83(3), 639–647. Recuperado de <http://doi.org/10.1111/1750-3841.13983>
- Xinyi, E., Pei, Z., & Schmidt, K. (2010). ice cream foam formation and stabilization - a review. *Food Reviews International*, 26, 122-137. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/87559120903564472>



## 7 ANEXOS

### DSC - Scatterplots

#### Nata

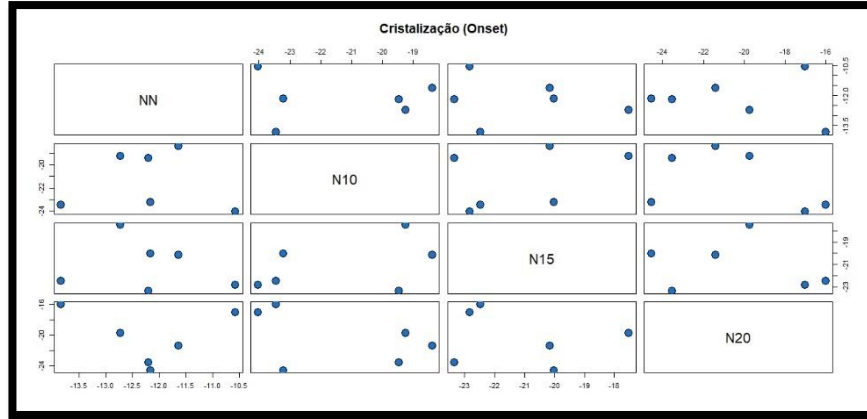


Figura 7.1 Scatterplot referente à Cristalização (Onset) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

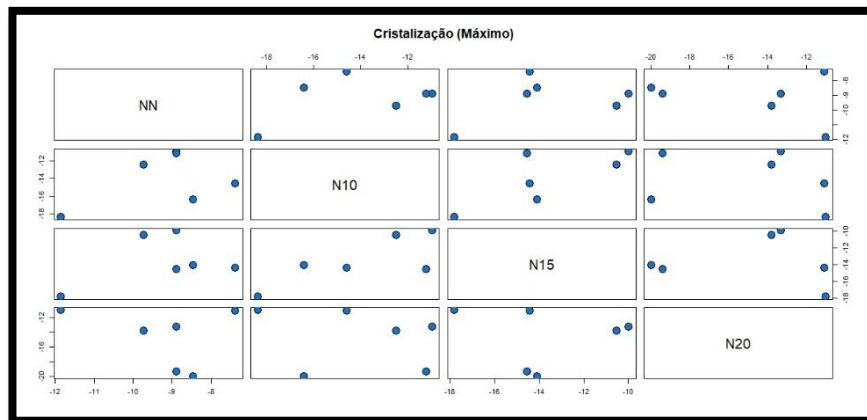


Figura 7.2 Scatterplot referente à Cristalização (Máximo) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

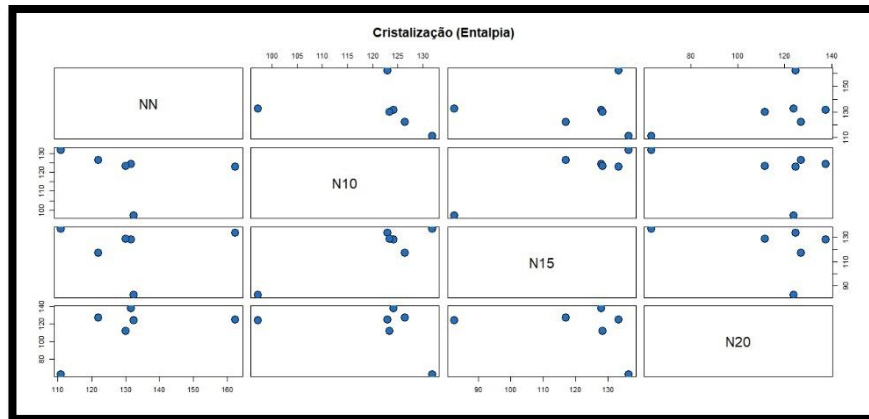


Figura 7.3 *Scatterplot* referente à Cristalização (Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

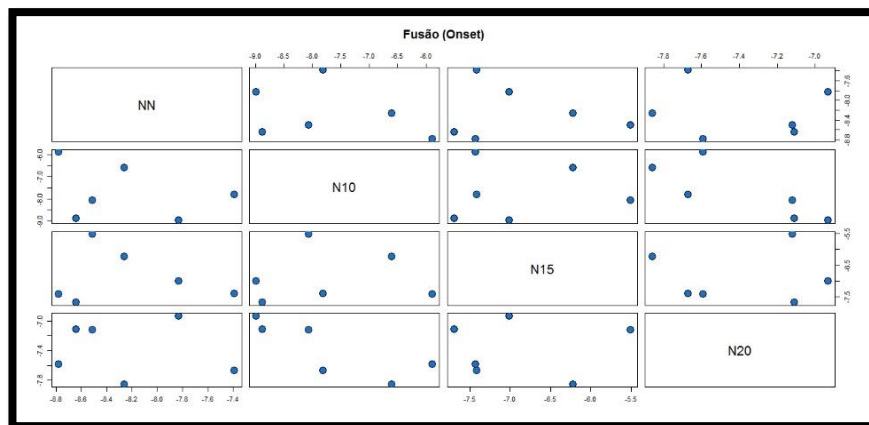


Figura 7.4 *Scatterplot* referente à Fusão (*Onset*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

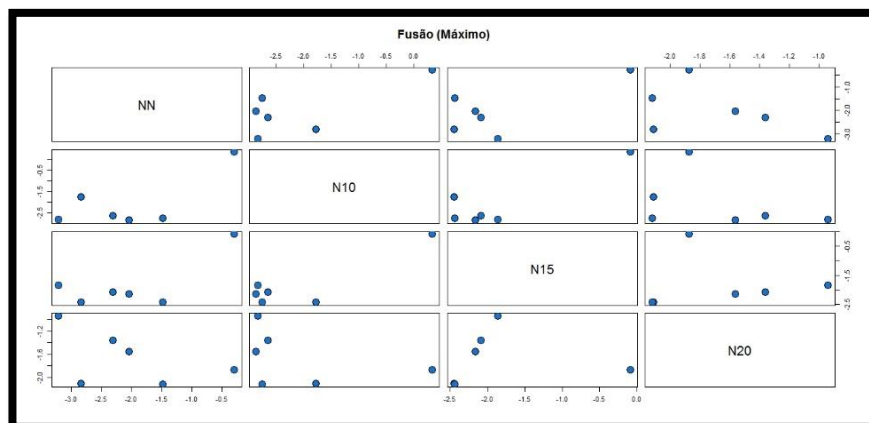


Figura 7.5 *Scatterplot* referente à Fusão (Máximo) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

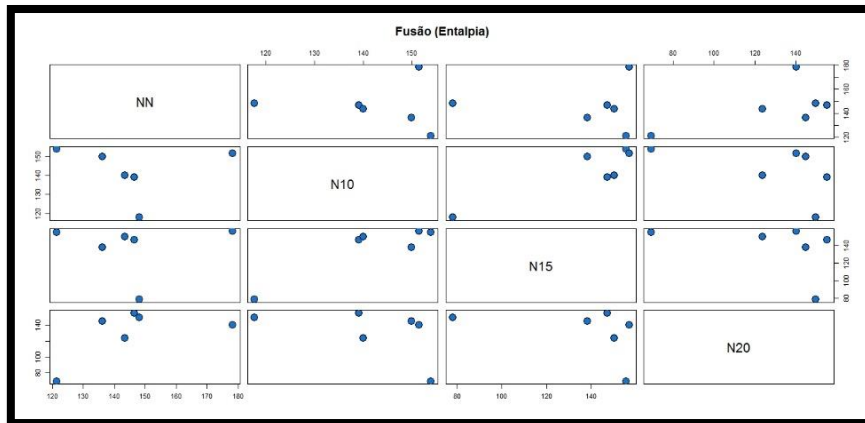


Figura 7.6 *Scatterplot* referente à Fusão (Entalpia) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

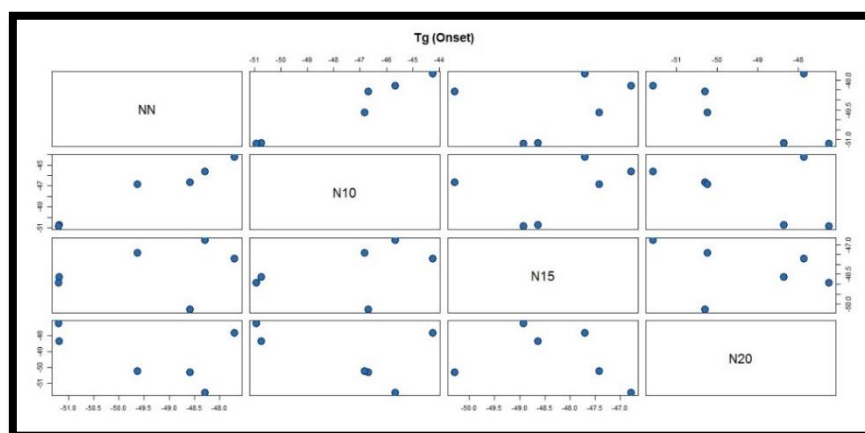


Figura 7.7 *Scatterplot* referente à Tg (*Onset*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

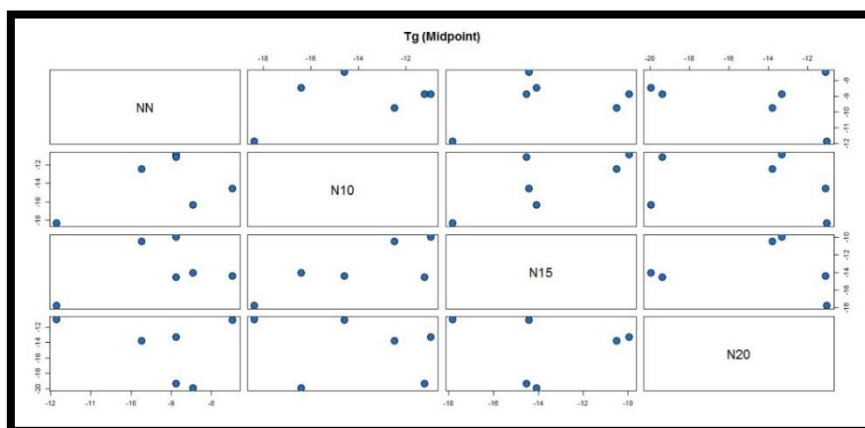


Figura 7.8 *Scatterplot* referente à Tg (*Midpoint*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

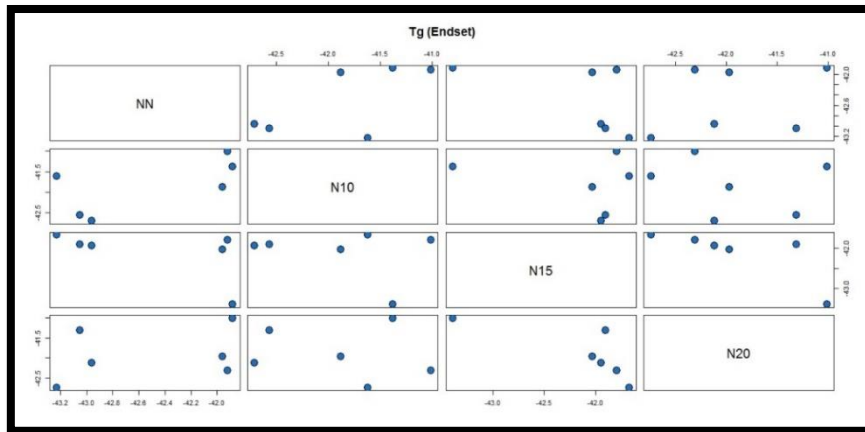


Figura 7.9 *Scatterplot* referente à Tg (*Endset*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

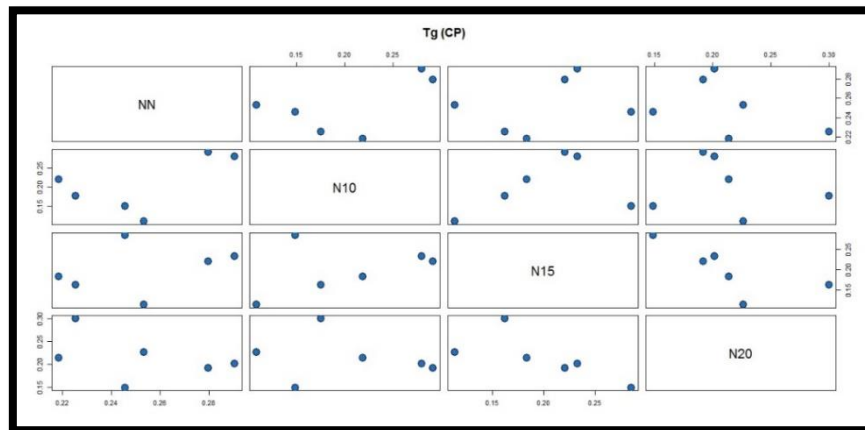


Figura 7.10 *Scatterplot* referente à Tg (CP) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

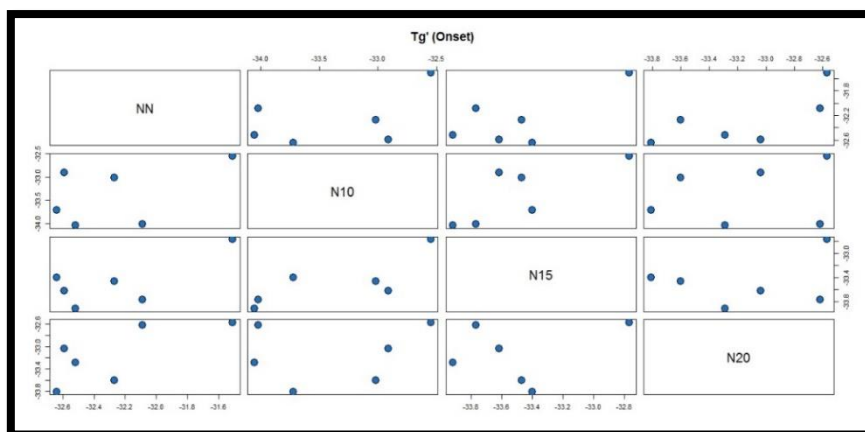


Figura 7.11 *Scatterplot* referente à Tg' (*Onset*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

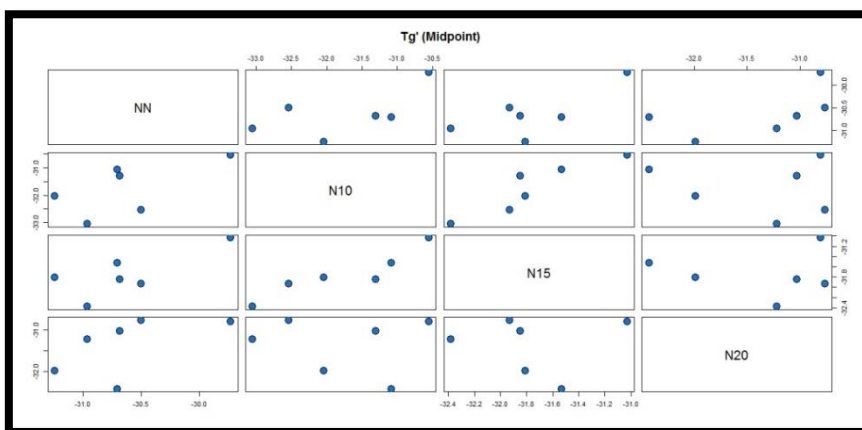


Figura 7.12 *Scatterplot* referente à  $Tg'$  (*Midpoint*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

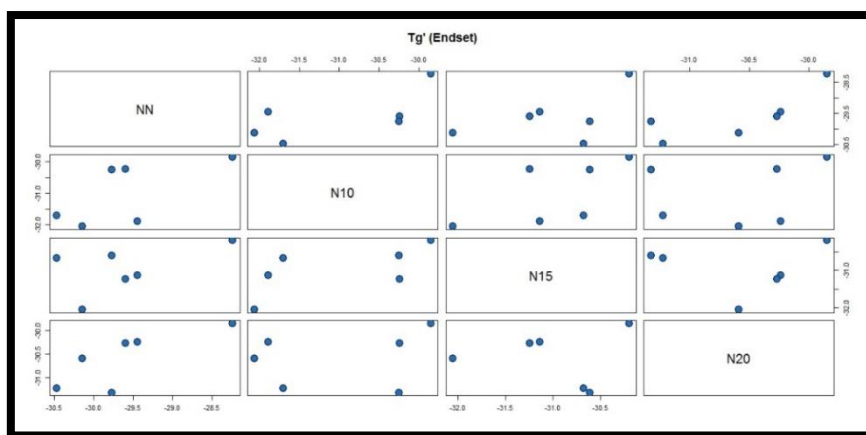


Figura 7.13 *Scatterplot* referente à  $Tg'$  (*Endset*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

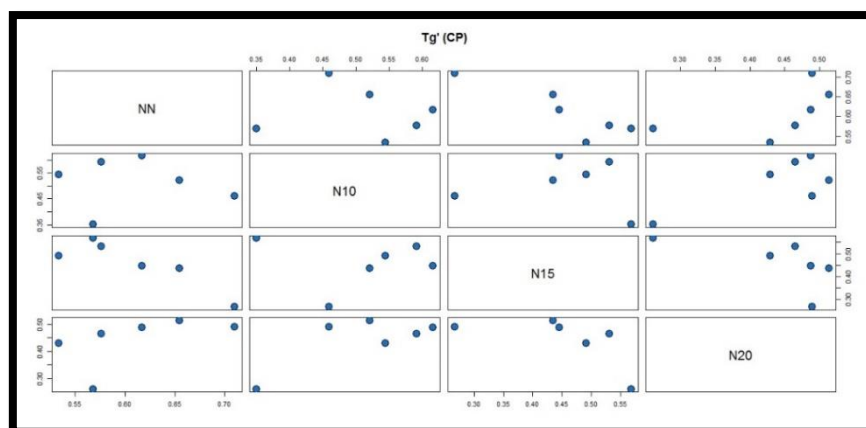


Figura 7.14 *Scatterplot* referente à  $Tg'$  (*CP*) dos gelados de base de nata (NN, N10%, N15% e N20%). (Resultados obtidos a partir do *software R*).

## Manga

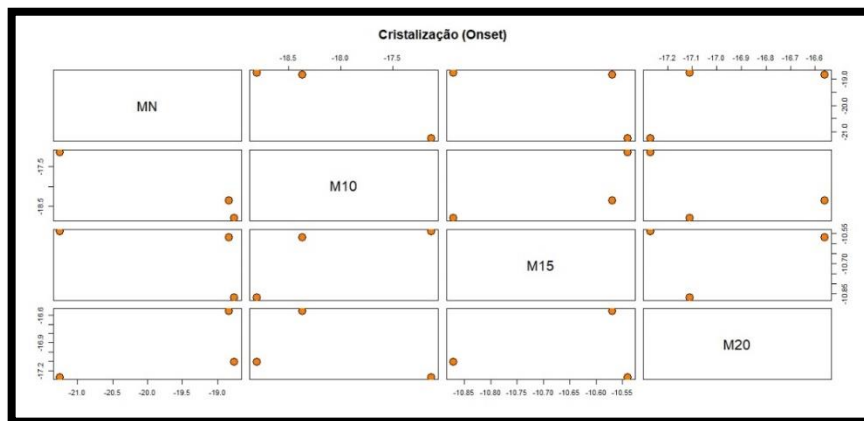


Figura 7.15 *Scatterplot* referente à Cristalização (*Onset*) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

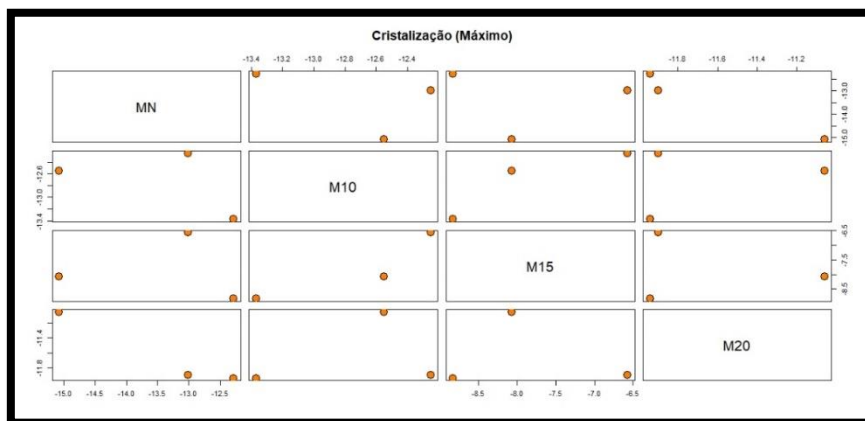


Figura 7.16 *Scatterplot* referente à Cristalização (*Máximo*) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%. (Resultados obtidos a partir do *software* R).

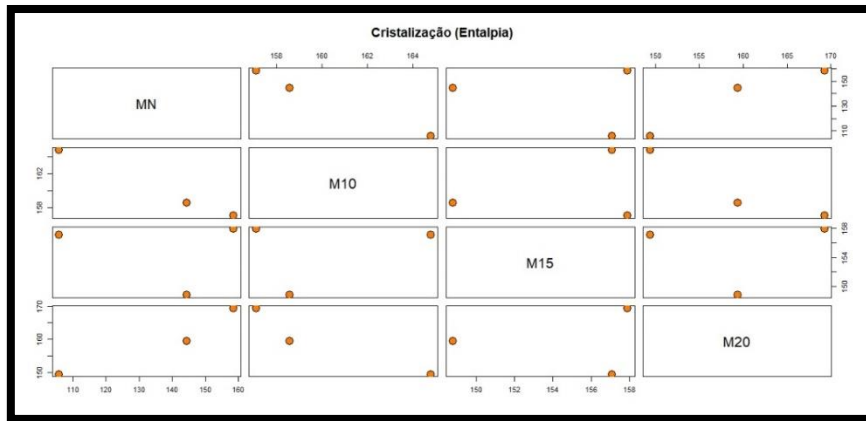


Figura 7.17 Scatterplot referente à Cristalização (Entalpia) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

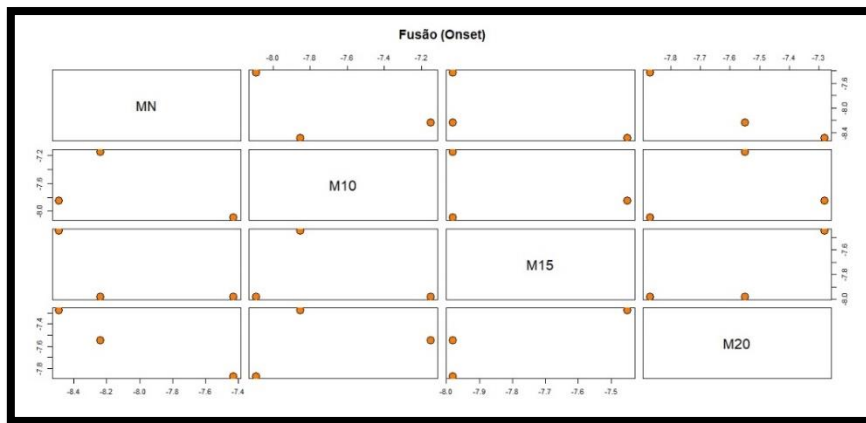


Figura 7.18 Scatterplot referente à Fusão (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

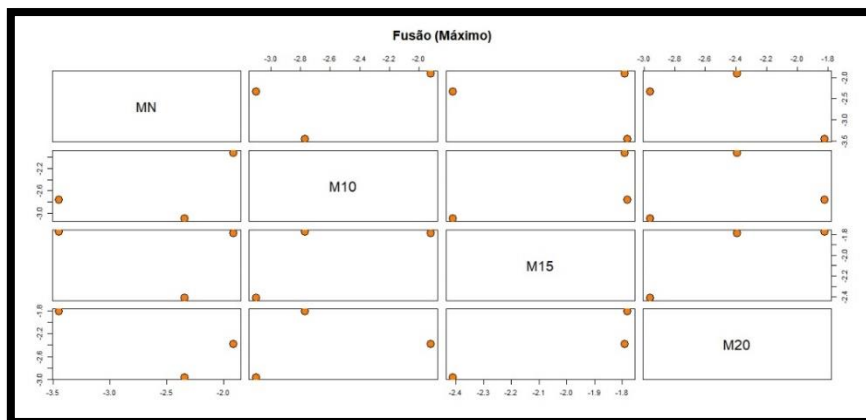


Figura 7.19 Scatterplot referente à Fusão (Máximo) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

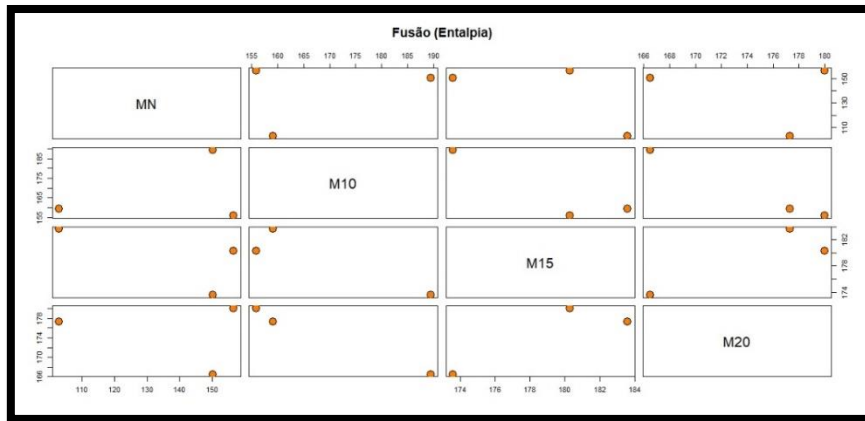


Figura 7.20 Scatterplot referente à Fusão (Entalpia) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

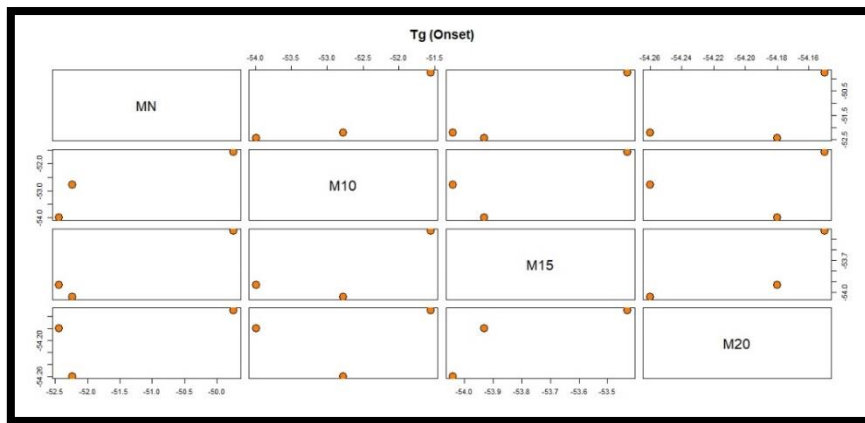


Figura 7.21 Scatterplot referente à Tg (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

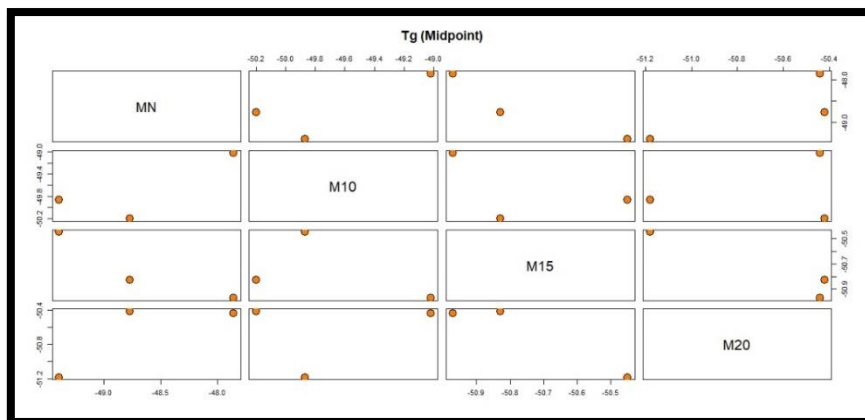


Figura 7.22 Scatterplot referente à Tg (Midpoint) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).



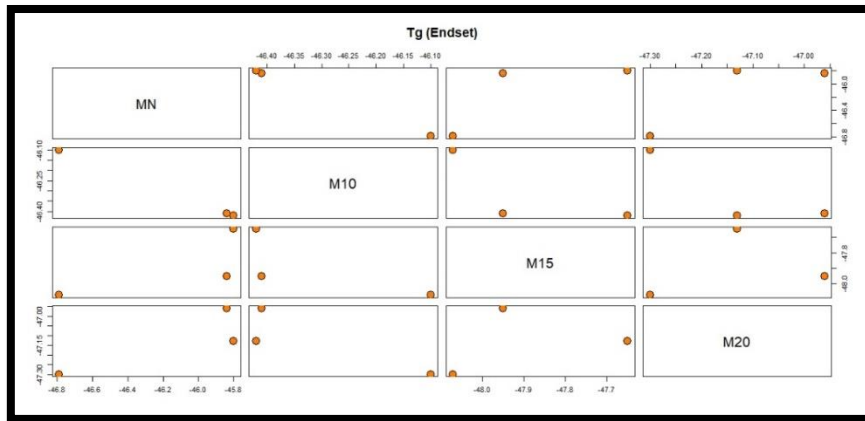


Figura 7.23 Scatterplot referente à Tg (Endset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%. (Resultados obtidos a partir do software R).

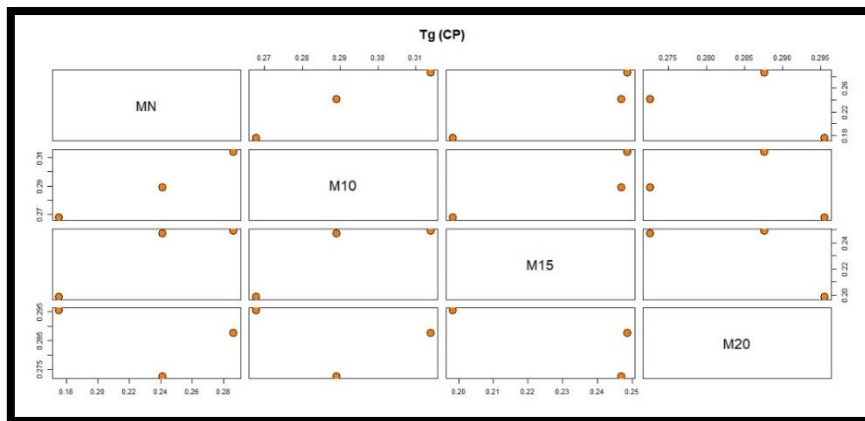


Figura 7.24 Scatterplot referente à Tg (CP) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%. (Resultados obtidos a partir do software R).

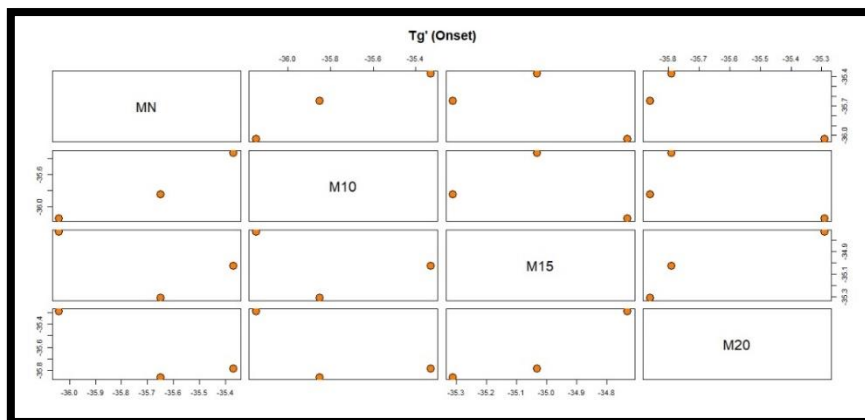


Figura 7.25 Scatterplot referente à Tg' (Onset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%. (Resultados obtidos a partir do software R).

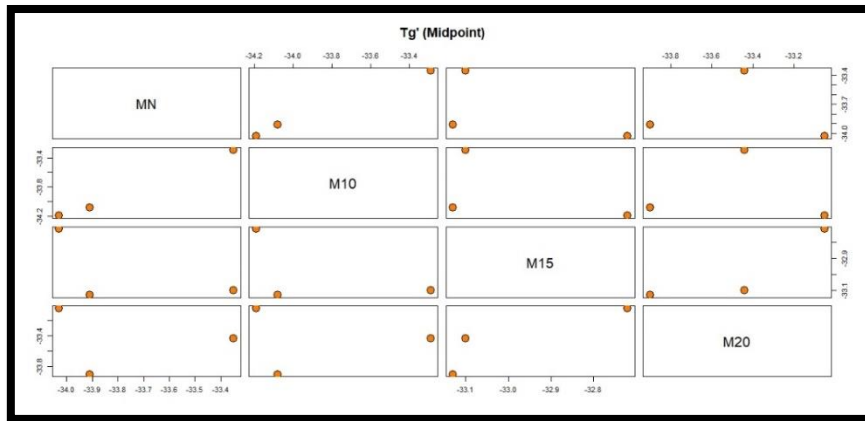


Figura 7.26 Scatterplot referente à  $Tg'$  (Midpoint) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

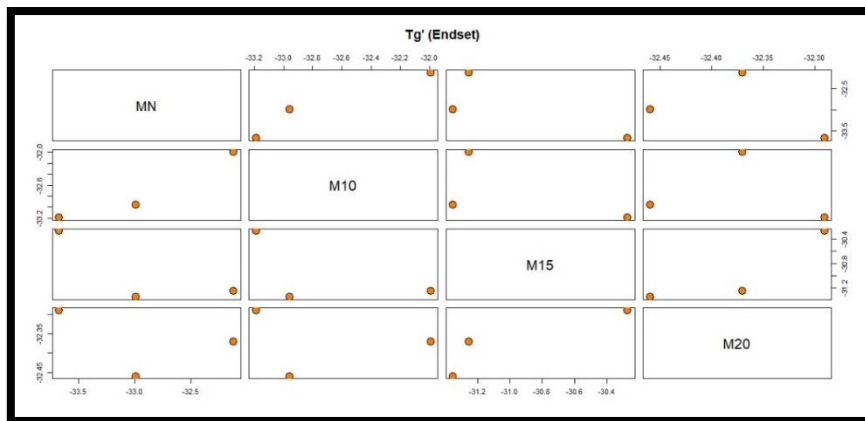


Figura 7.27 Scatterplot referente à  $Tg'$  (Endset) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

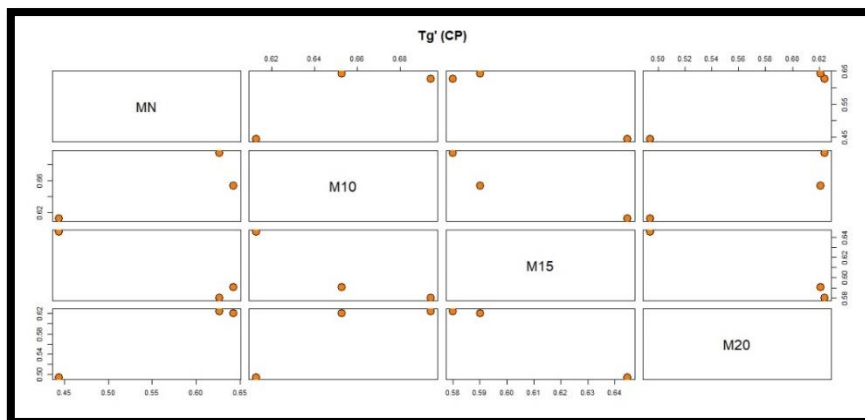


Figura 7.28 Scatterplot referente à  $Tg'$  (CP) dos sorbets de manga MN, M10%, M15% e M20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

## Limão

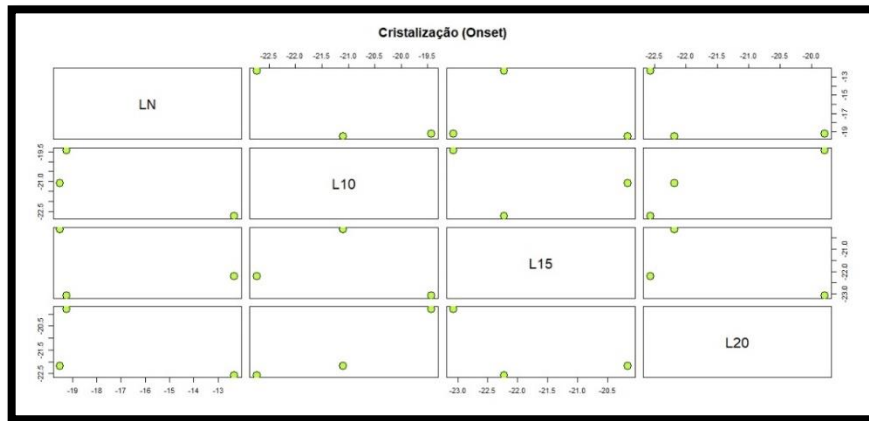


Figura 7.29 *Scatterplot* referente à Cristalização (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

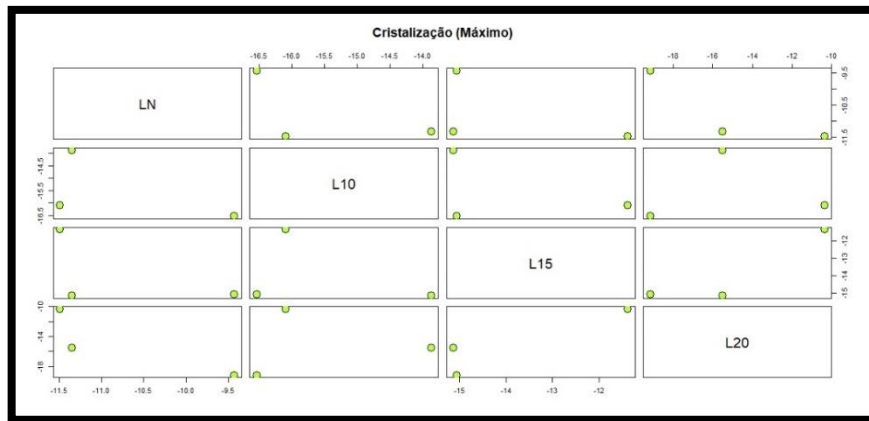


Figura 7.30 *Scatterplot* referente à Cristalização (Máximo) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

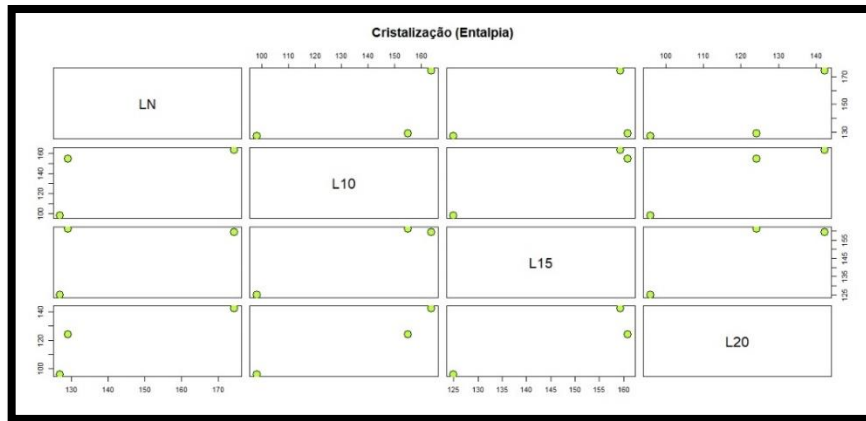


Figura 7.31 *Scatterplot* referente à Cristalização (Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

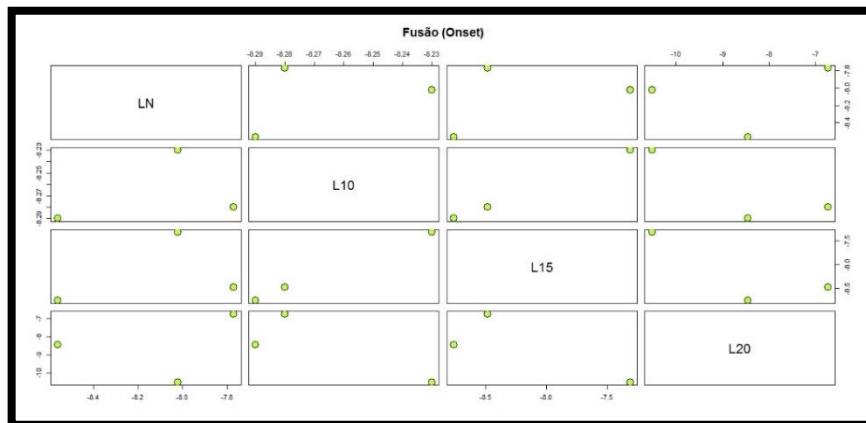


Figura 7.32 *Scatterplot* referente à Fusão (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

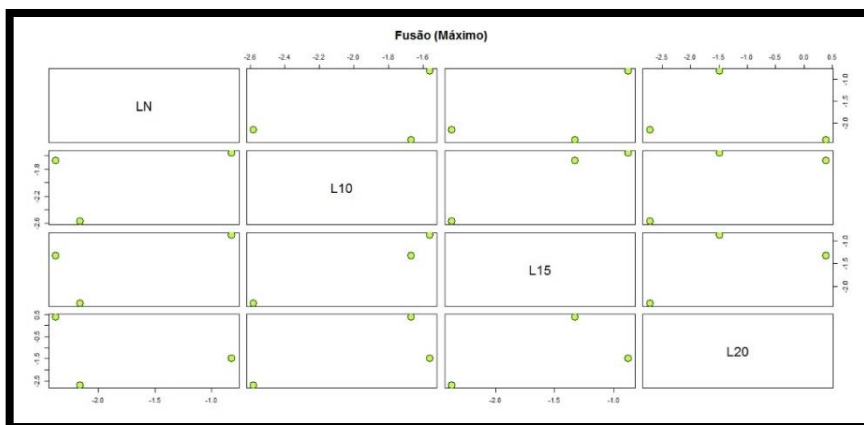


Figura 7.33 *Scatterplot* referente à Fusão (Máximo) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

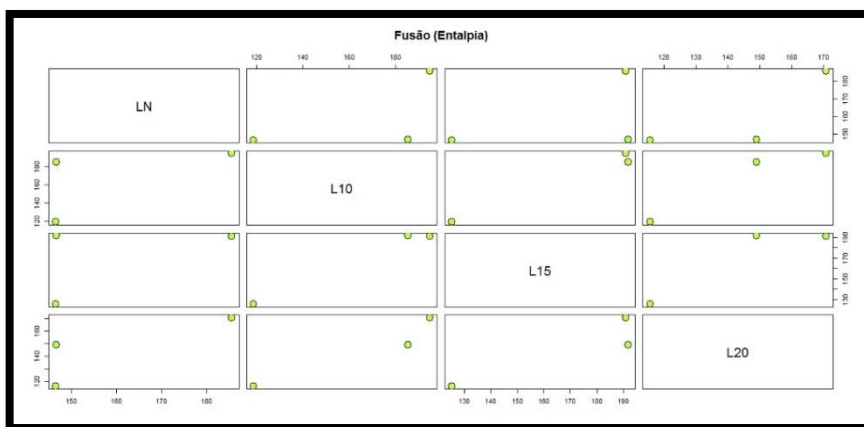


Figura 7.34 *Scatterplot* referente à Fusão (Entalpia) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do *software* R).

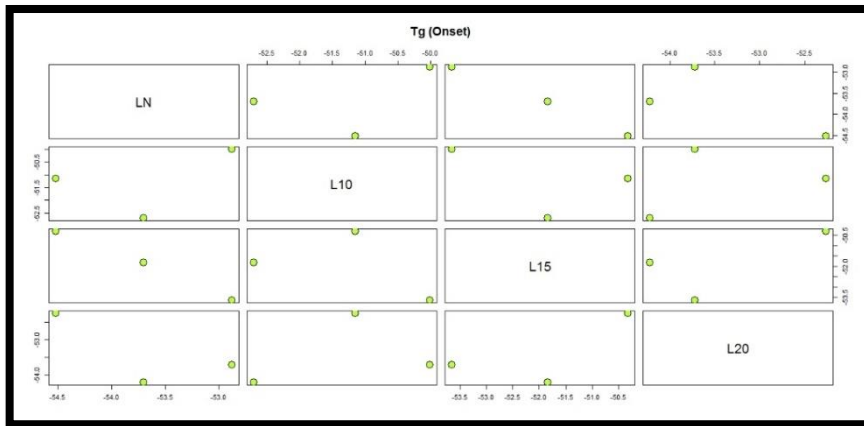


Figura 7.35 Scatterplot referente à Tg (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

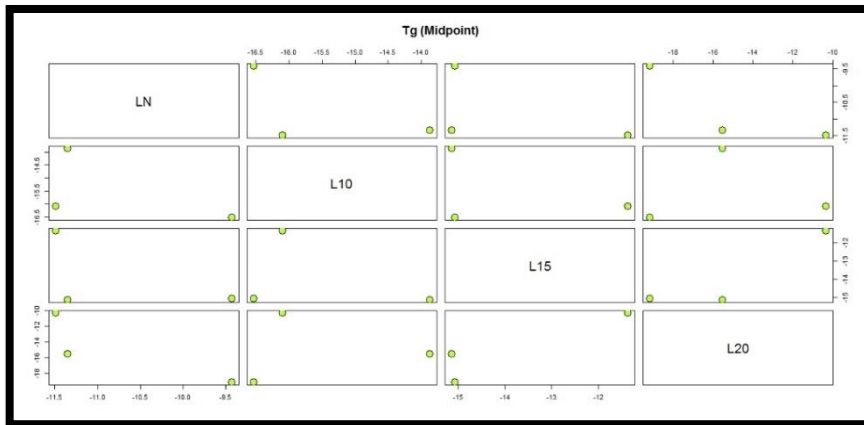


Figura 7.36 Scatterplot referente à Tg (Midpoint) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

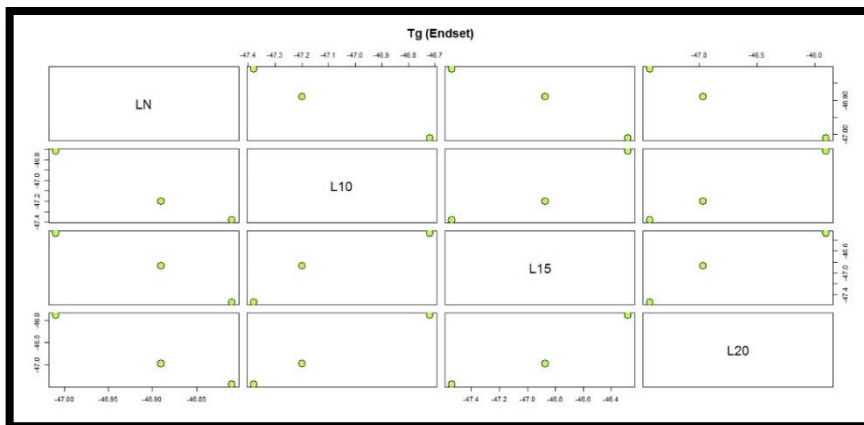


Figura 7.37 Scatterplot referente à Tg (Endset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

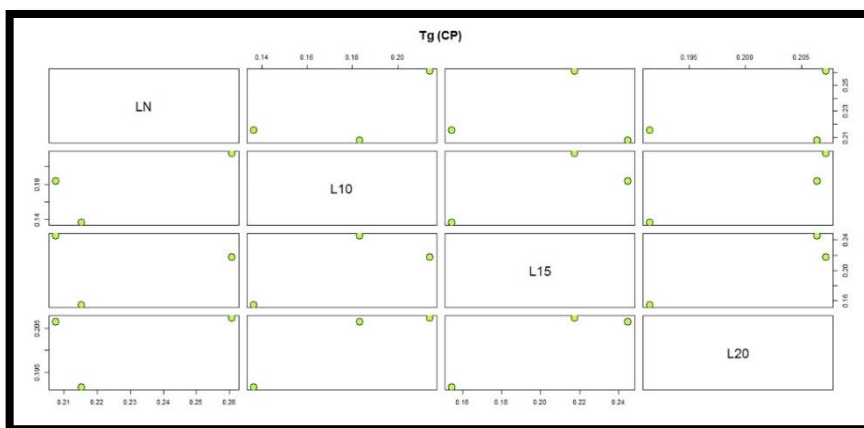


Figura 7.38 Scatterplot referente à Tg (CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

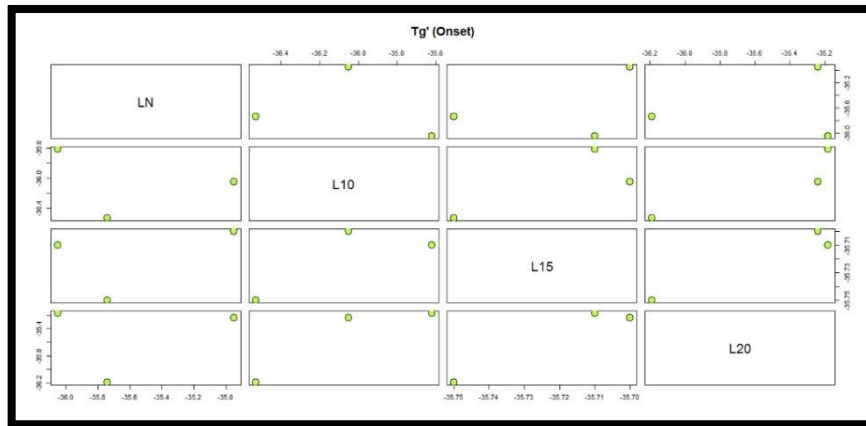


Figura 7.39 Scatterplot referente à  $Tg'$  (Onset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

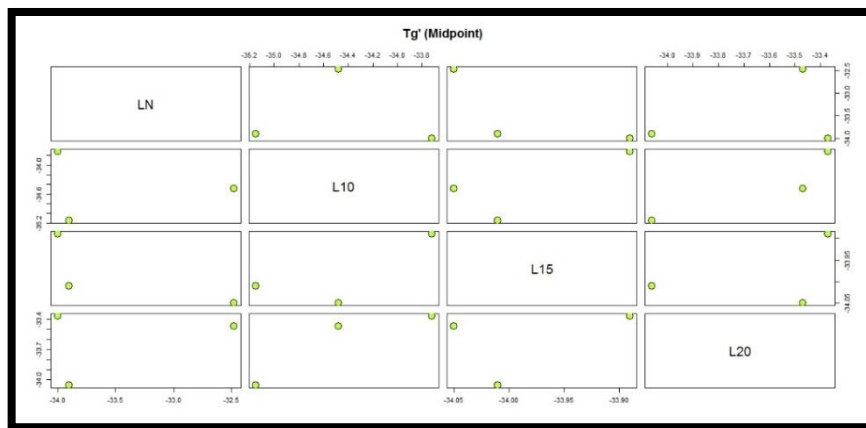


Figura 7.40 Scatterplot referente à  $Tg'$  (Midpoint) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).



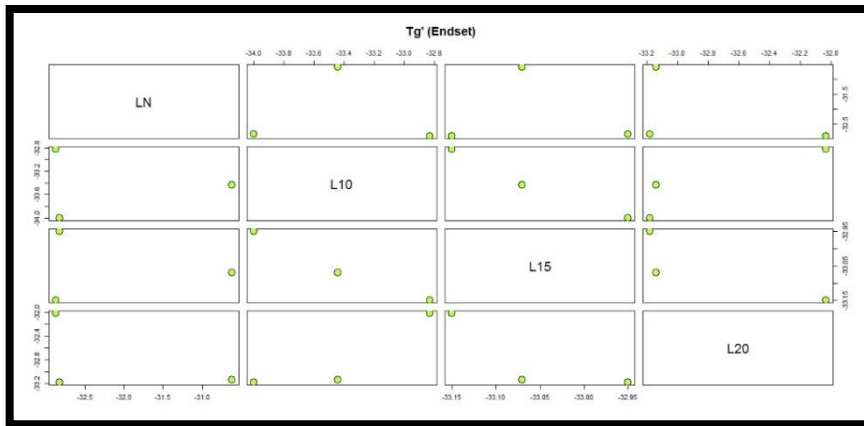


Figura 7.41 Scatterplot referente à  $Tg'$  (Endset) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

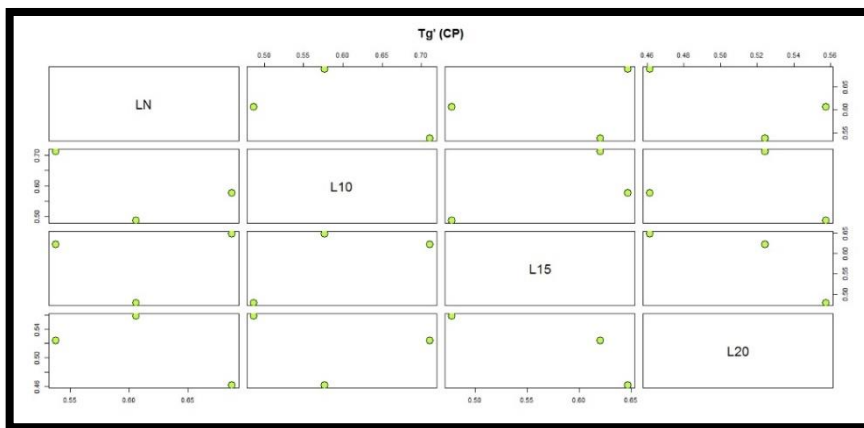


Figura 7.42 Scatterplot referente à  $Tg'$  (CP) dos sorbets de limão (LN, L10%, L15% e L20%). (Resultados obtidos a partir do software R).

## Análise Sensorial Descritiva

### Ficha de Prova de Análise Sensorial Descritiva

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_ Género: F M

#### Instruções:

Leia atentamente todas as instruções antes de iniciar a prova.

Responda, em primeiro lugar, à coluna I referente à aparência da amostra. Posteriormente, responda às colunas II e III, relativas ao sabor e à textura (boca), respetivamente. Atribua uma classificação, marcando com um X, de acordo com a seguinte escala (0 a 5):

0 - Ausente;

1 - Ligeiro;

2 - Moderado;

3 - Forte;

4 - Intenso;

5 - Muito Intenso.

Amostra \_\_\_\_\_

Coluna I	Coluna II	Coluna III
Atributo: Aparência	Atributo: Sabor	Atributo: Textura (boca)
Derretimento	Doce	Cristais de gelo
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

Amostra \_\_\_\_\_

Coluna I	Coluna II	Coluna III
Atributo: Aparência	Atributo: Sabor	Atributo: Textura (boca)
Derretimento	Doce	Cristais de gelo
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

## Análise Sensorial Hedónica

### Ficha de Prova de Análise Sensorial Hedónica – Prova de Preferência

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_ Género: F M

#### Instruções:

Atribua uma classificação, marcando com um X, de acordo com a seguinte escala (1 a 9):

- 1 - Desgosto Extremamente;      4 - Desgosto Pouco;      7 - Gosto Moderadamente;  
2 - Desgosto Muito;      5 - Indiferente;      8 - Gosto Muito;  
3 - Desgosto Moderadamente;      6 - Gosto Pouco;      9 - Gosto Extremamente.

Amostra \_\_\_\_\_

<b>Coluna I</b> <b>Atributo: Aparência</b>  <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9	<b>Coluna II</b> <b>Atributo: Sabor</b>  <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9
<b>Coluna III</b> <b>Atributo: Textura (boca)</b>  <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9	<b>Coluna IV</b> <b>Atributo: Apreciação Global</b>  <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9
<b>Coluna V</b> <b>Atributo: Intenção de Compra</b> Não compraria de certeza <input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria <input type="checkbox"/> Provavelmente compraria <input type="checkbox"/> Compraria de certeza <input type="checkbox"/>	Sugestões: _____ _____ _____ _____