

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ARIADNE ROBERTO KARNOPP

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE UVA, OLIGOFRUTOSE E
SUCO DE UVA (*Vitis labrusca*) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,
REOLOGIA E FUNCIONALIDADE DE IOGURTE ORGÂNICO

PONTA GROSSA
2016

ARIADNE ROBERTO KARNOPP

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE UVA, OLIGOFRUTOSE E
SUCO DE UVA (*Vitis labrusca*) NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,
REOLOGIA E FUNCIONALIDADE DE IOGURTE ORGÂNICO

Dissertação apresentada para a obtenção
do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos no Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos da Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Granato

PONTA GROSSA
2016

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

K18 Karnopp, Ariadne Roberto
 Efeito da adição de farinha de casca de uva, oligofrutose e suco de uva (*Vitis labrusca*) nas propriedades físico-químicas, reologia e funcionalidade de iogurte orgânico/ Ariadne Roberto Karnopp. Ponta Grossa, 2016.
 96f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Granato.

1.Iogurte orgânico. 2.Iogurte funcional. 3.Atividade antioxidante. 4.Reaproveitamento de coprodutos..
I.Granato, Daniel. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. T.

CDD: 664

TERMO DE APROVAÇÃO

ARIADNE ROBERTO KARNOPP

EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DE UVA,
OLIGOFRUTOSE E SUCO DE UVA (*Vitis labusca*) NAS
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLOGIA E DE
FUNCIONALIDADE DE IOGURTE ORGÂNICO.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no
Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade
Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof. Dr. Daniel Granato – UEPG


Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz – IFRJ


Prof.ª Dr.ª Mareci Mendes de Almeida – UEPG

Ponta Grossa, 19 de fevereiro de 2016.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, sabedoria e força para continuar sempre.

Ao Prof. Dr. Daniel Granato pela constante orientação neste trabalho e, sobretudo pela amizade e paciência.

A toda minha família em especial aos meus pais, Ari e Edna, e meus irmãos Rafael Roberto Karnopp e Lais Karnopp Rupp pelo incentivo, dedicação e apoio, principalmente emocional. Vocês foram essenciais para a realização de mais essa etapa.

Ao meu amor, Guilherme Francisco Tullio, pelo companheirismo, cuidado, auxílio, e principalmente por estar ao meu lado durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus queridos colegas Amanda Milléo Figueroa, Fernanda Taborda Kubiaki e Paulo Ricardo Los, pelas palavras certas nas horas certas, pelos momentos de descontração, pelo apoio incondicional, enfim, por tornarem essa etapa mais alegre.

A Denise Mendes da Silva pelo auxílio, pela paciência e por todos os esclarecimentos.

A equipe de trabalho sensacional que sempre esteve disposta a auxiliar e nunca mediram esforços para a realização deste trabalho. Obrigada Katherine Guimarães Oliveira, Carolina Turnes Pasini, Érica Taborda Santos, Ana Letícia Kincheski Coelho, Tiago Margraf, Jânio Sousa Santos, Laércio Galvão e Vitor Brizola.

A Prof. Dra. Marina Tolentino Marinho pelo auxílio com as análises de reologia.

Ao Prof. Dr. Alessandro Nogueira por disponibilizar o uso do leitor de microplacas.

Ao Centro Mesorregional de Excelência em Tecnologia de Leite pelo uso da infra-estrutura.

Ao Centro Paranaense de Referência em Agroecologia – CPRA pelo fornecimento do leite.

À empresa Uva'Só de Bento Gonçalves - RS pelo fornecimento da casca e suco de uva.

A Clariant pelo fornecimento da oligofrutose.

A CAPES pela bolsa de mestrado concedida e ao PPG-CTA pela oportunidade da realização do Mestrado.

Aos membros da banca examinadora pela disposição e auxílio na melhoria deste trabalho.

A todos aqueles que não foram citados, mas que sempre torceram pelo sucesso em mais essa etapa.

“Se eu vi mais longe foi porque sempre
estive sobre o ombro de gigantes.”
(Isaac Newton)

RESUMO

A produção de alimentos orgânicos está em franco crescimento e esses produtos são cada vez mais procurados por consumidores que buscam alimentos saudáveis capazes de trazer melhorias à sua saúde. A uva (*Vitis sp.*) é produzida em larga escala mundialmente e coprodutos gerados a partir do seu processamento podem ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos. O objetivo geral do trabalho foi desenvolver um iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva Bordô orgânica (*Vitis labrusca*). Para isso, o trabalho foi dividido em 3 capítulos, sendo um de revisão bibliográfica e dois capítulos experimentais. O capítulo 2 teve como objetivo caracterizar as farinhas de casca e bagaço de uva orgânicas em relação à composição físico-química, teor de compostos bioativos, capacidades redutora e antioxidante. Tanto a casca como o bagaço apresentaram elevado teor de fibras insolúveis ($55,84 \pm 0,63$ e $51,02 \pm 1,12$ g/100 g, respectivamente) e valor maior que 1.900 mg de ácido gálico equivalentes (AGE)/100 g de conteúdo fenólico total, onde *orto*-difenóis, flavonóis, antocianinas e taninos condensados solúveis em água representam os principais marcadores químicos. Em relação à funcionalidade as farinhas de bagaço e casca de uva apresentaram valores de $1373,64 \pm 72,94$ e $361,48 \pm 2,99$ mg AGE/100 g na capacidade de redução do ferro; $1574,26 \pm 8,94$ e $1499,79 \pm 31,39$ mg equivalentes de ácido ascórbico/100 g, na redução do radical DPPH; e $2892,46 \pm 61,69$ e $426,34 \pm 18,85$ mg de quercetina equivalente/100 g de capacidade de redução total, respectivamente. O objetivo do capítulo 3 foi desenvolver um iogurte orgânico adicionado de suco de uva, casca de uva e oligofrutose e avaliar seus efeitos nas propriedades físico-químicas, sensoriais e de textura do iogurte e otimizar a formulação em função de suas propriedades sensoriais, físico-químicas e funcionais. O suco de uva promoveu aumento na viscosidade e nos teores de DPPH e CRT (compostos redutores totais), a casca de uva aumentou os teores de cinzas e fibra total e, combinada com oligofrutose, a casca aumentou a firmeza e consistência dos iogurtes. Utilizando a função de desejabilidade para aumentar os valores médios de compostos redutores totais, teor de cinzas, teor de fibra total e impressão global, uma formulação contendo 68% casca e 32% suco de uva foi indicada como ponto ótimo do experimento. Essa formulação apresentou valores de $5,60 \pm 0,13$, $0,76 \pm 0,02$, $57,85 \pm 1,36$, $28,32 \pm 2,10$ e $7,09 \pm 1,18$ para teor de fibra total (g/100 g), teor de cinzas (g/100 g), DPPH (mg AAE/ 100g), CRT (mg AGE/100 g) e impressão global, respectivamente. Esses resultados sugerem que o bagaço e a casca de uvas provenientes da indústria de sucos de uva orgânicos são promissores para utilização de indústrias alimentícias e uma alternativa interessante para colocar à disposição dos consumidores produtos diferenciados e de alto valor agregado.

Palavras – chave: iogurte orgânico, iogurte funcional, atividade antioxidante, reaproveitamento de coprodutos.

ABSTRACT

The production of organic food is growing and these products are increasingly sought by consumers looking for healthy foods able to bring improvements to your health. Grape (*Vitis spp.*) is produced on a large scale worldwide and by-products generated from the processing can be used in the development of new products. The overall aim of this study was to develop an organic yogurt added with oligofructose, Bordeaux organic juice and skin grape (*Vitis labrusca*). For this, the work was divided in three chapters, one of literature review and two experimental chapters. Chapter 2 aimed to characterize the grape pomace and grape skin flours in relation to physical-chemical composition, content of bioactive compounds, reducing and antioxidant capabilities. Both the skin and grape flours showed a high insoluble fiber content (55.84 ± 0.63 and 51.02 ± 1.12 g / 100 g, respectively) higher value than 1900 mg of gallic acid equivalents (AGE) / 100 g total phenolic content, in which *ortho*-diphenols, flavonols, anthocyanins and water soluble tannins represent the major chemical markers. Regarding to functionality the grape pomace flour and grape skin flour showed values of 1373.64 ± 72.94 and 361.48 ± 2.99 mg AGE / 100 g in iron reduction capacity; $1574.26 \pm 1499.79 \pm 8.94$ and 31.39 mg of ascorbic acid equivalents (AAE) / 100 g, the reduction of DPPH radical; and 2892.46 ± 61.69 and 426.34 ± 18.85 mg quercetin equivalent / 100 g total capacity reduction, respectively. The aim of Chapter 3 was to develop an organic yogurt added with grape juice, grape skin and oligofructose and evaluate its effects on the physicochemical, sensory and texture properties of yogurt and optimize the formulation according to their sensory, physicochemical and functional properties. Grape juice increases the viscosity and DPPH and TRC (total reducing compounds) content, grape skin increased the ash and total fiber content and combined with oligofructose, skin increased firmness and consistency of yogurt. Using the desirability function to increase the average values of total reducing compounds, ash content, total fiber content and overall impression, a formulation containing 68% skin and 32% grape juice was indicated as optimal point of the experiment. This formulation showed values of 5.60 ± 0.13 , 0.76 ± 0.02 , 57.85 ± 1.36 , 28.32 ± 2.10 and 7.09 ± 1.18 for the total fiber content (g / 100 g) ash content (g / 100 g), DPPH (AAE mg / 100g), CRT (GAE mg / 100 g) and overall impression, respectively. These results suggest that the grape pomace and skin from organic grape juice industry are promising for use in food industries and an interesting alternative to make available to consumers differentiated products with high added value.

Key - words: organic yogurt, functional yogurt, antioxidant activity, co-products recovery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Distribuição mundial de terras agrícolas orgânicas por região no ano de 2013.....	16
Figura 1.2: Crescimento do mercado mundial de bebidas e alimentos orgânicos.....	17
Figura 1.3: Estrutura química dos principais ácidos orgânicos presentes no suco de uva. (A) Ácido tartárico, (B) Ácido málico e (C) Ácido cítrico.....	19
Figura 1.4: Estrutura química dos principais ácidos fenólicos presentes na casca de uva. (A) Ácido gálico, (B) Ácido ferúlico, (C) Ácido cafeico, (D) Ácido siríngico e (E) Ácido <i>p</i> -cumárico.....	20
Figura 1.5: Estrutura química da oligofrutose.....	23
Figura 2.1: Fluxograma da fabricação de suco de uva e obtenção da casca e do bagaço de uva orgânicos.....	34
Figura 2.2: Capacidade redutora e atividade antioxidante de farinha de bagaço (FBU) e farinha de casca de uva (FCU) Bordô orgânica. (A) Capacidade de redução do ferro (mg AGE/100 g), (B) Capacidade redutora total (mg QE/100 g), (C) DPPH (mg AAE/100 g).....	44
Figura 3.1A: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação de pH do iogurte.....	64
Figura 3.1B: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação da acidez titulável do iogurte.....	64
Figura 3.1C: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação dos compostos redutores totais (CRT) do iogurte.....	64
Figura 3.1D: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na atividade antioxidante frente ao radical DPPH do iogurte.....	65
Figura 3.2A: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de umidade do iogurte.....	72
Figura 3.2B: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de cinzas do iogurte.....	72
Figura 3.2C: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de proteínas do iogurte.....	73
Figura 3.2D: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de lipídios do iogurte.....	73
Figura 3.2E: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de fibra insolúvel do iogurte.....	73
Figura 3.2F: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de fibra solúvel do iogurte.....	74
Figura 3.2G: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de fibra total do iogurte.....	74
Figura 3.2H: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na variação no teor de carboidratos do iogurte.....	74

Figura 3.3A: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na firmeza do iogurte.....	80
Figura 3.3B: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na consistência do iogurte.....	80
Figura 3.3C: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na coesividade do iogurte.....	81
Figura 3.3D: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na viscosidade do iogurte.....	81
Figura 3.4A: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no parâmetro sensorial: cremosidade na colher.....	87
Figura 3.4B: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no parâmetro sensorial: cremosidade na boca.....	87
Figura 3.4C: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no parâmetro sensorial: sabor.....	88
Figura 3.4D: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no parâmetro sensorial: impressão global.....	88
Figura 3.5: Perfis para valores previstos e de desejabilidade na otimização da formulação de iogurte orgânico.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Caracterização físico-química de farinha de bagaço e farinha de casca de uva orgânica.....	40
Tabela 2.2: Compostos bioativos de farinha de bagaço e farinha de casca de uva orgânica.....	41
Tabela 3.1: Valores codificados e valores reais do planejamento das formulações de iogurte com adição de oligofrutose, suco e casca de uva.....	54
Tabela 3.2: Caracterização do leite cru.....	60
Tabela 3.3: Resultados de análises físico-químicas e de funcionalidade das diferentes formulações e amostra otimizada.....	61
Tabela 3.4: Modelo matemático de pH, acidez titulável, atividade de água, sinérese, compostos redutores totais e DPPH.....	62
Tabela 3.5: Resultados da composição proximal de iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva e amostra otimizada.....	67
Tabela 3.6: Modelo matemático de umidade, cinzas, proteínas, gorduras, fibra insolúvel, fibra solúvel, fibra total e carboidratos.....	68
Tabela 3.7: Parâmetros reológicos de iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva e iogurte otimizado.....	76
Tabela 3.8: Modelo matemático dos parâmetros reológicos: firmeza, consistência, coesividade e viscosidade.....	78
Tabela 3.9: Resultados da análise sensorial para os parâmetros cremosidade, odor, sabor e impressão global.....	83
Tabela 3.10: Modelo matemático para os parâmetros sensoriais: cremosidade na colher, cremosidade na boca, sabor e impressão global.....	84

SUMÁRIO

1. Introdução	13
2. Objetivos	14
2.1 <i>Objetivo geral</i>	14
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	14
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1. Produtos Orgânicos	15
2. Uva	18
3. Iogurtes potencialmente funcionais	21
Referências	25
CAPÍTULO 2: MARCADORES QUÍMICOS, PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DE COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE SUCO ORGÂNICO DE UVA	32
1. Introdução	32
2. Materiais e Métodos	35
2.1 <i>Reagentes químicos</i>	35
2.2 <i>Coprodutos da uva</i>	35
2.3 <i>Caracterização da composição proximal</i>	35
2.4 <i>Extração dos compostos bioativos</i>	36
2.5 <i>Capacidade antioxidante e atividade antioxidante</i>	38
2.6 <i>Análise estatística</i>	39
3. Resultados e Discussão	39
Conclusão	45
Referências	46
CAPÍTULO 3: ABORDAGEM MULTIPLATAFORMA PARA OTIMIZAR FORMULAÇÃO DE IOGURTE PREBIÓTICO BASEADO EM PERSPECTIVAS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS	51
1. Introdução	51
2. Materiais e Métodos	52
2.1 <i>Matérias-primas</i>	52
2.2 <i>Delineamento experimental</i>	53
2.3 <i>Processamento dos iogurtes</i>	54
2.4 <i>Análises</i>	54
2.5 <i>Estabilidade física dos iogurtes</i>	55
2.6 <i>Reologia</i>	55
2.7 <i>Capacidade redutora do ferro, capacidade redutora total e atividade antioxidante</i>	56
2.8 <i>Análise microbiológica</i>	57
2.9 <i>Análise sensorial</i>	57

2.10 <i>Análise estatística</i>	58
3. Resultados e Discussão	60
3.1 <i>Análises físico-químicas</i>	60
3.2 <i>Composição proximal</i>	65
3.3 <i>Reologia</i>	75
3.4 <i>Análise sensorial</i>	82
3.5 <i>Otimização simultânea</i>	89
Conclusões	91
Referências	92
ANEXO 1: Protocolo aceitação Comitê de Ética	96

1. INTRODUÇÃO

É cada vez maior a busca por alimentos que contenham substâncias capazes de trazer benefícios para a melhoria na qualidade de vida e que fazem parte da dieta convencional: os alimentos funcionais. Além disso, é notável o pequeno, porém constante, crescimento do consumo de alimentos orgânicos no Brasil. Alimentos funcionais já são conhecidos e tem grande aceitação pelo público e os orgânicos vêm ganhando cada vez mais força. O fato de se produzir sem o uso de agrotóxicos e zelando pelo bem-estar animal são alguns dos fatores que levam ao interesse da população para a esse setor.

Dentre os alimentos, o setor de lácteos é onde ocorrem constantes inovações, principalmente no lançamento de produtos adicionados de ingredientes potencialmente funcionais, sendo que este mercado está em crescente expansão. O consumo de iogurte é um hábito comum da população que já está familiarizada com o fato de ingerir alimentos que contenham micro-organismos vivos. O sabor e o aroma desses produtos são o ponto chave na escolha do consumidor. O uso de diferentes frutas na formulação proporciona um maior leque na escolha do produto. Algumas frutas apresentam componentes de grande estima para a manutenção e viabilidade da saúde. O suco de uva, por exemplo, é altamente consumido pela população devido ao conhecimento de seus efeitos.

Há um crescente destaque na fabricação de novos produtos com reaproveitamento de alguns subprodutos. A casca de uva, por exemplo, é rejeitada em algumas plantas industriais e tem grande potencial de utilização. Além disso, adicionar suco de uva na formulação de um iogurte é um processo inovador, que alia além da tecnologia para obtenção de um produto saudável, de sabor agradável e com grande aceitação, os benefícios já conhecidos desses componentes para o bem-estar dos consumidores.

2. OBJETIVOS

2.1 *Objetivo Geral*

Desenvolver um iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva Bordô orgânica (*Vitis labrusca*).

2.2 *Objetivos específicos*

- Avaliar o efeito da adição de oligofrutose, suco de uva e farinha de casca de uva nas propriedades físico-químicas, sensoriais e de textura instrumental dos iogurtes.
- Quantificar e avaliar o efeito isolado e de misturas binárias e ternárias de suco de uva, oligofrutose e farinha de casca de uva no teor de compostos redutores e atividade antioxidante dos iogurtes.
- Propor e caracterizar uma formulação otimizada do iogurte no intuito de maximizar suas propriedades sensoriais, físico-químicas e funcionais.

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

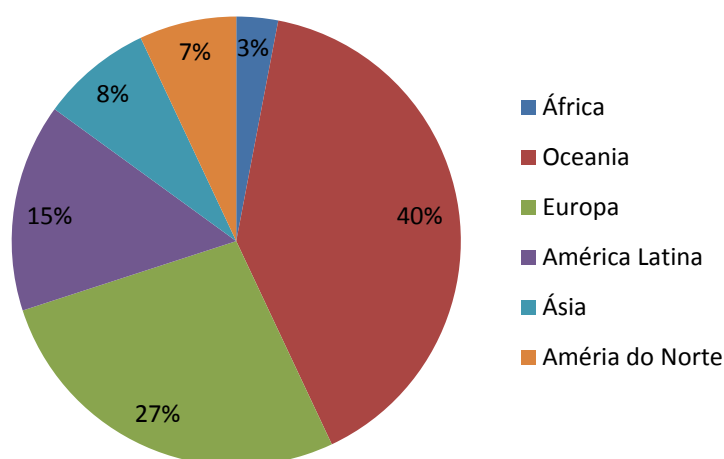
1. Produtos orgânicos

De acordo com a lei nº 10.831/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é considerado sistema orgânico de produção agropecuária aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, além da proteção do meio ambiente.

De acordo com Castro Pires e Aroreira (2015) o leite oriundo da pecuária leiteira orgânica segue as premissas de ser uma exploração economicamente viável, ecologicamente correta e socialmente justa. Nos sistemas de produção orgânica os animais são criados de forma saudável (sem a utilização de antibióticos, hormônios, promotores de crescimento, estimulantes de apetite e demais aditivos não autorizados) e em pastejo, fechando assim o ciclo solo-planta-animal de forma integrada (Nahed-Toral *et al.* 2013). É importante ressaltar que o controle sanitário do rebanho leiteiro orgânico baseia-se no uso de produtos homeopáticos e fitoterápicos, sendo obrigatórias as vacinas previstas na legislação e recomendadas a administração daquelas que visam ao controle das doenças mais comuns em cada região. Em relação à alimentação animal recomenda-se que seja equilibrada e supra todas as suas necessidades, entretanto 85% da matéria seca consumida pelo rebanho deve ser de origem orgânica. Os sistemas silvipastoris possibilitam o bem estar-animal, respeito e conservação da natureza, além de auxiliarem na conservação do solo, evitando erosões (Castro Pires e Aroreira, 2015).

Segundo relatório FiBL-IFOAM (2015), havia, em 2013, 43,1 milhões de hectares de terras com agricultura orgânica no mundo, sendo as maiores regiões (Figura 1.1) Oceania (17,3 milhões de hectares, representa 40% das terras orgânicas mundiais) e Europa (11,5 milhões de hectares, 27% das terras orgânicas mundiais). A América Latina possui 6,6 milhões de hectares, seguida pela Ásia com 3,4 milhões. Em relação aos países com maiores áreas destinadas aos produtos orgânicos estão Austrália (17,2 milhões de hectares), Argentina (3,2 milhões) e Estados Unidos (2,2 milhões), o Brasil possui 0,7 milhões de hectares de agricultura orgânica.

Figura 1.1: Distribuição mundial de terras agrícolas orgânicas por região no ano de 2013. Fonte: FiBL-IFOAM, 2015.

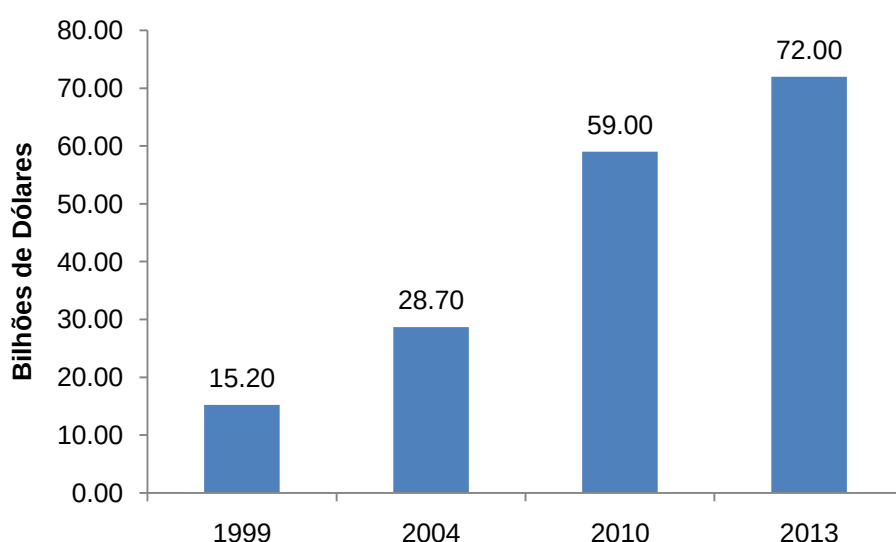


O Brasil é o quarto país produtor de alimentos orgânicos da América Latina (FLORES, 2015). O Paraná é o segundo estado em número de propriedades certificadas para a produção de alimentos orgânicos, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul. Isso se deve ao Programa Paranaense de Certificação de Produtos Orgânicos (PPCO), o único programa público a orientar e capacitar produtores, além de auditar e certificar a produção de alimentos orgânicos (ORGANICSNET, 2014).

Apesar de a produção estar concentrada em pequenas e médias propriedades, o mercado de produtos orgânicos encontra-se em franca

expansão. A produção de alimentos orgânicos cresceu mais de 300% no período de 2003 a 2013 (WOLFANG, 2013) e a venda de alimentos orgânicos está crescendo desde que os consumidores passaram a apreciar produtos e serviços mais ecológicos (MAYA, LÓPEZ-LOPEZ, MUNUERA, 2011) e questões ligadas ao bem estar animal (KAHL *et al.* 2012). Mundialmente, as vendas de bebidas e alimentos orgânicos alcançaram 72 bilhões de dólares em 2013 (Figura 1.2), sendo que a venda de produtos orgânicos no Brasil apresenta franca expansão. Conforme a indústria de alimentos orgânicos se expande a demanda por estes também aumenta (VAN LOO *et al.* 2013).

Figura 1.2: Crescimento do mercado mundial de bebidas e alimentos orgânicos. Fonte: FiBL-IFOAM,2015.



As pesquisas nesse setor também estão ganhando mais espaço. Comparando a qualidade nutricional entre produtos lácteos convencionais e orgânicos, Palupi *et al.* (2012) encontraram resultados significativamente maiores de proteínas, ômega-3, ácido linoléico conjugado (CLA – C18:2), ácido vacênico (C18:1), concluindo que sistemas de produção orgânica de lácteos apresentam qualidade nutricional diferente em relação ao convencional. Van Loo *et al.* (2013) relatam que os consumidores apresentam uma visão positiva da qualidade de produtos orgânicos, pois, comparando-se iogurte orgânico e convencional, os consumidores classificaram a sanidade do produto

orgânico e seus aspectos relacionados a respeito ao meio ambiente, qualidade e sabor, como superiores ao convencional.

De acordo com Nahed-Toral *et al.* (2013), fatores como a competição na comercialização de alimentos ricos em qualidade e saudáveis e educação promovem a difusão da agricultura orgânica, ou seja, os consumidores definem que os produtos orgânicos como sendo de maior qualidade, pois difere do obtido na pecuária convencional por não conter resíduos químicos.

2. Uva

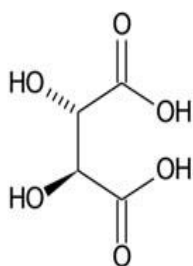
A uva (*Vitis* sp.) é uma das frutas mais cultivadas e mais consumidas no mundo, tanto como fruta fresca como produtos do seu processamento (ZHOU e RAFFOUL, 2012). A produção de *Vitis vinifera* é destinada tanto para vinho como uvas de mesa e uvas para produção de passas já a produção de *Vitis labrusca* é voltada para consumo in natura e processamento, tendo destaque a produção de suco de uva (EMBRAPA, 2015). A produção de uvas orgânicas está entre as cinco culturas permanentes com a maior área de cultivo mundial (LERNOUD e WILLER, 2015), sendo que os países com as maiores áreas destinadas ao cultivo de uva orgânica são Espanha, Itália e França, onde estão concentradas mais de 90% das uvas orgânicas do mundo (FiBL-IFOAM, 2015).

A viticultura brasileira está amplamente distribuída, ocupando uma área de 81 mil hectares, sendo o Rio Grande do Sul e o Vale do São Francisco os grandes destaques da produção. Os pólos de Pernambuco e Bahia produzem a uva de mesa destinada a exportação enquanto que no Rio Grande do Sul são elaborados anualmente 330 milhões de litros de vinho e 777 milhões de quilos de uva por ano (MAPA, 2015). Cerca de 40 cultivares compõe o elenco varietal brasileiro, sendo Isabel, Bordô e Concord, pertencentes à espécie *V. labrusca* que são as mais utilizadas tanto para a elaboração de suco como para a produção de fermentados de uva (EMBRAPA, 2015).

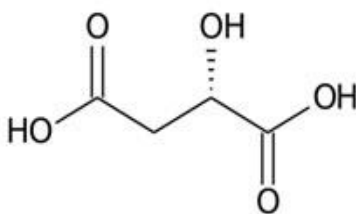
A uva é rica em compostos fenólicos que compreendem uma vasta variedade de compostos, divididos em classes, como ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos, flavonóides, e estilbenos (NILE e PARK, 2014). A variedade Bordo, também conhecida como Folha de Figo e Terci, apresenta elevada produtividade e resistência a doenças, além de características

peculiares de sabor e aroma, e ainda alta concentração de material corante. Da Mota *et al* (2010) encontraram valores de antocianinas nas cascas de uva variando de 11,17 a 12,06 mg de malvidina/g. Devido a isso, o vinho e o suco originários dessa espécie de uva apresentam coloração intensa e, muitas vezes, são utilizados para a melhoria de cor de produtos a base de outras espécies de uvas (EMBRAPA, 2005). Sucos de frutas são amplamente consumidos pelas pessoas principalmente devido seu frescor, propriedades sensoriais e seu valor nutritivo (GRANATO, KARNOPP e VAN RUTH, 2015). Bittar *et al* (2013) afirmam que os compostos fenólicos são importantes constituintes dos sucos de uva juntamente com a água (81-86%), açúcares (14,21 a 15,80 °Brix) (DA MOTA *et al.*, 2010), ácidos orgânicos principalmente tartárico (Figura 1.3A), málico (Figura 1.3B) e cítrico (Figura 1.3C), e ácidos fenólicos.

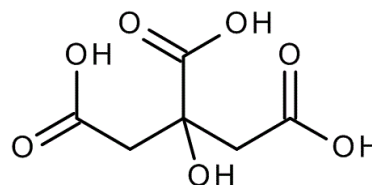
Figura 1.3: Estrutura química dos principais ácidos orgânicos presentes no suco de uva. (A) Ácido tartárico, (B) Ácido málico e (C) Ácido cítrico.



A: Ácido tartárico



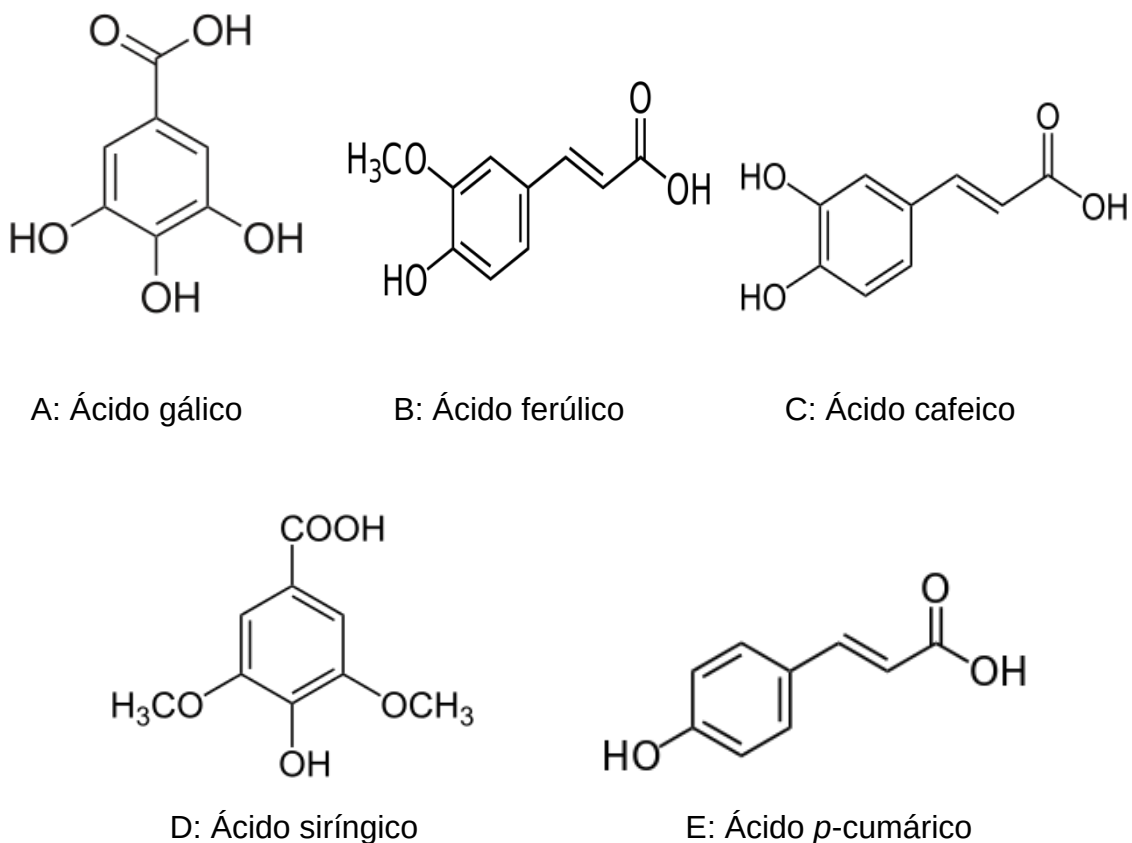
B: ácido málico



C: Ácido cítrico

A casca da uva também contém uma quantidade relevante de ácidos fenólicos tais como o ácido gálico (Figura 1.4A), ácido ferúlico (Figura 1.4B), ácido cafeico (Figura 1.4C), ácido siríngico (Figura 1.4D), e ácido *p*-cumárico (Figura 1.4E) (ZHOU e RAFFOUL, 2012). Em relação a compostos fenólicos, Toaldo *et al.* (2015) encontraram valores de 3.328,25 a 3.428,41mg AGE/L e valores de DPPH (mmol TE/L) entre 53,95 a 54,43 para sucos de uva Bordô orgânicos.

Figura 1.4: Estrutura química dos principais ácidos fenólicos presentes na casca de uva. (A) Ácido gálico, (B) Ácido ferúlico, (C) Ácido cafeico, (D) Ácido sirínico e (E) Ácido *p*-cumárico



As uvas e suas sementes contêm importantes vitaminas, minerais, lipídios, proteínas, carboidratos, e um grupo complexo de compostos fenólicos, principalmente os monômeros de catequina ou os seus dímeros, trímeros e oligômeros, que são comumente conhecidos como proantocianidinas ou taninos condensados (NOWSHEHRI, BHAT e SHAH, 2015).

Em escala industrial, os subprodutos de processamento muitas vezes não possuem destino adequado. A aplicação de resíduos de processamento de frutas como ingredientes funcionais vem ganhando crescente interesse, o bagaço de uva, por exemplo, tem sido utilizado como fonte de fibras dietéticas em produtos de panificação (MILDNER-SZKUDLARZ *et al.*, 2011), iogurtes e molhos para salada (TSENG E ZHAO, 2013), como substituinte da farinha de trigo e sua influência no conteúdo fenólico total e propriedades reológicas de produtos de panificação (HOYE e ROSS 2011; MIRONEASA, CODINA e

MIRONEASA, 2011), incorporado em barras de cereais, panquecas e macarrão para aumentar atividade antioxidante (SOTO, BROWN e ROSS, 2012) e como substituintes de farinha de trigo em biscoitos aumentando suas propriedades funcionais (DAVIDOV-PARDO *et al.*, 2012; KARNOPP *et al.*, 2015).

Khymenets *et al.* (2015) estudaram o metabolismo dos polifenóis através da análise da urina de pessoas que consumiram uma bebida funcional contendo extrato da casca de uva rico em polifenóis. As cascas de uva têm uma importante capacidade antioxidante devido ao seu alto teor de polifenóis e seu consumo alimentar está diretamente relacionado a vários efeitos benéficos à saúde (GENOVA *et al.*, 2012; TOALDO *et al.*, 2013, KHYMENETS *et al.*, 2015). Existem muitos estudos com o reaproveitamento do bagaço de uva, no entanto, estudos isolados da casca de uva, que muitas vezes é incorporada ao bagaço, ainda precisam ser desenvolvidos.

3. Iogurtes potencialmente funcionais

Entende-se por Iogurte, Yogur ou Yoghurt, de acordo com a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o produto cuja fermentação se realiza com cultivos proto-simbióticos de *Streptococcus salivarius* sp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final. O Iogurte é oriundo do leite fermentado, cuja definição estabelece que esses produtos sejam adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos.

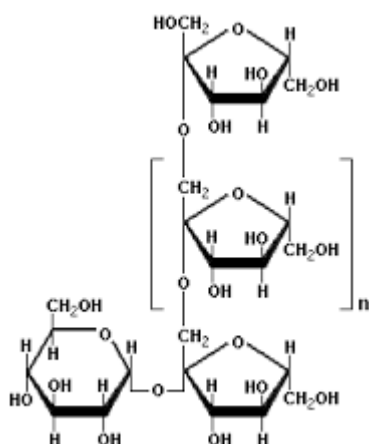
Alimento com alegação de propriedade funcional, segundo Resolução Nº 18 da ANVISA (BRASIL, 1999) é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente (como vitaminas, sais minerais e alguns macronutrientes) ou não nutriente (compostos minoritários como carotenóides e compostos fenólicos) tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções vitais do organismo humano. De acordo com a FAO/AGNS

(2007), prebióticos são componentes alimentares que conferem benefícios à saúde do hospedeiro associados à modulação da microbiota gastrointestinal. Segundo Brasil (1999), prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis que beneficiam o hospedeiro, pois, estimulam seletivamente o crescimento e/ou a atividade de uma ou um número limitado de espécies bacterianas no cólon. No Brasil, a legislação aprova a alegação de que a inulina e a oligofrutose ajudam a equilibrar a microbiota intestinal, desde que o seu consumo esteja associado a uma dieta equilibrada e estilo de vida saudável, e o consumo do produto seja acompanhado pela ingestão de líquidos (BRASIL, 2015).

A oligofrutose é um oligossacarídeo de cadeia curta obtida a partir da hidrólise enzimática parcial da inulina nativa. Possui geometria linear, não digerível por seres humanos, composto de unidades de frutose lineares ligados uns aos outros por ligações β (2 $\rightarrow$ 1) com uma unidade de glicose terminal (CRUZ *et al.*, 2013). As oligofrutoses (Figura 1.5) são os principais compostos com propriedades prebióticas. O grau de polimerização representa o número de monossacarídeos que formam a molécula e podem influenciar as propriedades de digestibilidade, atividade prebiótica, edulcorante, e capacidade de retenção de água (PIMENTEL, GARCIA E PRUDÊNCIO, 2012).

Figura 1.5: Estrutura química da oligofrutose.

Fonte: Pimentel, 2014.



O iogurte é o produto lácteo fermentado mais popular, com alto valor nutritivo, mas não é considerado como uma fonte de fibras dietéticas (TSENG e ZHAO, 2013), portanto, é interessante investigar continuamente ingredientes de valor agregado, como ingredientes potencialmente prebióticos, para atrair os consumidores (ALLGEYER, MILLER e LEE, 2010). De acordo com Goetzke, Nitzko e Spiller (2014), os consumidores estão valorizando mais a saúde devido aos altos custos da medicina curativa, direcionando-se, portanto, aos alimentos funcionais que afetam positivamente seu estilo de vida. Ainda, segundo Gonzalez, Adhikari e Sancho-Madriz (2011), uma forma de melhorar as já conhecidas propriedades do iogurte é a criação de bebidas adicionadas de um carboidrato prebiótico, a oligofrutose, para agregar valor ao produto e incentivar a sua comercialização.

As fibras promovem efeitos benéficos para a saúde humana, uma vez que, por passarem intactas pelo trato digestivo superior, ao chegarem no cólon estimulam seletivamente o crescimento e/ou a atividade de bactérias (CRUZ *et al.*, 2013), a ingestão de dietas ricas em fibra alimentar ajudam na manutenção do peso, pois, reduzem o apetite a ingestão de energia em excesso (WANDERS *et al.*, 2011), diminuem o trânsito intestinal proporcionando uma absorção gradual de nutrientes além de prolongar a sensação de saciedade (KONINGS *et al.*, 2014).

As fibras com potencial prebiótico possuem potencial para aplicação em diversos produtos tecnológicos tais quais bolinhos (RÖBLE, KTENIOUDAKI e GALLAGHER, 2011), mortadelas (SANTOS *et al.*, 2013), cream cheese (ALVES *et al.*, 2013), pães sem glúten (MORAIS *et al.*, 2014), iogurtes (CADENA *et al.*, 2014; CRISPÍN-IZIDRO *et al.*, 2015), sobremesas lácteas (MORAIS *et al.*, 2015) e queijos (KARIMI *et al.*, 2015).

A utilização de prebióticos mantém pães e bolos úmidos e frescos por mais tempo e permitem a incorporação de fibras em produtos lácteos e bebidas (AL-SHERAJI *et al.*, 2013). Vários autores estudam a adição de prebióticos em formulações alimentares. Allgeyer, Miller e Lee (2010), estudaram a adição de polidextrose, inulina e fibra solúvel de milho em níveis baixos (2,5 g/porção de 240 mL) e altos (5,0 g/porção de 240 mL) e notaram um aumento nas características sensoriais de iogurtes. Gonzalez, Adhikari e Sancho-Madriz (2011), estudaram o efeito isolado de prebiótico e sua combinação com probióticos nas características sensoriais de iogurtes. Cruz *et al.* (2013) adicionaram oligofrutose em proporções crescentes (0%, 2%, 4%, 6% e 8%) em iogurtes e comprovaram o aumento na viscosidade do iogurte com a maior concentração de oligofrutose. Crispín-Izidro *et al.* (2015) adicionaram inulina e oligofrutose (proporções de 20, 40 e 60 g/L) em iogurtes com baixo teor de gordura e verificaram maiores atributos sensoriais em iogurtes com maiores concentrações do prebiótico (40 e 60 g/L). Tian *et al.* (2015), concluíram que a adição de glicomacropéptidos em iogurtes aumentou a viabilidade de *Bifidobacterium animalis*. Zhang *et al.* (2015) desenvolveram um fermentado de aveia que promoveu contagens viáveis de lactobacilos mostrando ser um ingrediente promissor no desenvolvimento de alimentos prebióticos.

Produtos lácteos fermentados proporcionam uma ótima oportunidade de alimentos enriquecidos com fibras, além disso, a aceitabilidade está baseada principalmente em questões sensoriais (SENDRA *et al.*, 2010). O aumento da conscientização dos consumidores sobre os benefícios de dietas ricas em fibras (≥ 25 g/dia) enfatizam o desenvolvimento de produtos alimentares enriquecidos (GUPTA, COX e ABU-GHANNAM, 2010).

REFERÊNCIAS

Allgeyer, L. C., Miller, M. J. e Lee, S. Y. Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 4471–4479, 2010.

Al-Sheraji, S. H., Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Yusof, R. M. e Hassan, F. A. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 1542-1553, 2013.

Alves, L., Richards, N. S. P. S., Mattanna, P., Andrade, D. F., Rezer, A. P. S., Milani, L. I. G., Cruz, A. G. e Faria, J. A. F. Cream cheese as a symbiotic food carrier using *Bifidobacterium animalis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* La-5 and inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v. 66, p. 63-69, 2013.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 18 de 30 de Abril de 1999. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES Acesso em: 18/08/2015.

BRASIL. ANVISA. Alegações de propriedade funcional aprovadas. 2015. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude/Alegacoes+de+propriedade+funcional+aprovadas>> Acesso: 18/09/2015.

Bittar, S. A., Périno-Issartier, S., Dangles, O. e Chemat, F. An innovative grape juice enriched in polyphenols by microwave-assisted extraction. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3268-3272, 2013.

Cadena, R. S., Caimi, D., Jaunarena, I., Lorenzo, I., Vidal, L., Ares, G., Deliza, R. e Giménez, A. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts. **Food Research International**, v. 64, p. 446-455, 2014.

Castro, C. R. T., Pires, M. F. A. e Aroeira, L. J. Produção de leite orgânico. 2015. Disponível em: <http://planetaorganico.com.br/site/index.php/producao-de-leite-organico/>> Acesso em: 01/12/2015.

Crispín-Izidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J. e Vemon-Carter, E. J. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 438-444, 2015.

Cruz, A. G., Cavalcanti, R. N., Guerreiro, L. M. R., Sant'Ana, A. S. Nogueira, L. C., Oliveira, C. A. F., Deliza, R., Cunha, R. L., Faria J. A. F. e Bolini. H. M. A. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 114, p. 323-330, 2013.

Da Mota, R. V., Silva, C. P. C., Carmo, E. L. Fonseca, A. R., Favero, A. C., Purgatto, E., Shiga, T. M., Regina, M. A. Composição de bagas de 'niágara rosada' e 'folha-de-figo' relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32 (4), p. 1116-1126, 2010.

Davidov-Pardo, G., Moreno, M., Arozarena, I., Marín-Arroyo, M. R., Bleibaum, R. N. e Bruhn, C. M. Sensory and Consumer Perception of the Addition of Grape Seed Extracts in Cookies. **Journal of Food Science**, v. 77 (12), p. 430-438, 2012.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Uvas para processamento. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000g5f8cou802wx5ok0bb4szwyx060i6.html Acesso em 21/12/2015.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil. 2005. Disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/cultivares.htm>. Acesso em 20/01/2016.

FAO / AGNS. FAO Technical Meeting Report on Prebiotics. 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/Ariadne/Downloads/Prebiotics_Tech_Meeting_Report.pdf> Acesso em 18/09/2015.

FiBL (Research Institute of Organic Agriculture)-IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). The world of organic agriculture. 2015. Disponível em: <<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf>> Acesso em 02/09/2015

Flores, P. Organic Agriculture in Latin America and the Caribbean. In: Willer, H., & Lernoud, J. **The world of organic agriculture**. Statistics and emerging trends 2015. FiBL-IFOAM Report, Frick and Bonn, p. 230-233, 2015.

Genova, G., Iacopini, P., Baldi, M., Ranieri, A. Storch, P. e Sebastiani, L. Temperature and storage effects on antioxidant activity of juice from red and

white grapes. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 13-23, 2012.

Goetzke, B., Nitzko, S. e Spiller, S. N. Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health? **Appetite**, v. 77C, p. 94-103, 2014.

Gonzalez, N. J., Adhikari, K. e Sancho-Madriz, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebióticos and synbiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 158-163, 2011.

Granato, D., Karnopp, A. R., Van Ruth, S. M. Characterization and comparison of phenolic composition, antioxidant capacity and instrumental taste profile of juices from different botanical origins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, p.1997–2006, 2015.

Gupta, S., Cox, S. e Abu-Ghannam, N. Process optimization for the development of a functional beverage based on lactic acid fermentation of oats. **Biochemical Engineering Journal**, v.52, p. 199-204, 2010.

Hoye, C. e Ross, C. F. Total Phenolic Content, Consumer Acceptance, and Instrumental Analysis of Bread Made with Grape Seed Flour. **Journal of Food Science**, v. 76 (7), p. 428-436, 2011.

Kahl, J., Baars, T., Bügel, S., Busscher, N., Huber, M., Kusche, D., Rembialkowska, E., Schmid, O., Seidel, K., Taupier-Letage, B., Velimirov, A. e Zalecka, A. Organic food quality: a framework for concept, definition and evaluation from the European perspective. **Journal of Science and Food Agriculture**, v.92, p. 2760-2765, 2012.

Karimi, R., Azizi, M. H., Ghasemlou, M. e Vaziri, M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 119, p. 85-100, 2015.

Karnopp, A. R., Figueroa, A. M., Los, P. R., Teles, J. C., Simões, D. R. S., Barana, A. C., Kibuaki, F. T., de Oliveira, J. G. B., Granato, D. Effects of whole-wheat flour and bordeaux grape pomace (*Vitis labrusca* L.) on the sensory, physicochemical and functional properties of cookies. **Food Science and Technology**, v. 35(4), p. 750-756, 2015.

Khymenes, O., Andres-Lacueva, C., Urpi-Sarda, M., Vazquez-Fresno, R., Mart, M. M., Reglero, G., Torres, M. e Llorach, R. Metabolic fingerprint after acute and under sustained consumption of a functional beverage based on grape skin extract in healthy human subjects. **Food and Function**, v. 6, p. 1288-1298, 2015.

Konings, E., Schoffelen P. F., Stegen, J. e Blaak, E. E. Effect of polydextrose and soluble maize fibre on energy metabolism, metabolic profile and appetite control in overweight men and women. **British Journal of Nutrition**, v. 111, p. 111-121, 2014.

Lernoud, J.; Willer, H. Organic Agriculture Worldwide: Current Statistics. In: Willer, H., & Lernoud, J. **The world of organic agriculture**. Statistics and emerging trends. FiBL-IFOAM Report, Frick and Bonn, p. 102-103, 2015

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>> Acesso em: 18/09/2015.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Lei Nº 10831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Lei_n_010_831_de_23-12-2003.pdf> Acesso em: 18/08/2015.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Uva. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/uva>>. Acesso em 21/12/2015.

Maya, S. R., López-López. I. e Munuera, J. L..Organic food consumption in Europe: International segmentation based on value system differences. **Ecological Economics**, v. 70, p. 1767-1775, 2011.

Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Szwengiel, A. e Paynski, M. Use of grape by-product as a source of dietary fibre and phenolic compounds in sourdough mixed rye bread. **International Journal of Food Science and Technology** , v. 46, p. 1485-1493, 2011.

Miroseasa, S., Codina, G. e Mironeasa, C. The effects of wheat flour substitution with grape seed flour on the rheological parameters of the dough assessed by mixolab. **Journal of Texture Studies**, v. 43, p. 40–48, 2011.

Morais, E. C., Lima, G. C., Morais, A. R. e Bolini, H. M. A. Prebiotic and diet/light chocolate dairy dessert: Chemical composition, sensory profiling and relationship with consumer expectation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 424-430, 2015.

Nahed-Toral, J., Sanchez-Muñoz, B., Mena, Y., Ruiz-Rojas, J., Aguilar-Jimenez, R., Castel, J. Ma., de Asis Ruiz, F., Orantes-Zebadua, M., Manzur-Cruz.A., Cruz-Lopes, J., Delgadillo-Puga, C. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. **Journal of Cleaner Production**, v. 43, p. 136-145, 2013.

Nile, S. H. e Park, S. W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. **Nutrition**, v. 30, p. 134-144, 2014.

Nowshehri, J.A., Bhat, Z.A. & Shah, M.Y., Blessings in disguise: Bio-functional benefits of grape seed extracts. **Food Research International**, 2015. doi: 10.1016/j.foodres.2015.08.026.

Organicsnet. Organics Brasil. Mercado de orgânicos deve crescer 30% nesse ano. 2014. Disponível em: <<http://www.organicsnet.com.br/2014/04/mercado-de-organicos-deve-crescer-30-neste-ano/>> Acesso em 01/08/2014.

Palupi. E., Jayanegara, A., Ploeger, A. e Kahl, J. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 92, p. 2774–2781, 2012.

PIMENTEL, Tatiana Colombo. **Suco clarificado de maçã com Lactobacillus paracasei ssp. paracasei e oligofrutose ou sucralose: aspectos sensoriais e estabilidade físico-química, pre e probiótica em armazenamento refrigerado**. 2014. 173 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014

Pimentel. T. C., Garcia, S. e Prudêncio, S. H. Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of Lactobacillus paracasei ssp. paracasei in set yoghurts during refrigerated storage. **International Journal of Dairy Technology**, v. 65, p. 104-110, 2012.

Röble, C., Ktenioudaki, A. e Gallagher, E. Inulin and oligofructose as fat and sugar substitutes in quick breads (scones): a mixture design approach. **Eur Food Research Technology**, v. 233, p. 167-181, 2011.

Santos, B. A., Pollonio, M. A. R., Cruz, A. G., Messias, V. C., Monteiro, R. A., Oliveira, T. L. C., Faria, J. A. F., Freitas, M. Q. e Bolini, H. M. A. Ultra-flash profile and projective mapping for describing sensory attributes of prebiotic mortadellas. **Food Research International**, v. 54, p. 1705-1711, 2013.

Sendra, E., Kuri, V., Fernández-Lopez, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C. e Pérez-Alvares, J. A. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a

function of fiber dose, size and thermal treatment. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 708-714, 2010.

Soto, M. U. R., Brown, K. e Ross, C. F. Antioxidant activity and consumer acceptance of grape seed flour-containing food products. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 592-602, 2012.

Tian, Q., Wang, T., Tang, X., Han, M., Leng, X. e Mao, X. Developing a potential prebiotic of yogurt: growth of *Bifidobacterium* and yogurt cultures with addition of glycomacropeptide hydrolysate. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 120-127, 2015.

Toaldo, I. M., Cruz, F. A., Alves, T. L., Gois, J. S., Borges, D. L. G., Cunha, H. P., Silva, E. L., Bordignon-Luiz, M. T. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food Chemistry**, v. 173, p. 527–535, 2015.

Toaldo, I. M., Fogolari, O., Pimentel, G. C., Gois, J. S., Borges, D. L. G., Calari, V. e Bordignon-Luiz, M. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and Elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, p. 1-8, 2013.

Tseng, A. e Zhao, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, v. 138, p. 356–365, 2013.

Van Loo, E. J., Diem, M. N. H., Pieniak, Z. e Verbeke, W. Consumer attitudes, knowledge, and consumption of organic yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 2118-2119, 2013

Wanders, A. J., van der Borne, J. J. G. C., Graaf, C. Hulshof, T., Jonathan, M. C., Kristensen, M., Mars, M. Schols, H. A. e Feskens, E. J. M. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. **Obesity Reviews**, v. 12, p. 724-739, 2011.

WOLFANG, W. **Produção de alimentos orgânicos cresce 300% em 10 anos no Brasil**. Rural BR Agricultura – Sustentabilidade - 27/06/2013. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia/2013/06/producao-de-alimentos-organicos-cresce-300-em-10-anos-no-brasil-4183055.html>> Acesso em: 01/12/2015.

Zang, N., Li, D., Zhang, X., Shi, Y. e Wang, H. Solid-state fermentation of whole oats to yield asynbiotic food rich in lactic acid bacteria andprebiotics. **Food and Function**, v. 6, p. 2620-2625, 2015.

Zhou, K. e Raffoul, J. J. Potential Anticancer Properties of Grape Antioxidants.**Journal of Oncology**, 2012. doi:10.1155/2012/803294.

CAPÍTULO 2: MARCADORES QUÍMICOS, PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DE COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE SUCO ORGÂNICO DE UVA

1. Introdução

Os rejeitos provenientes das indústrias devem ter melhor exploração quanto a seu uso, pois, de acordo com González-Centeno *et al.* (2013), são materiais valiosos e de crescente interesse em termos de exploração e recuperação dos seus compostos bioativos naturais. Frutas e bebidas como chás e vinho tinto são as principais fontes de compostos fenólicos, pois, exercem papel considerável de fitoquímicos dietéticos que estão relacionados, em parte, a certos benefícios a saúde e, ainda, evidências epidemiológicas sugerem que o consumo deles exerce efeitos protetores contra a ocorrência de várias doenças. No entanto, muitos fatores podem afetar o conteúdo de compostos fenólicos nesses alimentos, como: variedade e maturação, condições ambientais além das condições de processamento e armazenamento (KÄRLUND *et al.* 2014).

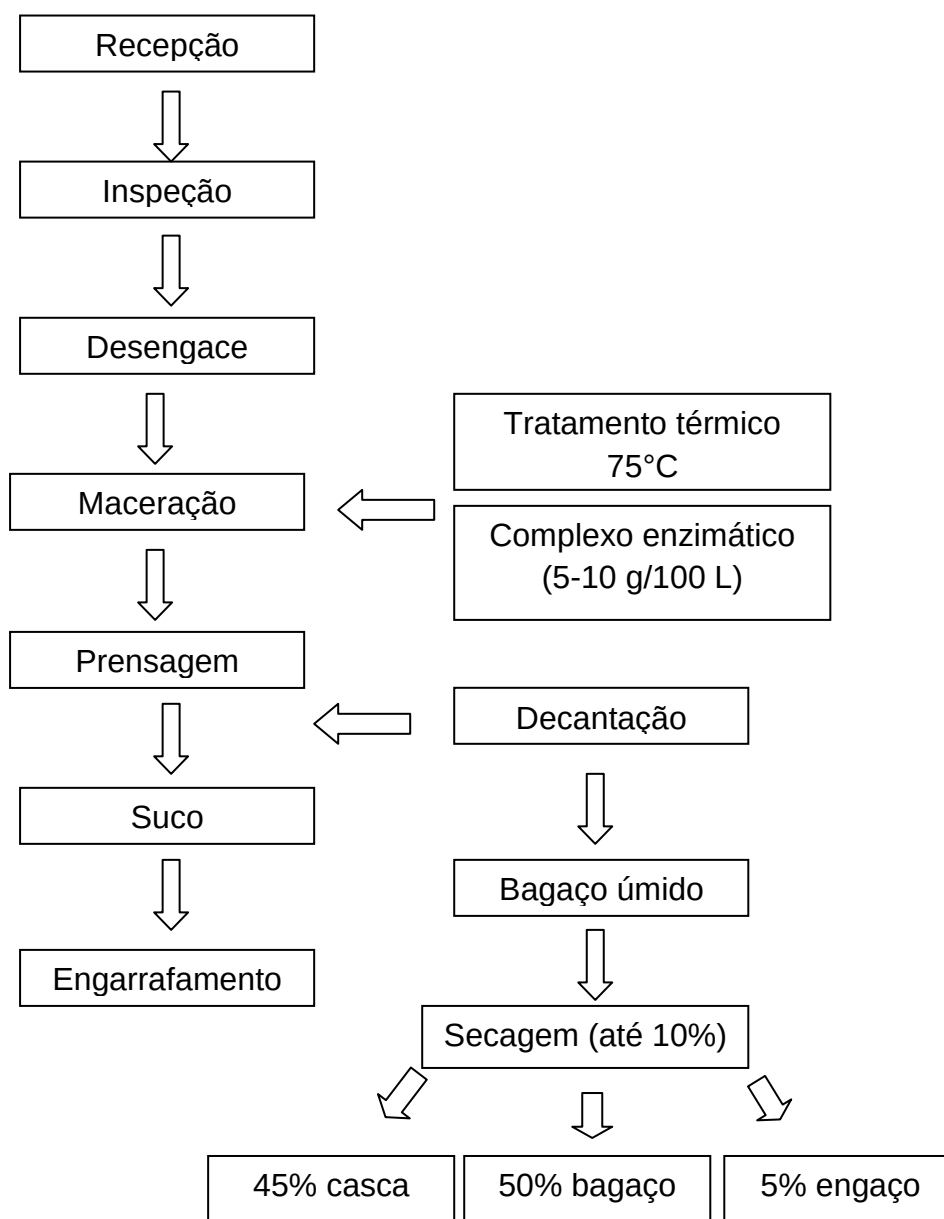
A uva (*Vitis sp.*) é uma das frutas mais cultivadas no mundo, com mais de 60 milhões de toneladas produzidas anualmente. Vinicultura é uma atividade agrícola importante em vários países do sul da Europa, como a Espanha, Itália, Alemanha, Áustria e França e produz enormes quantidades de bagaço de uva, sendo que este subproduto consiste principalmente de casca, sementes e alguns talos (RONDEAU *et al.*, 2013).

O fluxograma da fabricação de suco de uva (Figura 2.1) pode apresentar particularidades dependendo da indústria. Após a recepção das uvas na indústria, os frutos são inspecionados a fim de verificar aspectos de qualidade (separação dos estragados, por exemplo). Em seguida, as uvas são encaminhadas a uma desengaçadeira, equipamento que realiza a separação do engaço (parte lenhosa que forma a estrutura do cacho de uva) e provoca uma leve moagem dos grãos. A seguir, ocorre o processo de maceração com tratamento térmico (70°C) através da troca indireta de calor e com a presença do composto enzimático, com a finalidade de facilitar a extração de componentes existentes no interior dos grãos e da casca. Ao final da

maceração, o conteúdo sólido é separado e submetido à prensagem, ocorrendo a extração do suco e pigmentos restantes. Após a prensagem, o suco passa por um período de decantação, para separação dos sólidos em suspensão (bagaço úmido), e ocorre o aquecimento final que antecede o engarrafamento. Antes de ser engarrafado, o suco passa por uma peneira (não é filtrado, apenas peneirado para evitar a obstrução dos bicos da máquina). A temperatura de engarrafamento é de 85° C.

Após a extração do suco, cerca de 20% da uva se transforma em bagaço úmido. Após a secagem deste até atingir a umidade de cerca de 10%, do total do bagaço seco é obtido cerca de 50% de sementes, 45% de cascas e 5% de engaço (teor residual que não foi separado durante o desengace).

Figura 2.1: Fluxograma da fabricação de suco de uva e obtenção da casca e do bagaço de uva orgânicos.



Fonte: Adaptado de Postingher (2015).

Considerando a crescente demanda por materiais e componentes verdes, subprodutos como o bagaço tem um potencial evidente como matéria-prima renovável. A uva usada em vários produtos promove durante seu processamento grande quantidade de resíduos semi-sólidos (bagaço de uva = mistura de casca de uva e sementes), com alto teor de compostos fenólicos, que são fonte valiosa de antioxidantes naturais (RUBERTO *et al.*, 2007; HOGAN *et al.*, 2010; DROSOU *et al.*, 2015).

A importância de compostos fenólicos combinada com a crescente demanda por compostos nutracêuticos e antioxidantes, faz com que o estudo de coprodutos na alimentação seja de grande importância para as indústrias nutracêuticas, farmacêuticas e químicas (BALASUNDRAM, SUNDRAM e SAMMAN, 2006; CHENG *et al.*, 2012; SÓLYOM *et al.*, 2014; JARA-PALACIOS *et al.*, 2015; TOURNOUR *et al.*, 2015). Embora a composição do bagaço de uva já seja conhecida, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as propriedades funcionais e nutricionais *in vitro*, bem como determinar alguns marcadores químicos de coprodutos oriundos da indústria de suco de uva Bordô orgânica (*Vitis labrusca* L.).

2. Materiais e Métodos

2.1 Reagentes químicos

Etanol, reagente fenol de Folin-Ciocalteu, radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), ácido gálico, molibdato de sódio di-hidratado, vanilina, quercetina, ácido clorogênico, (+)catequina, e ácido ascórbico foram todos obtidos na Sigma -Aldrich (St. Louis, EUA) e água ultra-pura foi utilizada em todos os ensaios. Todos os outros reagentes eram de grau analítico.

2.2 Coprodutos da uva

Os coprodutos secos de uva Bordô (*Vitis labrusca* L.) orgânica, ou seja, farinha de casca de uva (FCU) e farinha de bagaço de uva (FBU), composto de casca e semente parcialmente desengordurada, foram gentilmente cedidos pelo fabricante de suco de uva Uva'Só (região produtora: Bento Gonçalves, RS, Brasil, selo de certificação externa emitido pelo IBD). Os coprodutos foram moídos e peneirados (malha 28) para uniformizar o tamanho de partícula.

2.3 Caracterização da composição proximal

Umidade, teor de cinzas, proteínas e lipídios foram determinados de acordo com procedimentos oficiais da AOAC (métodos 925-09, 923-03, 920-87, 920-85 e 978-19, respectivamente). O teor de umidade foi quantificado gravimetricamente após a secagem em estufa a 105°C durante 7h e o teor de cinzas foi calculado após combustão total a 550°C por 6 h. O teor de proteínas

foi determinado através da metodologia de Kjeldhal e um fator de 6,25 foi adotado para expressar o conteúdo de proteína total. Conteúdo de lipídeos totais foi quantificado por extração das amostras com hexano durante 6 h, usando um aparelho de Soxhlet. Teor de fibra dietética total, incluindo as fibras solúveis e insolúveis, foi determinado após a digestão e lavagem do resíduo com água quente e etanol (HORWITZ e LATIMER, 2005).

2.4 Extração e análise de compostos bioativos

A fim de quantificar os compostos bioativos, o bagaço e a casca de uva Bordô (10 g) foram extraídos três vezes com 40 mL de uma solução HCl/acetona/água (0,1: 70: 29,9v/v) usando um dispositivo de ultrassom por 45 min, e o conteúdo (120 mL) foi concentrado até 50 mL utilizando um evaporador rotativo, seguindo os procedimentos descritos por Deng, Penner e Zhao (2011).

Os compostos fenólicos totais (CFT) foram avaliados utilizando o ensaio de Folin–Ciocalteu (SINGLETON, ORTHOFER e LAMUELA-RAVENTOS, 1999) adaptado para microplacas (GRANATO, KARNOPP e VAN RUTH, 2015). Primeiramente, 25 μ L das amostras diluídas em água foram misturadas com 25 μ L do reagente de Folin–Ciocalteu e 200 μ L de água ultrapura. Após 5 min de reação, 25 μ L de solução saturada de carbonato de sódio (10,6 g/100 mL) foi adicionada e a absorbância lida em $\lambda=725$ nm, após 1 h, utilizando um leitor de microplacas (Epoch, Biotek, USA). A linha de base foi registrada pela absorção de todos os reagentes em suas proporções adequadas para substituir a taxa correspondente à amostra de água ultrapura. O ácido gálico foi usado como um padrão para gerar a curva analítica (linearidade: 0-180 mg/L; $R^2 = 0,977$) e o teor de CFT dos extratos foi expresso como mg de ácido gálico equivalentes/100 g de farinha.

O conteúdo total de *orto*-difenóis foi estimado pelo método colorimétrico que emprega molibdato de sódio (DURÁN *et al.*, 1991), com modificações. Resumidamente, uma alíquota de 50 μ L de extrato de bagaço de uva foi misturado com 200 μ L de uma solução alcoólica de molibdato de sódio desidratado a 5g/100 mL e deixou-se reagir durante 25 min. A absorbância foi registrada a $\lambda=370$ nm contra um branco (água ultrapura em substituição da

amostra), utilizando um espectrofotômetro de microplacas (Epoch, BioTek, EUA). O ácido clorogênico (ácido 5-*O*-cafeoilquímico) foi utilizado como padrão para gerar a curva analítica (linearidade: 0-160 mg/L; $R^2 = 0,981$) e os resultados foram expressos em mg de ácido clorogênico equivalente/100 g de farinha.

O teor de taninos condensados em água foi estimado utilizando um método colorimétrico modificado que emprega H_2SO_4 -vanilina (HORSZWALD e ANDLAUER, 2011). Para esta finalidade, 25 μ L de extratos de bagaço e casca de uva foram diluídos em metanol e 150 μ L de uma solução 4 g/100 mL de vanilina e 75 μ L de uma solução de H_2SO_4 a 32 mL/100 mL foram adicionados em microplacas de 96 poços. Após 15 min à temperatura ambiente, a absorbância foi lida a $\lambda = 500$ nm contra um branco (metanol em substituição à amostra). (+) -Catequina foi utilizado como um padrão para gerar a curva analítica (linearidade: 0-240 mg/L; $R^2 = 0,985$) e os resultados foram expressos em mg (+)-catequina equivalente/100 g de farinha.

O conteúdo total de flavonóis foi estimado usando um método colorimétrico descrito por Yermakov *et al.* (1987), com modificações. Em uma microplaca contendo 96 poços, foram colocados 80 μ L do extrato diluído e 80 μ L de uma solução etanólica de $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ a 2% e deixado reagir por 5 min. Após isso, 120 μ L de uma solução 0,61 mol/L de CH_3COONa foi adicionada e a absorbância foi lida em $\lambda = 440$ nm depois de 2,5 h utilizando um leitor de microplacas (Epoch, Biotek, USA). A linha de base foi registrada pela absorbância dos reagentes em suas proporções e a taxa correspondente a amostra foi substituída por água ultrapura. Quercetina foi usada como padrão para gerar a curva analítica (linearidade: 0-70 mg/L; $R^2 = 0,998$) e os resultados expressos como mg de quercetina equivalente/100 g de farinha.

O teor de antocianinas monoméricas foi determinado por espectrofotômetro UV-Vis utilizando o método de pH diferencial descrito por Lee, Durst e Wrolstadt (2005), com ligeiras modificações. Solução tampão de cloreto de potássio a pH 1,00 (0,025 mol/L) e acetato de sódio a pH 4,5 (0,40 mol/L) foram utilizadas nesse experimento. Uma alíquota de 0,40 mL dos extratos diluídos foram misturados com 3,60 mL de cada solução tampão em tubos de ensaio separados e a leitura realizada em $\lambda = 520$ e $\lambda = 700$ nm contra

um branco (água ultrapura). A absorbância (A) foi calculada por: $A = (A_{520} - A_{700})_{pH_1} - (A_{520} - A_{700})_{pH_{4,5}}$, onde o total de antocianinas monoméricas (AT) foi estimado por: $AT = [(A \times MW \times DF \times 1000)] / MA$, onde MW: peso molecular (493,20), DF: fator de diluição e MA: absorvidade molar de malvidina-3-glicosídeo (28.000). Os resultados foram expressos como mg de malvidina-3-glicosídeo equivalente/100 g de farinha.

2.5 Capacidade redutora e atividade antioxidante

A capacidade redutora de ferro (CRF) dos extratos foi estimada utilizando o método Azul da Prússia (PRICE e BUTLER, 1977), com modificações propostas por Margraf *et al.* (2015). Primeiramente, uma alíquota de 100 µL de uma solução de cloreto férrico hexahidratado ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) diluída em HCl 0,01 mol/L foi adicionada com 100 µL de amostra previamente diluída e deixado reagir por 2 min. Então, 100 µL de uma solução 0,50 mmol/L de $K_3[Fe(CN)_6]$ foi adicionada em cada poço. A absorbância foi lida em $\lambda = 725$ nm, depois de reagir por 25 min, em leitor de microplacas (Epoch, BioteK, USA). A linha de base foi registrada pela absorbância de todos os reagentes em suas proporções e a porção correspondente a amostra substituída por água ultrapura. Ácido gálico foi usado como padrão para a curva analítica (linearidade: 0-40 mg/L; $R^2 = 0,979$) e CRF foi expressa como mg de ácido gálico equivalente/100 g de farinha.

A capacidade redutora total (CRT) foi quantificada usando o método Folin-Ciocalteu modificado por Berker *et al.* (2013), utilizando um sistema em meio básico (NaOH) sendo o reagente de Folin-Ciocalteu (FC) previamente diluído em isobutanol. Esse ensaio mede o potencial de redução de antioxidantes solúveis em água e também os de origem lipofílica dos extratos. Primeiramente, isobutanol foi utilizado para diluir o reagente de Folin-Ciocalteu na proporção de 1:2 (v/v) e 50 µL dos extratos previamente diluídos em acetona foram misturados com 75 µL do reagente FC-isobutanol. Então, 875 µL de uma solução NaOH a 0,10 mol/L e 1,50 mL de água ultrapura foram misturados no tubo por vortex durante 10 s. Após 20 min de reação, 250 µL dessa mistura foram colocados nas microplacas e a absorbância lida em $\lambda = 665$ nm contra um branco (água ultrapura) utilizando um leitor de microplacas Epoch, BioteK, USA). Quercetina foi usada como padrão para a curva analítica

(linearidade: 0-360 mg/L; $R^2=0,992$) e CRT foram expressos como mg de quercetina equivalente/100 g de farinha.

A atividade antioxidante de ambos os extratos, casca e bagaço, frente ao radical DPPH foi quantificada através do protocolo descrito por Brand-Williams *et al.* (1995), com modificações para microplacas (GRANATO *et al.*, 2015). O ensaio foi conduzido em um sistema tamponado em pH 6,0 usando fosfato de sódio 50 mmol/L e etanol puro como solvente do radical DPPH na proporção 1:1. Uma alíquota de 40 μ L de amostra (diluída com solução etanol tamponada) foi misturada na microplaca com 260 μ L de solução DPPH 0,10 mmol/L. A mistura reagiu por 30 min a 25°C no escuro e a absorbância lida em $\lambda=525$ nm contra um branco (água ultrapura). A curva analítica foi preparada com ácido ascórbico (linearidade: 0-15 mg/L; $R^2=0,995$) e os resultados expressos como mg de ácido ascórbico equivalente/100 g.

2.6 Análise estatística

Resultados foram expressos como média seguida de desvio padrão ($n=3$) e as diferenças entre os extratos foram comparadas usando o teste *t* de Student para amostras independentes considerando $p<0,05$. Foram gerados gráficos para facilitar a interpretação dos dados (GRANATO, CALADO e JARVIS, 2014).

3. Resultados e Discussão

Os dados da composição físico-química são mostrados na Tabela 2.1. É possível observar que a farinha de bagaço de uva apresenta maiores valores ($p<0,05$) de fibras (solúvel, insolúvel e total), umidade e cinzas. Por outro lado, não há diferença no teor de proteína e lipídios. Tseng e Zhao (2013) estudaram a composição de bagaço de uva de vinho tinto (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir) e encontraram valores de $5,63\pm0,10$ g/100 g, $5,07\pm0,05$ g/100 g, $10,32\pm0,22$ g/100 g, $11,09\pm0,33$ g/100 g e $61,32\pm1,69$ g/100 g para umidade, cinzas, proteína, lipídios e fibra, respectivamente. Alguns valores são similares aos resultados obtidos no presente estudo.

Tabela 2.1: Caracterização físico-química de farinha de bagaço e farinha de casca de uva orgânica.

	FBU*	FCU**	t-valor	p-valor
Umidade (g/ 100g)	8,59±0,43	2,39±0,57	14,982	<0,001
Cinzas (g/100g)	5,37±0,16	3,85±0,08	15,191	<0,001
Proteínas (g/ 100g)***	11,44±0,06	9,83±1,36	2,057	0,109
Lipídios (g/100g)	7,69±0,95	8,54±0,30	-1,488	0,211
Fibra insolúvel (g/100g)	55,84±0,63	51,02±1,12	-7,516	<0,001
Fibra solúvel (g/100g)	8,04±0,77	3,79±0,46	-9,450	<0,001
Fibra total (g/ 100g)	63,88±1,05	54,81 ± 0,77	14,296	<0,001

* FBU: farinha de bagaço de uva; **FCU: farinha de casca de uva; *** Fator: 6,25.

De acordo com Makris, Boskou e Andrikopoulos (2007) tanto o bagaço como a casca de uva apresentam altas quantidades de fenólicos antioxidantes extraíveis. Fontana, Antonioli e Bottini (2013) enfatizam que o bagaço de uva é fonte potencial de fitoquímicos que podem ser recuperados como compostos funcionais para as indústrias, demonstrando o potencial de uso destes derivados como matéria-prima para o desenvolvimento de novas formulações de alimentos (Tabela 2.2). Os resultados encontrados para fenólicos foram de 2179,68 e 1976,98 mg de AGE/100 g para bagaço e casca respectivamente, mostrando-se superior aos valores encontrados por Ky e Teissedre (2015) estudando bagaço e casca de diferentes variedade de uvas onde identificou valores de 1282,20 e 1956,60 mg AGE/100 g para a variedade Grenache no extrato aquoso e etanol, respectivamente. Esses valores também são mais elevados do que as polpas de abacaxi, cajá, goiaba, mamão, manga, maracujá, sapoti e tamarindo, e são maiores do que subprodutos de goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá e sapoti encontrados por Silva *et al.* (2014) em estudo com frutas tropicais brasileiras. Montealegre *et al.* (2006) realça que antocianinas, catequinas, flavonóides, ácidos fenólicos e estilbenos são os principais constituintes fenólicos encontrados em bagaço de uva. Souza *et al.* (2014) obteve valores de 1918,00±3,10 mg/100 g para compostos fenólicos totais em extrato liofilizado de uva Bordô. Foram encontrados por Iora *et*

al.(2015) valores de compostos fenólicos variando entre 3014,55±9,09 mg/100 g e 5101,82±119,03 mg/100 g em bagaço de uva Merlot, Tanat e Cabernet Sauvignon produzidas no Brasil. Rockenbach *et al.* (2011a) verificaram que houve uma maior concentração de compostos fenólicos nas sementes (2128 a 16518 mg de catequina equivalente/100 g) do que nas cascas (660 a 1839 equivalentes mg de catequina/100 g) de bagaço de uva convencional de variedades (*V. vinifera* e *V. labrusca*) amplamente produzidas no Brasil. Bagaço de uva Bordô e Isabel apresentaram teor de compostos fenólicos totais de 633,10 ± 2,40 mg/100 g e 326,20 ± 0,68 mg/100 g, respectivamente. É interessante notar que existe um efeito da variedade na composição química, em especial sobre o perfil e o conteúdo de compostos fenólicos de bagaços de uva (de la Cerda-Carrasco *et al.*, 2015).

Tabela 2.2: Compostos bioativos de farinha de bagaço e farinha de casca de uva orgânica.

	FBU*	FCU**	t-valor	p-valor
Orto-difenóis ^a	852,68±46,62	467,88±8,76	14,038	<0,001
Compostos fenólicos totais ^b	2179,68±35,15	1976,98±57,36	5,219	0,006
Flavonóis ^c	698,03±16,18	95,35±3,99	72,345	<0,001
Taninos condensados ^d	2933,86±100,75	587,94±11,56	40,069	<0,001
Antocianinas monoméricas ^e	102,82±13,86	26,05±1,68	9,523	0,001

*FBU: farinha de bagaço de uva; ** FCU: farinha de casca de uva; ^aexpresso como mg de ácido clorogênico equivalente/100 g; ^bexpresso como mg de ácido gálico equivalente/100 g; ^cexpresso como mg de quercetina equivalente/100 g; ^dexpresso como mg de catequina equivalente/100 g; ^eexpresso como mg de malvidina-3-glicosídeo/100 g.

Souza *et al.* (2014) obtiveram 538,00±0,4 mg/100 g de antocianinas totais em extrato liofilizado de uva Bordô. Valores de antocianinas monoméricas encontradas por Iora *et al.* (2015) variaram entre 1246,85±64,27 mg/100 g e 2092,93±71,57 em bagaço de uva Merlot, Tanat e Cabernet Sauvignon produzidas no Brasil. Rockenbach *et al.* (2011b) obtiveram valores

de $112,20 \pm 0,50$ e $18,40 \pm 0,06$ mg/100 g para antocianinas monoméricas em bagaço de uva Bordô e Isabel, respectivamente. O conteúdo de flavonóis mostrou significância estatística ($p < 0,001$) entre as amostras, com valores de $698,03 \pm 16,18$ e $95,35 \pm 3,99$ mg de quercetina equivalente/100 g para o bagaço e casca, respectivamente. Flavonóis, tais como quercetina, rutina, miricetina, kaempferol e seus glicosídeos, estão altamente presente em sucos e bagaços de uvas (Granato *et al.*, 2015), e uma quantidade de suco também é também retida nos bagaços (casca e sementes).

Nesse estudo, os valores de *orto*-difenóis do bagaço também foram superiores ($p < 0,001$) em relação a casca, com valores de $858,88 \pm 46,62$ para bagaço e $467,88 \pm 8,76$ para casca. Os valores de taninos condensados nos extratos mostraram diferença significativa ($p < 0,001$) com valores de $2933,86 \pm 100,75$ e $587,94 \pm 11,56$ mg de catequina equivalente/100 g para bagaço e casca, respectivamente. Estes valores são inferiores aos obtidos por Abarghuei *et al.* (2015) em bagaço de uva *Vitis vinifera* (taninos totais: 4970 mg/100 g). Taninos condensados, que são uma mistura de monômeros e dímeros de procianidinas, podem ser extraídos a partir do bagaço de uva usando solventes orgânicos em meio ácido. Bindon *et al.* (2010) sugerem que uma parte de proantocianidinas de oligômeros é presumivelmente ligada através de ligação covalente a polissacarídeos no material da parede celular. Isto pode explicar o alto teor de tanino no bagaço residual.

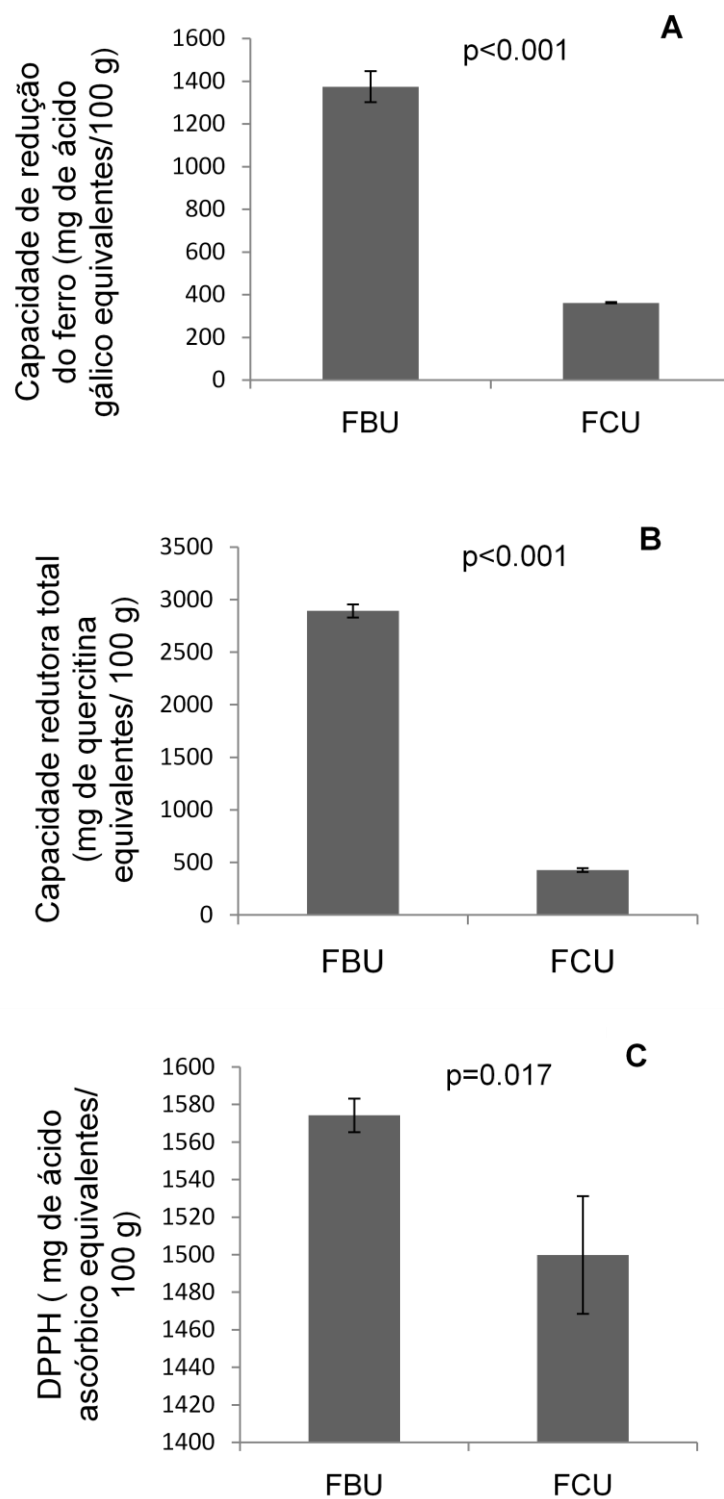
De acordo com Samavardhana *et al.* (2015), os resultados analíticos para a composição bioativa obtido por diferentes grupos de pesquisa são afetadas pelo método utilizado para extrair os compostos bioativos (isto é, a polaridade de solventes, o tempo e a temperatura de extração) e pelo processo utilizado para obter o vinho ou suco. O efeito do tipo de método da extração também foi observado por Otero-Pareja *et al.* (2015), onde se obtiveram valores mais elevados para teor de fenólicos totais em uma mistura hidroalcoólica do que valores obtidos utilizando etanol puro ou água. Estes autores também verificaram que existem efeitos relacionados com a temperatura e pressão de acordo com método de extração: a temperatura pode aumentar a extração ou gerar a degradação de compostos termolábeis, e o uso de uma pressão mais elevada aumenta o contato entre o solvente e o analito.

De acordo com Ky e Teissedre (2015), etanol facilita a dissolução do tecido do bagaço de uva, libertando assim uma maior quantidade de polifenóis.

Ramirez-Lopez e De Witt (2014) descobriram que na obtenção de compostos fenólicos através da utilização de solventes orgânicos (50% de acetona-água, 70% de metanol em água, éter de petróleo, e 0,01% de mistura de água-pectinase), a concentração de 70% de metanol-água mostra-se mais eficaz na recuperação de antocianinas, enquanto que utilizando 50% de metanol em água foi mais eficaz na recuperação dos flavonóides, flavonóis, ácidos fenólicos e estilbenos. Eles também descobriram que os solventes orgânicos foram responsáveis por valores mais elevados entre os solventes que foram utilizados. Ky e Teissedre (2015) observaram que a extração com 70% de etanol-água tem maior eficiência na obtenção de flavonóis e antocianinas em bagaço de uva.

A atividade antioxidante *in vitro* e capacidade redutora dos extratos de uva Bordô orgânica foram mensurados pela capacidade redutora do ferro (CRF), capacidade redutora total (CRT) e eliminação de radicais DPPH (figura 2.2). A CRF mostrou valores de $1373,64 \pm 72,94$ e $361,47 \pm 2,98$ mg de ácido gálico equivalente/100 g para bagaço e casca de uva, respectivamente. Para CRT $2892,46 \pm 61,68$ e $426,33 \pm 18,84$ mg de quercetina equivalente/100 g para bagaço e casca, respectivamente. Na avaliação da capacidade antioxidante pelo método de DPPH as amostras de bagaço e casca obtiveram $1574,26 \pm 8,94$ e $1499,78 \pm 31,39$ mg de ácido ascórbico equivalente/100 g respectivamente. Esses valores corroboram com os resultados encontrados por Rockenbach *et al.* (2011b) indicando boa atividade antioxidante tanto da casca quanto do bagaço frente ao radical DPPH.

Figura 2.2: Capacidade redutora e atividade antioxidante de farinha de bagaço (FBU) e farinha de casca de uva (FCU) Bordô orgânica. (A) Capacidade de redução do ferro (mg AGE/100 g), (B) Capacidade redutora total (mg QE/100 g), (C) DPPH (mg AAE/100 g).



É possível observar que a farinha de bagaço de uva apresentou maior ($p < 0,001$) atividade antioxidante e capacidade de redução em comparação com a farinha de casca de uva. Esse efeito estava relacionado com o teor mais alto de compostos fenólicos presentes na farinha de bagaço de uva. Plaza *et al.* (2014) salientam que a capacidade antioxidante dos compostos químicos ou extratos alimentares dependem de muitas características estruturais químicas específicas, em que o número e / ou a posição dos grupos hidroxilas é um dos principais fatores. Outro aspecto que também tem efeitos na quantidade de antioxidantes de um composto / extrato químico, é o tipo de ensaio utilizado para medir a bioatividade como (concentração de reagentes, tempo de reação, solvente utilizado).

Tseng e Zhao (2013) obtiveram valores para DPPH atividade de eliminação de radicais de $37,46 \pm 1,86$ mg de ácido ascórbico equivalente / g por bagaço de uva para vinho (*Vitis vinifera* L. cv Pinot Noir.). Estudos realizados por Rockenbach *et al.* (2011a) e Rockenbach *et al.* (2011b) encontraram valores de $188,02 \pm 2,50$ nmol de Trolox equivalente/g e $3640,00 \pm 63,00$ nmol de Trolox equivalente/100 g para a capacidade antioxidante da casca e bagaço de uva Isabel, respectivamente.

Conclusão

Os resultados da caracterização físico-química indicam que a farinha de bagaço de uva e a farinha de casca de uva geradas a partir da indústria de suco de uva orgânico apresentam alto teor de fibras, principalmente as insolúveis, e elevados níveis de o-difenóis, taninos condensados, flavonóis, antocianinas monoméricas e apreciável atividade sequestradora de radicais DPPH e capacidade redutora. Considerando a grande quantidade de subprodutos gerados pela indústria de suco de uva/vinho no Brasil, farinha de casca de uva e farinha de bagaço de uva representam materiais promissores para as empresas de alimentos para o desenvolvimento de produtos e/ou enriquecimento de diferentes formulações de alimentos/bebidas.

REFERÊNCIAS

Abarghuei, M. J., Rouzbeha, Y., e Alipour, D. The effect of tannins in grape pomace and oak leaf on the *in vitro* organic matter digestibility and *in situ* disappearance of sheep. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v.5(1), p. 95 – 103, 2015.

Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

Berker, K. I., Ozdemir Olgun, F. A., Ozyurt, D., Demirata, B., e Apak, R. Modified Folin–Ciocalteu antioxidant capacity assay for measuring lipophilic antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61(20), p. 4783-4791, 2013.

Bindon, K. A., Smith, P. A., Holt, H., Kennedy, J. A. Interaction between grape-derived proanthocyanidins and cell wall material. 2. Implications for vinification. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58 (19), p. 10736-10746, 2010.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. e Berset, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

Cheng, V. J., Bekhit, A. E. A., Mc Connell, M., Mros, S., Zhao, J. Effect of extraction solvent, waste fraction and grape variety on the antimicrobial and antioxidant activities of extracts from wine residue from cool climate. **Food Chemistry**, v. 134, p. 474–482, 2012.

De la Cerda-Carrasco, A., López-Solís, R., Nuñez-Kalasic, H., Peña-Neira, A., and Obreque-Slier, E. Phenolic composition and antioxidant capacity of pomaces from four grape varieties (*Vitis vinifera* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95(7), p. 1521-1527, 2015.

Deng, Q., Penner, M. H., Zhao Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, v. 44, p. 2712-2720, 2011.

Drosou, C., Kyriakopoulou, K., Bimpilas, A., Tsimogiannis, D., Krokida, M. (2015). A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts. **Industrial Crops and Products**. doi:10.1016/j.indcrop.2015.05.063

Durán, R. M., Padilla, R. B., Martín, A. M., Ursinos J. A. F., Mendoza, J. A. Biodegradación de los compuestos fenólicos presentes en el alpechín. **Grasas y Aceites**, v. 42(4), p. 271-276, 1991.

Fontana, A. R., Antonioli, A., Bottini, R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61(38), p. 8987-9003, 2013.

González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., Teissedre, P. L. Characterization of polyphenols and antioxidant potential of white grape pomace byproducts (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61 (47), p. 11579-11587, 2013.

Granato, D., Calado, V. M. A., Jarvis, B. Observations on the use of statistical methods in food science and technology. **Food Research International**, v. 55, p. 137-49, 2014.

Granato, D., Grevink, R., Zielinski, A. A., Nunes, D. S., e van Ruth, S. M. Analytical Strategy coupled with response surface methodology to maximize the extraction of antioxidants from ternary mixtures of green, yellow, and red teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62(42), p. 10283-10296, 2014.

Granato, D., Karnopp, A. R., Van Ruth, S. M. Characterization and comparison of phenolic composition, antioxidant capacity and instrumental taste profile of juices from different botanical origins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 1997–2006, 2015.

Granato, D., Koot, A., Schnitzler, E., e Ruth, S. M. Authentication of geographical origin and crop system of grape juices by phenolic compounds and antioxidant activity using chemometrics. **Journal of Food Science**, v. 80(3), p. 584 – 593, 2015.

Hogan, S., Canning, C., Sun, S., Sun, X., Zhou, K. Effects of grape pomace antioxidant extract on oxidative stress and inflammation in diet induced obese mice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58 (21), p. 11250-11256, 2010.

Horszwald, A. and Andlauer, W. Characterization of bioactive compounds in berry juices by traditional photometric and modern microplate methods. **Journal of Berry Research**, v. 1, p. 189–199, 2011.

Horwitz, W. and Latimer, G. (2005). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International.

Iora, S. R., Maciel, G. M., Zielinski, A. A., Silva, M. V., Pontes, P. V. D. A., Haminiuk, C. W., Granato, D. Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50(1), p. 62-69, 2015.

Jara-Palacios, M. J., Hernanz, D., Cifuentes-Gomez, T., Escudero-Gilete, M. L., Heredia, F. J., Spencer, J. P. Assessment of white grape pomace from winemaking as source of bioactive compounds, and its antiproliferative activity. **Food Chemistry**, v. 183, p. 78-82, 2015.

Kårlund, A., Moor, U., Sandell, M., Karjalainen, R. O. The impact of harvesting, storage and processing factors on health-promoting phytochemicals in berries and fruits. **Processes**, v. 2 (3), p. 596-624, 2014.

Ky, I., and Teissedre, P. L. Characterisation of Mediterranean Grape Pomace Seed and Skin Extracts: Polyphenolic Content and Antioxidant Activity. **Molecules**, v. 20(2), p. 2190-2207, 2015.

Lee, J., Durst, R. W., Wrolstadt, E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colourants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, p. 1269–1278, 2005.

Makris, D. P., Boskou, G. Andrikopoulos, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition Analysis**, v. 20, p. 125–132, 2007.

Margraf, T., Karnopp, A. R., Rosso, N. D., e Granato, D. Comparison between Folin-Ciocalteu and Prussian Blue Assays to Estimate The Total Phenolic Content of Juices and Teas Using 96-Well Microplates. **Journal of Food Science**, v. 80 (11), p. 2397-2403 2015.

Montealegre, R. R., Peces, R. R., Vozmediano, J. L. C., Gascuen, J. M. Romero, E. G. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitisvinifera* varieties grown in a warm climate. **Journal of Food Composition Analysis**, v. 19, p. 687–693, 2006.

Otero-Pareja, M. J., Casas, L., Fernández-Ponce, M. T., Mantell, C., Ossa, E. J. Green Extraction of Antioxidants from Different Varieties of Red Grape Pomace. **Molecules**, v. 20(6), p. 9686-9702, 2015.

Plaza, M., Pozzo, T., Liu, J., GulshanAra, K. Z., Turner, C., and Nordberg Karlsson, E. Substituent effects on *in vitro*antioxidizing properties, stability, and solubility in flavonoids.**Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62(15), p. 3321-3333, 2014.

Postinguer, B. M. Fluxograma. [Mensagem profissional]. Mensagem recebida por <bruna@econatura.com.br> em 11 de março de 2015.

Price, M. L., and Butler, L. G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. **Journal of Agricultural and food chemistry**, v. 25(6), p. 1268-1273, 1977.

Ramirez-Lopez, L. M. e DeWitt, C. A. Analysis of phenolic compounds in commercial dried grape pomace by high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry.**Food Science and Nutrition**, v. 2(5), p. 470-477, 2014.

Rockenbach, I. I., Rodrigues, E., Gonzaga, L. V., Caliari, V., Genovese, M. I., Gonçalves, A. E. S. S., Fett, R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**,v. 127, p. 174-179, 2011a.

Rockenbach, I. L., Gonzaga L. V., Rizelio, V. M., Gonçalves, A. E. S. S., Genovese, M. I., Fett, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitisvinifera*and *Vitislabrusca*) pomace from Brazilian winemaking, **Food Research International**, v. 44, p. 897–901, 2011b.

Rondeau, P., Gambier, F., Jolibert, F., e Brosse, N. Compositions and chemical variability of grape pomaces from French vineyard.**Industrial CropsandProducts**, v. 43, p. 251-254, 2013.

Ruberto, G., Renda, A., Daquino, C., Amico, V., Spatafora, C., Tringali, C.,De Tommasi, N. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars.**Food Chemistry**, v. 100 (1), p. 203-210, 2007.

Samavardhana, K., Supawititpattana, P., Jittrepotch, N., Rojsuntomkitti, K.,Kongbangkerd, T. Effects of extracting conditions on phenolic compounds and antioxidant activity from different grape processing byproducts. **International Food Research Journal**, v. 23(3), p. 1169-1179, 2015.

Silva, L. M. R., Figueiredo, E. A. T., Ricardo, N. M. P. S., Vieira, I. G. P., Figueiredo, R. W., Brasil, I. M., Gomes, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152–178, 1999.

Sólyom, K., Solá, R., Cocero, M. J., Mato, R. B. Thermal degradation of grape pomace polyphenols. **Food Chemistry**, v. 159, p. 361–366, 2014.

Souza, V. B., Fujita, A., Thomazini, M., Silva, E. R., Lucon Jr., J. F., Genovese, M. I. and Fávoro-Trindade, C. S. Functional properties and stability of spray-dried pigments from Bordo grape (*Vitis labrusca*) winemaking pomace. **Food Chemistry**, v. 164, p. 380-386, 2014.

Tournour, H. H., Segundo, M. A., Magalhães C. L. M., Barreiros, L., Queiroza, J., Cunha, L. M. Valorization of grape pomace: Extraction of bioactive phenolics with antioxidant properties. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 397–406, 2015.

Tseng, A. e Zhao, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, v. 138, p. 356-365, 2013.

Yermakov, A. I., Arasimov, V. V., Yarosh, N. P. (1987). **Methods of biochemical analysis of plants**. Leningrad: Agropromizdat (in Russian).

CAPÍTULO 3: ABORDAGEM MULTIPLATAFORMA PARA OTIMIZAR FORMULAÇÃO DE IOGURTE ORGÂNICO BASEADA EM PERSPECTIVAS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS

1. Introdução

É crescente a busca por alimentos que contenham substâncias capazes de trazer benefícios para a melhoria na qualidade de vida e que sejam facilmente incorporadas na dieta convencional. No setor de lácteos, o iogurte tem uma reputação reconhecida o que o torna de fácil aceitação, pois, de acordo com Granato *et al.* (2010), o que torna um alimento funcional competitivo é o fato de oferecer sabor, comodidade e preços adequados além do benefício a saúde do consumidor quando ingerido regularmente dentro de uma dieta equilibrada e adotando hábitos de vida saudáveis. Os fabricantes estão ininterruptamente investigando ingredientes de valor agregado, como os prebióticos e probióticos, para atrair ainda mais consumidores que estejam preocupados com sua saúde, visto que esse é o principal motivo de mobilização (ALLGEYER, MILLER e LEE, 2010).

Ingredientes prebióticos, como os oligossacarídeos tipo inulina, são os que promovem alterações na composição e/ou na atividade da flora microbiana gastrointestinal, conferindo benefícios à saúde do hospedeiro (ISAPP, 2009) como atividades antibacteriana e antiviral (AL-SHERAJI *et al.* 2013), aumentam a atividade da flora intestinal (CADENA *et al.* 2014), estimulam o crescimento de bactérias benéficas no cólon (COSTABILE *et al.* 2015; CRUZ *et al.* 2013), diminuem o risco de diabetes e obesidade (ELLEUCH *et al.* 2011). A oligofrutose, um carboidrato pertencente a essa classe, é originária da hidrólise da inulina, ou seja, oligossacarídeo linear não digerível, composto de unidades de frutose lineares ligados uns aos outros por ligações β (2 $\rightarrow$ 1) com uma unidade de glicose terminal (CRUZ *et al.*, 2013).

Do ponto de vista tecnológico, portanto, a utilização de fibras prebióticas representa uma estratégia de marketing e nutricional positivas para aumentar a produção e o consumo de produtos diferenciados. Existem vários estudos sobre o efeito da utilização de oligofrutose nas propriedades sensoriais, reológicas, físico-químicas e funcionais de iogurtes e sobremesas lácteas e

não-lácteas (ALLGEYER, MILLER e LEE, 2010; GONZALEZ, ADHIKARI e SANCHO-MADRIZ, 2011; GRANATO, MASSON e RIBEIRO, 2012; CRUZ *et al.*, 2013; CRISPÍN-IZIDRO *et al.*, 2015).

Uma das opções para a fabricação de produtos lácteos, como iogurtes, queijos e leites fermentados, é a utilização de coprodutos agroindustriais. O Rio Grande do Sul, maior região produtora, produz cerca de 330 milhões de litros de suco, vinho e derivados (BRASIL, 2016) dos quais 20% correspondem aos coprodutos (KARNOPP *et al.* 2015). Assim, a incorporação desses coprodutos agroindustriais pode aliar importantes vantagens nas propriedades físico-químicas, viscosidade, textura e nas características sensoriais com uso de fibras em produtos lácteos (ELLEUCH *et al.* 2011). A aplicação de resíduos de processamento de frutas como ingredientes potencialmente funcionais vem ganhando crescente interesse (TSENG e ZHAO, 2013) e já existem pesquisas nesse setor (SENDRA *et al.*, 2010 e ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2013).

A conscientização dos consumidores em relação ao consumo de alimentos ricos em fibras e aqueles oriundos de sistemas de cultivos que degradam menos o meio ambiente, como o sistema orgânico, possibilita o desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado e apelo mercadológico. A adição de oligofrutose e demais frutooligosacarídeos, fontes de fibras solúveis, em produtos lácteos já é conhecida e adotada por diversas indústrias. Porém, o efeito combinado de coprodutos do processamento de suco de uva e oligofrutose ainda não foi descrito em um sistema modelo de iogurte. Nesse panorama, o objetivo deste estudo foi avaliar e modelar, por meio da metodologia de superfície de resposta, os efeitos da adição de oligofrutose, suco e casca de uva Bordô (*Vitis labrusca*) orgânica nas propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais de iogurte orgânico.

2. Material e Métodos

2.1 Matérias-primas

O leite bovino orgânico foi gentilmente cedido pelo Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA) situado em Pinhais – PR. A propriedade é certificada junto ao Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR (organismo credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento – MAPA/Inmetro, no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica e utiliza o Selo Orgânicos do Brasil para comercialização). O leite foi caracterizado quanto ao teor de gordura, proteína, sólidos não gordurosos (SNG), lactose e pH utilizando o Analisador de Leite Master Complete, (Akso, São Leopoldo, RS, Brasil).

O suco e a casca de uva foram cedidos pela empresa Uva'Só de Bento Gonçalves – RS que é certificada para produção de uvas orgânicas pela empresa IBD - Certificações. Em dados fornecidos pela empresa, das 500 ton que recebe anualmente para fabricação do suco, são geradas 100 ton de bagaço úmido que passa por um processo de secagem (máximo 10% umidade) e depois é separado em semente (50%), cascas (45%) e engaço (5%). As farinhas de casca e bagaço de uva tem um rendimento de 95%.

A oligofrutose (ORAFTI – Beneo, Alemanha) foi gentilmente cedida pela empresa Clariant, e apresenta 95% de pureza. Foi utilizado açúcar cristal orgânico da marca Native (Sertãozinho, SP, Brasil).

2.2 Delineamento experimental

Um delineamento de misturas simplex-centróide aumentado (Tabela 3.1), contendo 10 formulações, foi adotado para avaliar o efeito da adição de oligofrutose, suco e casca de uva em iogurte potencialmente prebiótico. O total de ingredientes adicionados foi de 25 g/100 g, ou seja, mesmo adicionando-se uma massa menor que o total de substituição, adicionou-se iogurte natural para manter sempre a mesma proporção de substituição.

Tabela 3.1: Valores codificados e valores reais do planejamento das formulações de iogurte com adição de oligofrutose, suco e casca de uva.

Amostra	Valores codificados			Valores reais		
	Casca de Uva	Oligofrutose	Suco de Uva	Casca de Uva (g/100 g)	Oligofrutose (g/100g)	Suco de Uva (g/100 g)
A	1,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00
B	0,00	1,00	0,00	0,00	5,00	0,00
C	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	25,0
D	0,50	0,50	0,00	1,25	2,50	0,00
E	0,50	0,00	0,50	1,25	0,00	12,5
F	0,00	0,50	0,50	0,00	2,50	12,5
G	0,33	0,33	0,33	0,83	1,67	8,33
H	0,67	0,17	0,17	1,66	0,84	4,17
I	0,17	0,67	0,17	0,42	3,34	4,17
J	0,17	0,17	0,67	0,42	0,84	16,7

2.3 Processamento dos iogurtes

Os iogurtes foram processados conforme descrito por Kailasapathy, Harmstore e Philips (2008), com modificações. Primeiramente, o leite foi adicionado de 10 g/100 mL de açúcar orgânico, e então aquecido a 65° C e mantido nessa temperatura durante 30 minutos. Em seguida, foi resfriado rapidamente a 42°C e adicionadas as culturas DVS de *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* nas proporções indicadas pelo fabricante. A incubação realizou-se a 40-42°C em estufa sendo monitorados temperatura e pH e, quando este atingiu o valor de 4,6 o iogurte foi resfriado a 8° C e mantido nessa temperatura por 8 h. Após, o coágulo foi quebrado e adicionou-se oligofrutose, suco e casca de uva em proporções contidas na Tabela 3.1. Os iogurtes foram armazenados a temperatura de 7°C até as análises.

2.4 Análises

Os iogurtes foram analisados quanto a teor umidade, cinzas, proteínas, lipídios, pH, acidez titulável, atividade de água, fibras (insolúvel, solúvel e total)

e carboidratos totais. O teor de umidade foi medido gravimetricamente após a secagem em estufa a 105°C durante 7h e o teor de cinzas foi calculado após combustão total a 550°C durante 6 h. O teor de proteína foi determinado através da metodologia de Kjeldhal e um fator de 6,25 foi adotado para expressar o conteúdo de proteína total. Conteúdo de lipídeos totais foi quantificado através do método de Bligh-Dyer com clorofórmio, metanol e água na proporção de 1:2:0,8 (v/v). Teor de fibra dietética total, incluindo as fibras solúveis e insolúveis, foi determinado após a digestão e lavagem do resíduo com água quente e etanol (HORWITZ e LATIMER, 2005).

2.5 Estabilidade física dos iogurtes

A sinérese foi medida de acordo com Keogh e O'Kennedy (1998) com modificações. 10 g de amostra foram centrifugadas a 8000 rpm, durante 10 minutos sob 4°C. A porcentagem de sinérese foi calculada pela massa de soro de leite separado da rede de gel, durante a centrifugação dividida pela massa de iogurte inicial, segundo a Equação 3.1:

$$\%S = (\text{soro (g)}/\text{massa inicial (g)}) \times 100 \quad (3.1)$$

2.6 Reologia

Os parâmetros reológicos dos iogurtes foram determinados utilizando-se o Viscosímetro de Brookfield modelo LDVII+PRO, com *spindle* de número 18, porcentagem de torque máxima de 100 e temperatura de 8°C. Os dados de índice de consistência e fluidez foram calculados pelo software Wingther® for Windows® 2.2 (Brookfield Engineering Laboratories) baseando-se na Lei da Potência (DRUNKLER *et al.* 2012). Quando a superfície inferior do disco entrou em contato com o produto avançou a uma profundidade de 70 mm. Esse ponto indica a força máxima que é adotada como a medida de firmeza. A área da curva até esse ponto é a medida de consistência. A região negativa do gráfico é produzida pelo retorno do disco e é o resultado do peso da amostra sobre a superfície do disco, e fornece a resistência da amostra a fluir do disco, ou seja, a viscosidade. A força máxima é tomada como indicação da coesividade.

2.7 Capacidade redutora do ferro, capacidade redutora total e atividade antioxidante

Para as análises, inicialmente os iogurtes (10 g) foram extraídos com 10 mL de água destilada (pH=4,5) e o conteúdo misturado manualmente por 5 minutos, por inversão. Após, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm, por 30 minutos e o sobrenadante recolhido e analisado.

A capacidade de redução do ferro foi quantificada através do procedimento proposto por Price e Butler (1977), foi adaptado para o sistema com microplacas. Adicionou-se uma alíquota de 100 μ L da solução de cloreto férrico hexahidratado (0,5 mM) e 100 μ L de extrato de iogurte diluído, previamente adicionado na microplaca, deixou-se reagir por 2 min. Em seguida, 100 μ L da solução de ferricianeto de potássio (0,5 mM) foram adicionados à microplaca e a mesma agitada por 20 s. A absorbância foi registrada após 15 min em $\lambda = 725$ nm e a capacidade redutora do ferro (CRF) expressa em mg de ácido gálico equivalentes por 100 g de amostra.

A atividade antioxidante dos iogurtes frente ao radical DPPH foi quantificada através do protocolo descrito por Brand-Williams *et al.* (1995), com modificações para microplacas (GRANATO *et al.*, 2014). O ensaio foi conduzido em um sistema tamponado a pH 6,0 usando fosfato de sódio 50 mM e etanol puro como solvente do radical DPPH na proporção 1:1. Primeiramente 5 g de iogurte foram adicionados de 10 mL de metanol e misturados manualmente por 5 minutos. Após, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm, por 30 minutos e o sobrenadante recolhido e analisado. Uma alíquota de 40 μ L de amostra (diluída com solução etanol tamponada) foi misturada na microplaca com 260 μ L de solução DPPH 0,10 mM. A mistura reagiu por 30 min a 25°C no escuro e a absorbância lida em $\lambda=525$ nm contra um branco (água ultrapura). A curva analítica foi preparada com ácido ascórbico (linearidade: 0-15 mg/L; $R^2=0,995$) e os resultados expressos como mg de ácido ascórbico equivalente/100 g.

A amostra otimizada foi analisada quanto a capacidade redutora total (CRT) por meio do ensaio de Folin-Ciocalteu modificado modificado por Berker *et al.* (2013), utilizando um sistema em meio básico (NaOH) sendo o reagente de Folin-Ciocalteu (FC) previamente diluído em isobutanol. Esse ensaio mede o potencial de redução de antioxidantes solúveis em água e também os de

origem lipofílica dos extratos. Primeiramente, isobutanol foi utilizado para diluir o reagente de Folin-Ciocalteu na proporção de 1:2 (v/v) e 50 µL dos extratos dos iogurtes previamente diluídos em acetona foram misturados com 75 µL do reagente FC-isobutanol. Então, 875 µL de uma solução NaOH a 0,10 mol/L e 1,50 mL de água ultrapura foram misturados no tubo por vortex durante 10 s. Após 20 min de reação, 250 µL dessa mistura foram colocados nas microplacas e a absorbância lida em $\lambda = 665$ nm contra um branco (água ultrapura) utilizando um leitor de microplacas Epoch, Biotek, USA). Quercetina foi usada como padrão para a curva analítica (linearidade: 0-360 mg/L; $R^2=0,992$) e CRT foram expressos como mg de quercetina equivalente/100 g de farinha.

2.8 Análise microbiológica

A resolução RDC nº 12 (2001), avalia o padrão microbiológico dos alimentos visando à proteção à saúde da população. Para atestar as boas condições de higiene durante a fabricação do produto, os iogurtes foram submetidos às análises de coliformes (35°C e 45°C) e *Salmonella*. Essas análises foram realizadas conforme descritas nos métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas (BRASIL, 2003).

2.9 Análise sensorial

O protocolo de análise sensorial das amostras de iogurte orgânico foi submetido ao Comitê de Ética e aprovado sob o número 673.493 (Anexo 1). Os consumidores foram recrutados aleatoriamente na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), com idade entre 17 e 45 anos, sendo 33% do sexo masculino e 67% do sexo feminino, em idades escolares variadas sendo 2% com ensino médio incompleto, 7% com ensino médio completo, 70% com ensino superior incompleto, 3% com ensino superior completo e 18% com pós-graduação participaram do teste feito em dias diferentes. O teste foi realizado em ambiente de temperatura controlada (17°C) e 15 mL dos iogurtes foram servidos a uma temperatura de 7° C utilizando copos plásticos identificados com códigos de 3 dígitos. As amostras de iogurte (n = 10) foram analisadas para o grau de preferência de cremosidade, consistência, aceitação global, odor e sabor, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei

extremamente; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente, 5 = nem gostei nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei extremamente) (ISO, 2014). Antes da realização do teste, todos os participantes leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A ordem de apresentação das amostras seguiu um delineamento de blocos incompletos balanceados do tipo III ($t = 10$, $k = 4$, $r = 6$, $b = 15$, $\lambda = 2$), no qual 10 avaliações independentes foram obtidas para cada bloco, totalizando 150 consumidores e 600 respostas (COCHRAN e COX, 1992). A análise sensorial de aceitação da amostra otimizada foi conduzida por 105 consumidores, com idade entre 17 e 45 anos, sendo 24% do sexo masculino e 76% do sexo feminino, em idades escolares variadas sendo 2% com ensino médio incompleto, 9% com ensino médio completo, 67% com ensino superior incompleto, 6% com ensino superior completo e 17% com pós-graduação. Os consumidores foram recrutados com base na inexistência de reações alérgicas ao leite e consumo regular (pelo menos uma vez por semana) de iogurte e/ou leites fermentados. Os consumidores também foram solicitados a fornecer informações demográficas, incluindo idade, sexo, hábitos de consumo de iogurte e também responderam às perguntas: 'Se o custo de um iogurte regular é de R\$ 1,00, quanto você pagaria por um iogurte orgânico?' e 'Se o custo de um iogurte regular é de R\$ 1,00, quanto você pagaria por um leite fermentado contendo fibras dietéticas?'.

2.10 Análise estatística, modelagem e otimização da formulação

Os resultados estão expressos como média seguida do desvio padrão. Inicialmente, a homogeneidade de variâncias foi verificada pelo teste de Brown-Forsythe e diferenças significativas entre as amostras testadas pela análise de variância (ANOVA) de fator único. Quando diferenças estatisticamente significativas foram detectadas ($p < 0,05$), o teste de Fisher de diferença mínima significativa (LSD) foi utilizado. Quando os dados não se mostraram homoscedásticos, o teste de Welch-ANOVA foi utilizado. Correlações estatísticas baseadas no coeficiente de Pearson (dados paramétricos) ou coeficiente de Spearman (dados não paramétricos) foram calculadas para

verificar a existência e intensidade de associação entre as variáveis de resposta.

Para avaliar o efeito das variáveis independentes nas respostas analíticas e sensoriais, a metodologia de superfície de resposta foi empregada quando diferenças estatisticamente significativas foram observadas. Para isso, modelos quadráticos foram propostos a partir da regressão múltipla para cada resposta usando o modelo quadrático segundo a equação (3.2):

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (3.2)$$

Onde Y é a resposta, b_1 , b_2 , e b_3 são os coeficientes de regressão para os efeitos linear, b_{12} , b_{13} , b_{23} e representam os coeficientes de interação binários e b_{123} é o coeficiente de regressão ternário. No mesmo sentido, x_1 , x_2 , x_3 representam as frações de açúcar, suco de uva e farinha de casca de uva, respectivamente.

A análise de variância da equação acima foi calculada e os efeitos e coeficientes de regressão determinados. Coeficientes de regressão não-significativos ($p > 0,10$) foram descartados e os dados remodelados para obter o modelo final para cada parâmetro. Em seguida, os coeficientes de regressão foram usados para gerar gráficos de contorno bidimensional para cada variável de resposta. A adequação e melhora de ajuste foram avaliados pelo cálculo do coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). Para todos os modelos de regressão, as parcelas residuais (dados previstos vs dados experimentais) foram examinadas frente a tendências e a normalidade formalmente testada usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Nessa pesquisa, p-valores abaixo de 0,05 foram adotados para rejeitar a hipótese de nulidade.

Após a modelagem das respostas, as variáveis capacidade reductora total, impressão global, teor de cinzas e teor de fibra total foram utilizadas para otimizar a formulação de iogurte com intuito de aumentar os teores de tais variáveis. Para esta finalidade, a função de desejabilidade (d) proposta por Derringer e Suich (1980) foi utilizada, sendo que um total de 100 iterações foram necessárias para chegar ao ponto otimizado e, assim, o valor de d (medida de quanto à formulação proposta está de acordo com o objetivo), foi

obtido. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico Statistica v.7 (Statsoft, Tulsa, Estados Unidos) e Action v. 2.6 (Statcamp, São Paulo, Brasil).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados da caracterização do leite bovino orgânico podem ser observados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Caracterização do leite cru.

	Gordura (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	SNG* (g/100 g)	Lactose (g/100 g)	pH
Leite cru	4,91±0,06	3,47±0,02	9,35±0,03	5,24±0,002	6,28±0,04

*SNG: sólidos não gordurosos

O tempo de fermentação dos iogurtes foi de aproximadamente 4 horas. Após o processamento, todas as formulações foram analisadas quanto a pH, acidez titulável, atividade de água (A_w), sinérese e atividade antioxidante. Os dados estão mostrados na Tabela 3.3 e os modelos matemáticos para obtenção das superfícies de resposta podem ser observados na Tabela 3.4. Os valores de pH variaram de $4,08 \pm 0,01$ a $4,29 \pm 0,02$ e acidez titulável (g ác. láctico/100 g) de $0,61 \pm 0,10$ a $0,78 \pm 0,12$. Em relação a compostos redutores totais e DPPH as formulações C (100% suco de uva) e E (50% casca e 50% suco) mostraram-se superiores às demais, reforçando que tanto o suco quanto a casca transmitiram suas características para os iogurtes.

Tabela 3.3: Resultados de análises físico-químicas e de funcionalidade das diferentes formulações e amostra otimizada.

Amostra	Casca Uva (g/100 g)	Oligofru- tose (g/100 g)	Suco Uva (g/100 g)	pH	Acidez titulável (g ácido lático/100 g)	Atividade de água	Sinérese (g/100 g)	CRF (mgAGE/100 g)	DPPH (mg AAE/100 g)
A	1	0	0	4,19±0,006 ^d	0,61±0,10 ^f	0,985±0,002	59,79±0,60	31,95±1,68 ^b	23,93±3,25 ^{ef}
B	0	1	0	4,29±0,015 ^a	0,68±0,04 ^{cde}	0,990±0,007	59,23±0,04	9,87±0,18 ^f	3,24±1,35 ^h
C	0	0	1	4,13±0,006 ^f	0,78±0,12 ^a	0,987±0,007	68,03±0,95	39,66±1,13 ^a	36,19±2,12 ^b
D	0,5	0,5	0	4,26±0,006 ^b	0,64±0,02 ^{ef}	0,987±0,002	56,95±1,09	20,39±0,44 ^d	16,52±0,52 ^g
E	0,5	0	0,5	4,12±0,006 ^f	0,74±0,04 ^{abc}	0,987±0,004	60,59±0,05	40,25±0,97 ^a	45,15±3,33 ^a
F	0	0,5	0,5	4,17±0,006 ^e	0,70±0,02 ^{cde}	0,989±0,003	66,75±0,10	28,95±0,49 ^c	27,15±1,47 ^{de}
G	0,333	0,333	0,333	4,17±0,015 ^e	0,68±0,06 ^{de}	0,990±0,003	64,19±8,70	29,67±0,94 ^c	27,49±3,68 ^{de}
H	0,667	0,167	0,167	4,18±0,010 ^{de}	0,77±0,09 ^{ab}	0,989±0,003	58,36±0,18	20,71±0,59 ^d	30,92±4,71 ^{cd}
I	0,167	0,667	0,167	4,22±0,006 ^c	0,69±0,02 ^{cde}	0,989±0,002	61,31±0,23	14,46±0,23 ^e	21,18±0,92 ^f
J	0,167	0,167	0,667	4,08±0,006 ^g	0,72±0,05 ^{bcd}	0,989±0,002	63,05±2,97	38,93±0,51 ^a	32,99±2,55 ^{bc}
OT *	0,680	0	0,320	4,08±0,03	0,76±0,01	0,990±0,01	77,34±0,42	28,32±2,10	57,85±1,36
p-valor (Brown-Forsythe)				0,846	0,631	0,591	<0,001	0,606	0,912
p-valor (ANOVA/Welch)				<0,001	<0,001	0,798	0,821	<0,001	<0,001

Letras diferentes na mesma coluna representam resultados estatisticamente diferentes (p <0,05). CRT: compostos redutores totais.

*OT: dados referentes à amostra otimizada.

Tabela 3.4: Modelo matemático de pH, acidez titulável, compostos redutores totais e DPPH.

(Continua)

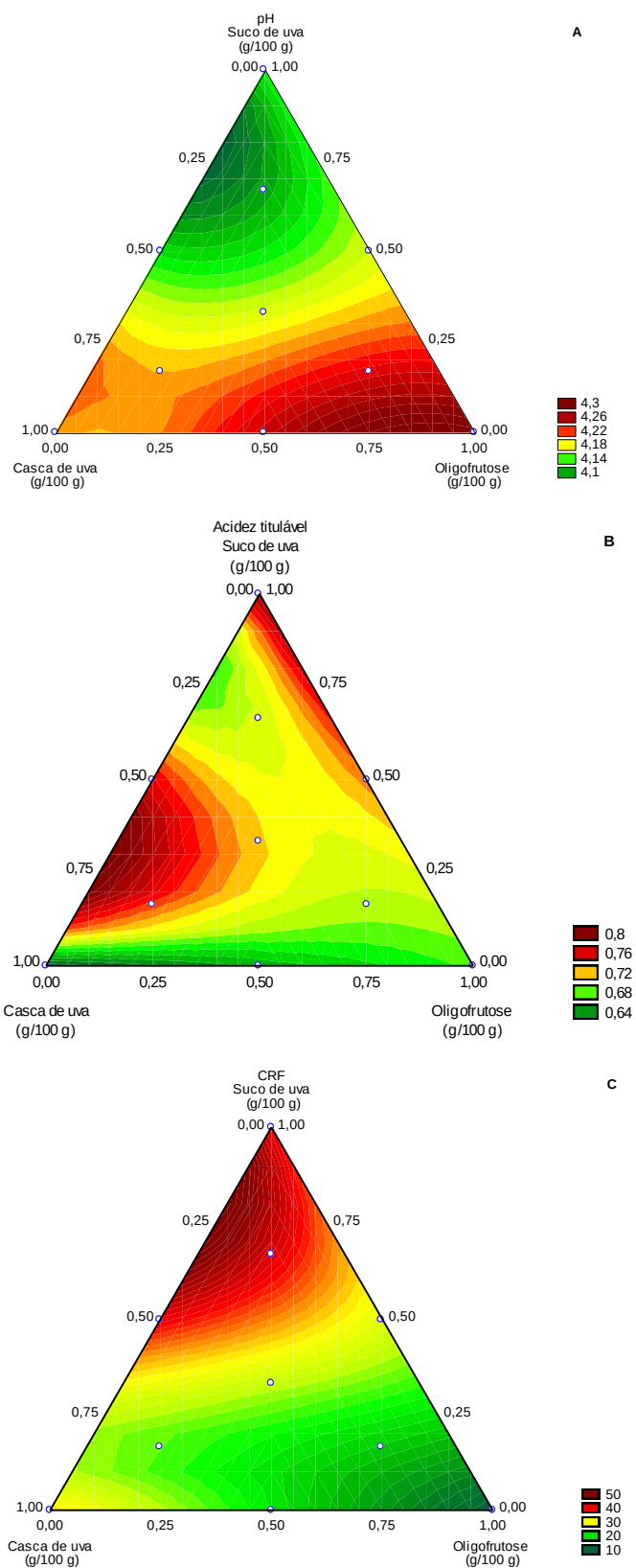
Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
pH						
(A) Casca de Uva (g/100 g)	4,195	0,007	626,220	<0,001	4,181	4,209
(B) Oligofrutose (g/100 g)	4,295	0,007	641,149	<0,001	4,281	4,309
(C) Suco de Uva (g/100 g)	4,126	0,007	557,866	<0,001	4,110	4,141
AC	-0,175	0,033	-5,260	<0,001	-0,244	-0,106
BC	-0,201	0,033	-6,062	<0,001	-0,270	-0,133
AB(A-B)	-0,218	0,121	-1,811	0,083	-0,468	0,031
AC(A-C)	0,517	0,120	4,305	<0,001	0,268	0,765
R ²	0,966					
R ² aj	0,957					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,614					
Acidez titulável						
(A) Casca de Uva (g/100 g)	0,613	0,019	32,452	<0,001	0,574	0,652
(B) Oligofrutose (g/100 g)	0,672	0,016	43,053	<0,001	0,640	0,704
(C) Suco de Uva (g/100 g)	0,777	0,019	41,135	<0,001	0,738	0,816
AC	0,228	0,094	2,431	0,023	0,035	0,421
AC(A-C)	1,175	0,294	3,993	0,001	0,569	1,781
R ²	0,673					
R ² aj	0,621					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,143					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,235					

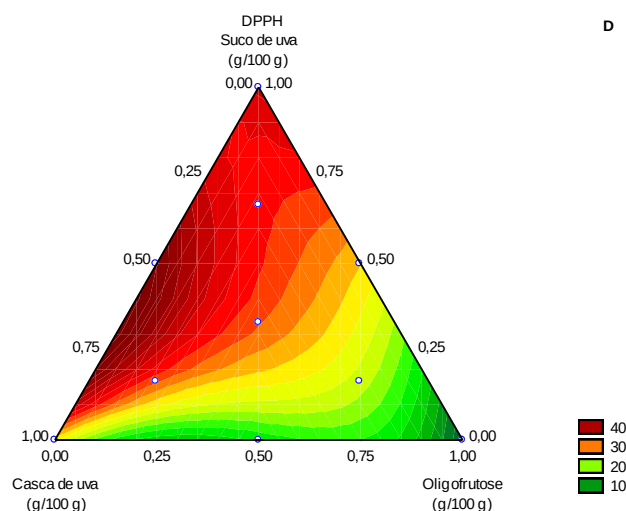
(Conclusão)

Parâmetros	Coefficiente de regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Compostos redutores totais						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	30,862	1,184	26,065	<0,001	28,412	33,311
(B)Oligofrutose (g/100 g)	8,929	1,139	7,841	<0,001	6,574	11,285
(C)Suco de Uva (g/100 g)	39,407	1,299	30,335	<0,001	36,719	42,094
AC	18,420	6,293	2,927	0,008	5,403	31,438
BC	14,876	6,326	2,352	0,028	1,790	27,961
ABC	-110,094	38,484	-2,861	0,009	-189,705	-30,483
AC(A-C)	-114,321	18,395	-6,215	<0,001	-152,374	-76,268
R ²	0,962					
R ² aj	0,952					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,059					
DPPH						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	24,755	1,519	16,296	<0,001	21,612	27,897
(B)Oligofrutose (g/100 g)	4,072	1,519	2,681	0,013	0,930	7,215
(C)Suco de Uva (g/100 g)	36,501	1,677	21,765	<0,001	33,031	39,970
AC	53,776	7,537	7,135	<0,001	38,184	69,369
BC	23,143	7,537	3,070	0,005	7,551	38,735
AB(A-B)	-72,144	27,346	-2,638	0,015	-128,708	-15,581
AC(A-C)	87,641	27,218	3,220	0,004	31,336	143,945
R ²	0,947					
R ² aj	0,933					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,116					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,376					

Com a finalidade de facilitar a interpretação dos dados, superfícies de resposta foram construídas para ilustrar o efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no pH (Figura 3.1A), acidez titulável (Figura 3.1B), compostos redutores totais (CRT) (Figura 3.1C) e DPPH (Figura 3.1D).

Figura 3.1: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva no pH (A), acidez titulável (B), capacidade redutora do ferro (CRF) (C) e DPPH (D) no iogurte.





É possível observar que a adição de suco de uva influenciou positivamente tanto na acidez quanto na capacidade redutora do ferro e, a combinação suco e casca de uva promoveram influência na atividade antioxidante frente ao radical DPPH dos iogurtes. Isso se deve a composição do suco de uva, pois contém altos níveis de ácidos orgânicos, como o tartárico (principal componente da uva e derivados), málico, ascórbico e compostos antioxidantes, em especial os compostos fenólicos (LIMA *et al.*, 2015). Genova *et al.* (2011) reforçam que a uva tem provado ser entre as frutas a com o maior teor de compostos fenólicos que, dependendo de sua estrutura química, são divididos em várias classes, e são diretamente responsáveis por maiores valores de compostos antioxidantes das bebidas fabricadas a partir desta matéria-prima.

3.2 Composição proximal

Os dados da composição proximal são mostrados na Tabela 3.5. Os valores de umidade (g/100 g) variaram de $75,27 \pm 0,02$ a $79,06 \pm 0,07$; teor de cinzas (g/100 g) de $0,63 \pm 0,09$ a $0,87 \pm 0,07$; proteínas (g/100 g) de $3,12 \pm 0,09$ a $3,86 \pm 0,13$; lipídios (g/100 g) de $3,18 \pm 0,28$ a $6,81 \pm 0,002$; fibra insolúvel (g/100 g) de $0,59 \pm 0,02$ a $3,34 \pm 0,07$; fibra solúvel (g/100 g) de $0,58 \pm 0,01$ a $3,56 \pm 0,14$; fibra total (g/100 g) de $2,55 \pm 0,13$ a $5,10 \pm 0,12$ e carboidratos (g/100 g) de $7,16 \pm 0,37$ a $13,25 \pm 0,23$. O teor de cinzas foi maior nas formulações que contém maiores proporções de casca de uva (A e H). Em relação às fibras, a formulação E (50% casca de uva e 50% suco de uva) mostrou-se superior as

demais tanto para fibras solúveis como totais. O modelo matemático apresentado na Tabela 3.6 foi utilizado para a construção das superfícies de resposta.

Tabela 3.5: Resultados da composição proximal de iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva e amostra otimizada.

Amos- tra	Casca Uva (g/100 g)	Oligofru- tose (g/100 g)	Suco Uva (g/100 g)	Umidade (g/100 g)	Cinzas (g/100 g)	PTN (g/100 g)	LIP (g/100 g)	Fibra Insolúvel (g/100 g)	Fibra Solúvel (g/100 g)	Fibra Total (g/100 g)	CHO's (g/100 g)
A	1	0	0	76,49±0,10 ^e	0,81±0,03 ^a	3,80±0,11 ^{ab}	6,23±0,32 ^b	2,17±0,11 ^c	1,20±0,10 ^e	3,37±0,003 ^e	9,35±0,22 ^{ef}
B	0	1	0	74,25±0,06 ^h	0,72±0,04 ^c	3,57±0,15 ^{cd}	5,64±0,2 ^c	1,24±0,03 ^e	1,31±0,12 ^e	2,55±0,13 ^h	13,25±0,23 ^a
C	0	0	1	79,06±0,07 ^a	0,65±0,03 ^d	3,34±0,09 ^{ef}	3,88±0,03 ^f	0,59±0,02 ^g	3,56±0,14 ^a	4,15±0,16 ^c	8,91±0,03 ^f
D	0,5	0,5	0	75,57±0,14 ^f	0,77±0,01 ^b	3,86±0,13 ^a	6,32±0,21 ^b	2,55±0,05 ^b	0,58±0,01 ^f	3,13±0,05 ^f	10,35±0,39 ^c
E	0,5	0	0,5	76,81±0,13 ^{cd}	0,72±0,02 ^c	3,39±0,14 ^{de}	6,81±0,002 ^a	3,34±0,07 ^a	1,76±0,07 ^d	5,10±0,12 ^a	7,16±0,37 ^g
F	0	0,5	0,5	76,75±0,08 ^d	0,70±0,03 ^c	3,12±0,09 ^{ab}	4,16±0,29 ^{ef}	1,14±0,13 ^{ef}	3,16±0,32 ^b	4,30±0,22 ^c	11,03±0,34 ^c
G	0,333	0,333	0,333	76,81±0,04 ^{cd}	0,58±0,01 ^e	3,20±0,11 ^{fg}	4,67±0,39 ^{de}	2,24±0,14 ^c	2,53±0,22 ^c	4,77±0,19 ^b	9,97±0,63 ^{de}
H	0,667	0,167	0,167	76,90±0,06 ^c	0,83±0,01 ^a	3,80±0,05 ^g	5,60±0,49 ^c	2,19±0,07 ^c	1,66±0,11 ^d	3,85±0,12 ^d	9,03±0,38 ^f
I	0,167	0,667	0,167	75,27±0,02 ^g	0,72±0,01 ^c	3,61±0,15 ^{bc}	5,04±0,18 ^d	1,69±0,18 ^d	1,77±0,10 ^d	3,45±0,08 ^e	11,90±0,43 ^b
J	0,167	0,167	0,667	77,80±0,10 ^b	0,68±0,04 ^d	3,02±0,06 ^g	3,18±0,28 ^g	0,94±0,02 ^f	1,91±0,04 ^d	2,85±0,03 ^g	12,49±0,32 ^b
OT*	0,680	0	0,320	79,83±0,19	0,76±0,02	3,02±0,06	3,94±0,13	3,12±0,12	2,48±0,23	5,60±0,13	6,85±0,18
p-valor (Brown-Forsythe)				0,867	0,864	0,969	0,964	0,206	0,408	0,802	0,957
p-valor (ANOVA)				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Letras diferentes na mesma coluna representam resultados estatisticamente diferentes (p < 0,05).

PTN: proteínas; LIP: lipídios; CHO's: carboidratos totais; *OT: dados referentes à amostra otimizada.

Tabela 3.6: Modelos matemáticos (MSR) que descreve os valores de umidade, cinzas, proteínas, gorduras, fibra insolúvel, fibra solúvel, fibra total e carboidratos.

(Continua)

Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Umidade						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	76,490	0,050	1524,466	<0,001	76,386	76,594
(B)Oligofrutose (g/100 g)	74,243	0,050	1479,679	<0,001	74,138	74,347
(C)Suco de Uva (g/100 g)	79,081	0,049	1613,994	<0,001	78,980	79,183
AB	0,782	0,247	3,171	0,004	0,271	1,294
AC	-3,866	0,248	-15,614	<0,001	-4,379	-3,352
BC	0,382	0,248	1,545	0,137	-0,131	0,896
ABC	14,225	1,626	8,748	<0,001	10,853	17,597
AB(A-B)	7,694	0,713	10,787	<0,001	6,215	9,173
R ²	0,997					
R ² aj	0,995					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,448					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,980					
Teor de Cinzas						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	0,818	0,019	42,400	<0,001	0,779	0,858
(B)Oligofrutose (g/100 g)	0,731	0,018	39,932	<0,001	0,694	0,769
(C)Suco de Uva (g/100 g)	0,668	0,019	34,626	<0,001	0,629	0,708
ABC	-2,559	0,602	-4,252	<0,001	-3,798	-1,320
AC(A-C)	0,824	0,330	2,500	0,019	0,145	1,503
R ²	0,732					
R ² aj	0,689					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,614					

(Continua)

Parâmetros	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Proteína						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	3,808	0,071	53,384	<0,001	3,660	3,957
(B)Oligofrutose (g/100 g)	3,586	0,071	50,261	<0,001	3,437	3,734
(C)Suco de Uva (g/100 g)	3,354	0,071	47,018	<0,001	3,206	3,503
AB	0,732	0,350	2,094	0,049	0,005	1,460
AC	-0,671	0,350	-1,919	0,069	-1,399	0,056
BC	-1,312	0,350	-3,750	0,001	-2,039	-0,584
ABC	-3,778	2,294	-1,647	0,114	-8,550	0,993
AB(A-B)	-2,063	1,162	-1,775	0,090	-4,479	0,354
AC(A-C)	4,428	1,162	3,811	0,001	2,011	6,844
R ²	0,880					
R ² aj	0,834					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,019					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,584					
Lipídios						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	6,294	0,208	30,267	<0,001	5,863	6,726
(B)Oligofrutose (g/100 g)	5,705	0,208	27,434	<0,001	5,274	6,136
(C)Suco de Uva (g/100 g)	3,832	0,228	16,775	<0,001	3,359	4,306
AC	7,812	1,105	7,070	<0,001	5,521	10,103
BC	-2,802	1,105	-2,536	0,019	-5,094	-0,511
ABC	-43,134	6,718	-6,421	<0,001	-57,066	-29,203
AB(A-B)	-13,193	3,716	-3,550	0,002	-20,900	-5,486
AC(A-C)	15,155	3,702	4,094	<0,001	7,477	22,832
R ²	0,918					
R ² aj	0,892					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,338					

(Continua)

Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Fibra Insolúvel						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	2,125	0,159	13,357	<0,001	1,795	2,455
(B)Oligofrutose (g/100 g)	1,260	0,144	8,702	<0,001	0,960	1,560
(C)Suco de Uva (g/100 g)	0,603	0,144	4,165	0,001	0,302	0,903
AB	3,072	0,769	3,992	0,001	1,476	4,668
AC	7,547	0,769	9,808	<0,001	5,952	9,143
ABC	-18,214	4,678	-3,893	0,001	-27,917	-8,512
AB(A-B)	-8,099	2,588	-3,129	0,004	-13,467	-2,732
AC(A-C)	6,109	2,588	2,360	0,027	0,742	11,477
R ²	0,913					
R ² aj	0,886					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,171					
Fibra Solúvel						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	1,137	0,165	6,861	<0,001	0,793	1,481
(B)Oligofrutose (g/100 g)	1,329	0,161	8,214	<0,001	0,993	1,665
(C)Suco de Uva (g/100 g)	3,490	0,165	21,060	<0,001	3,146	3,834
AB	-2,803	0,817	-3,428	0,002	-4,499	-1,107
AC	-2,737	0,814	-3,360	0,002	-4,427	-1,048
BC	2,817	0,817	3,444	0,002	1,121	4,513
ABC	13,495	5,371	2,512	0,019	2,355	24,635
AC(A-C)	12,587	2,355	5,342	0,001	7,701	17,473
R ²	0,919					
R ² aj	0,893					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,167					

(Conclusão)

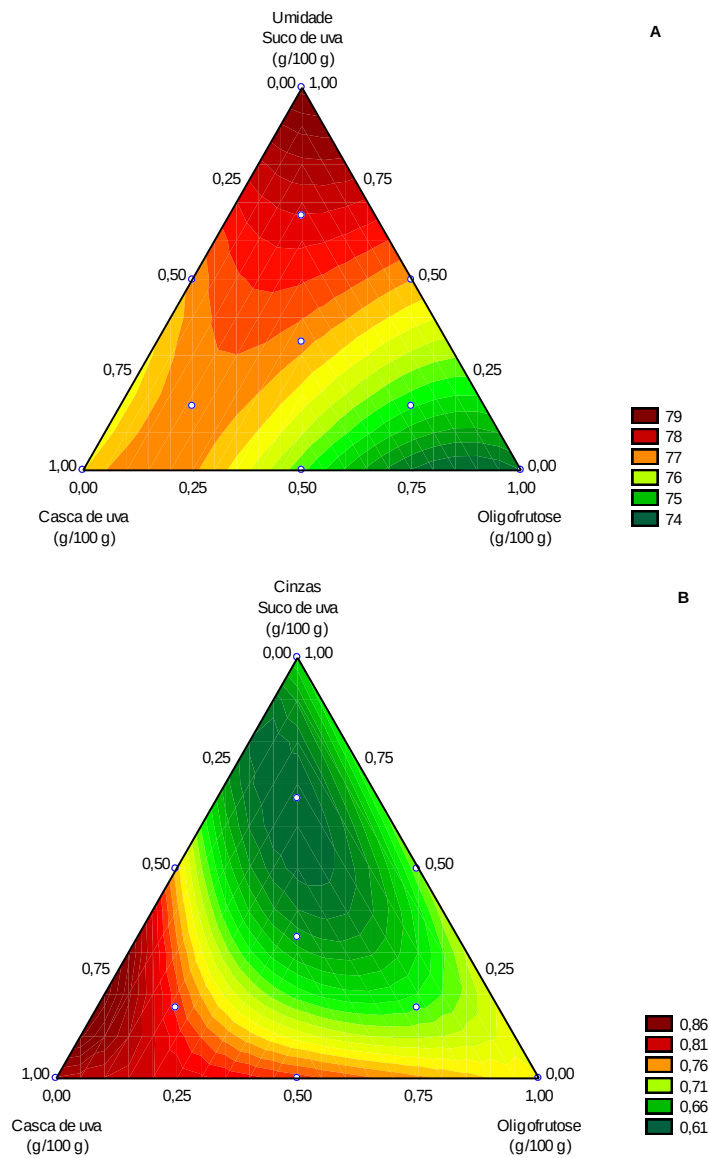
Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Fibra Total						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	3,298	0,236	13,939	<0,001	2,808	3,787
(B)Oligofrutose (g/100 g)	2,494	0,236	10,544	<0,001	2,005	2,984
(C)Suco de Uva (g/100 g)	4,072	0,261	15,589	<0,001	3,531	4,612
AC	4,695	1,173	3,999	<0,001	2,266	7,123
BC	2,828	1,173	2,409	0,024	0,400	5,257
AB(A-B)	-11,692	4,258	-2,745	0,011	-20,502	-2,882
AC(A-C)	20,445	4,239	4,822	<0,001	11,675	29,215
R ²	0,744					
R ² aj	0,678					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,003					
Carboidratos						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	9,455	0,386	24,444	<0,001	8,653	10,257
(B)Oligofrutose (g/100 g)	13,377	0,352	37,990	<0,001	12,647	14,108
(C)Suco de Uva (g/100 g)	9,043	0,352	25,680	<0,001	8,312	9,773
AB	-3,393	1,870	-1,813	0,083	-7,273	0,486
AC	-7,464	1,870	-3,989	0,001	-11,344	-3,584
ABC	41,316	11,375	3,632	0,001	17,725	64,906
AB(A-B)	16,906	6,292	2,686	0,013	3,856	29,956
AC(A-C)	-38,888	6,292	-6,179	0,001	-51,938	-25,837
R ²	0,896					
R ² aj	0,863					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	<0,001					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,503					

Na Figura 3.2 estão representadas as superfícies de resposta da influência da adição de oligofrutose, casca e suco de uva nos teores de umidade (Figura 3.2A), cinzas (Figura 3.2B), proteínas (Figura 3.2C), gorduras

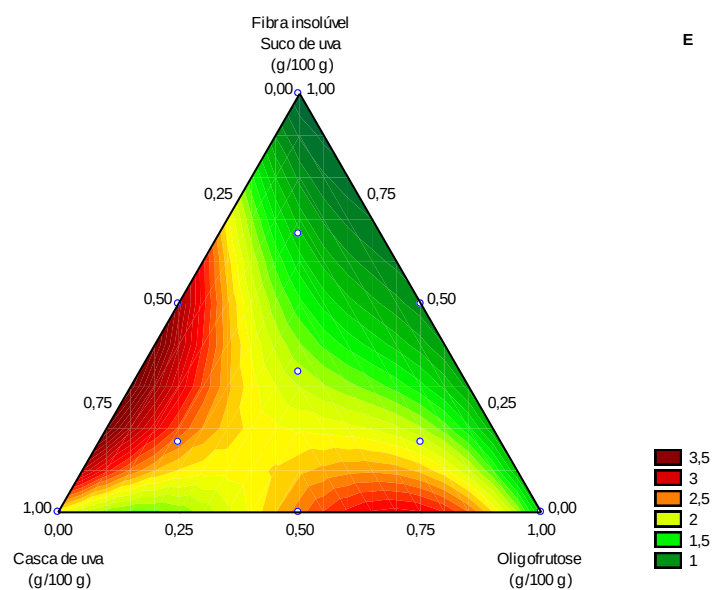
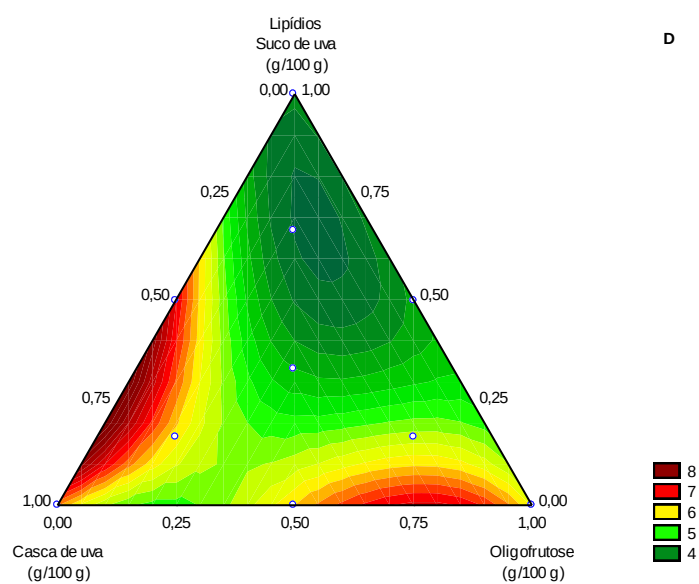
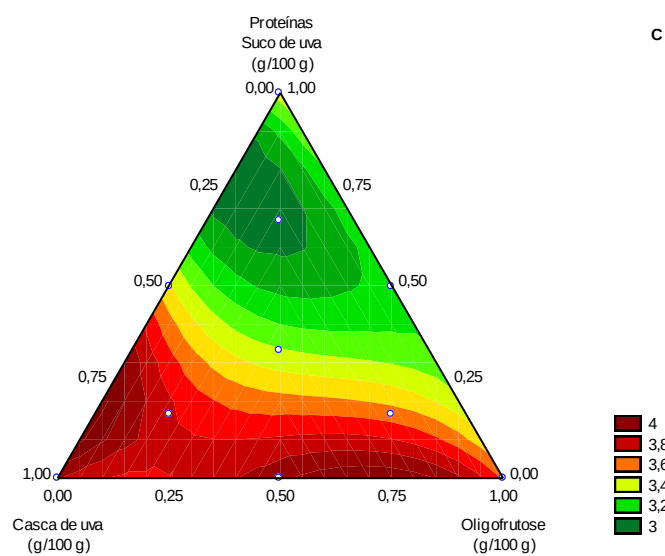
(Figura 3.2D), fibra insolúvel (Figura 3.2E), fibra solúvel (Figura 3.2F), fibra total (Figura 3.2G), e carboidratos (Figura 3.2H).

Figura 3.2: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva nos teores de umidade (Figura 3.2A), cinzas (Figura 3.2B), proteínas (Figura 3.2C), gorduras (Figura 3.2D), fibra insolúvel (Figura 3.2E), fibra solúvel (Figura 3.2F), fibra total (Figura 3.2G) e carboidratos (Figura 3.2H).

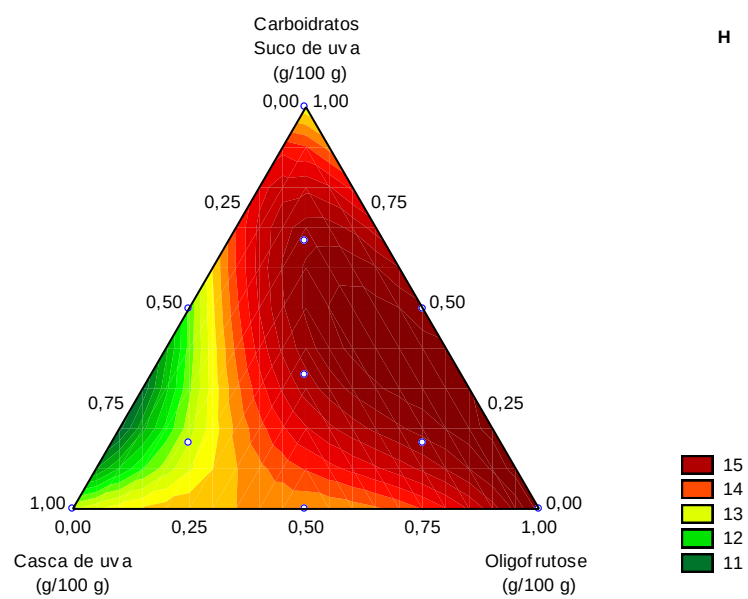
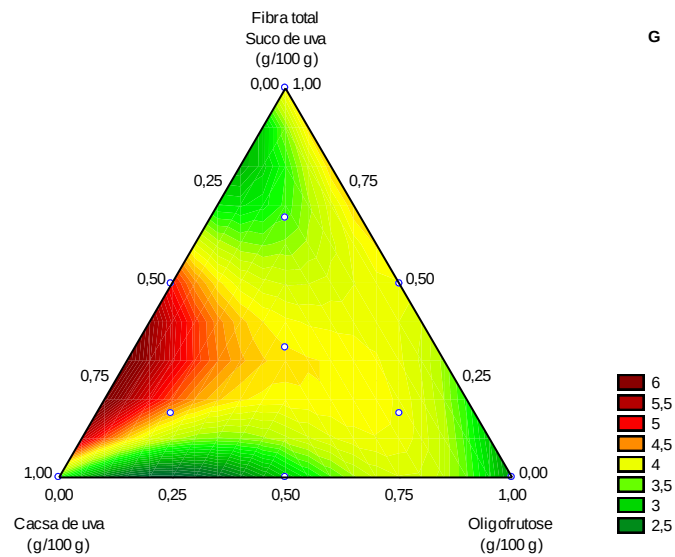
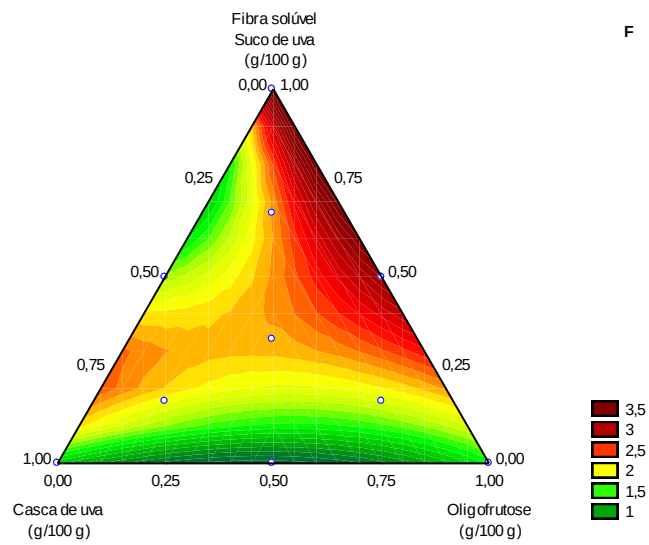
(Continua)



(Continua)



(Conclusão)



A adição de suco de uva aumentou principalmente o teor de umidade, a oligofrutose o teor de carboidratos, visto que pertence a esta classe, e a casca de uva os teores de cinzas, proteínas, lipídios, fibra insolúvel e fibra total. Lachman *et al.* (2013) afirmam que a distribuição dos minerais segue a ordem sementes > casca > polpa e suas concentrações variam de acordo com a espécie. Bioprodutos ricos em fibras, como a casca de uva, são considerados uma recompensa para as indústrias de processamento de alimentos, principalmente porque os consumidores preferem ingredientes naturais aos sintéticos, e, além disso, ainda fornecem suas propriedades funcionais aos produtos em que são adicionadas (ELLEUCH *et al.*, 2011).

3.3 Reologia

O iogurte é uma dispersão de partículas e seu comportamento reológico é baseado nas interações de agregados de caseína e glóbulos de gordura (CRISPÍN-IZIDRO *et al.*, 2015). De acordo com Cruz *et al.* (2013), a reologia de um iogurte deve-se a formação de uma rede tridimensional de caseína e proteínas do soro que devido a acidificação formam agregados resultando na estrutura de gel. Os parâmetros de firmeza (g), consistência (g/s), coesividade (g) e viscosidade (g/s) estão mostrados na Tabela 3.7.

Tabela 3.7: Parâmetros reológicos de iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva e iogurte otimizado.

Amostra	Casca Uva (g/100 g)	Oligofru- tose (g/100 g)	Suco Uva (g/100 g)	Firmeza (g)	Consistência (g/s)	Coesividade (g)	Viscosidade (g/s)
A	1	0	0	20,88±1,32 ^{bc}	493,13±36,03 ^{ab}	-15,37±1,98 ^{cd}	-16,29±4,68 ^e
B	0	1	0	20,12±0,39 ^{cd}	472,24±8,77 ^{bc}	-14,72±1,48 ^{bcd}	-12,67±3,12 ^d
C	0	0	1	16,46±0,33 ^g	376,22±9,50 ^e	-11,09±0,71 ^a	-2,65±0,39 ^a
D	0,5	0,5	0	22,04±0,76 ^a	512,21±14,91 ^a	-16,13±0,79 ^d	-18,48±0,72 ^e
E	0,5	0	0,5	18,49±0,43 ^f	430,46±10,87 ^d	-13,52±0,27 ^b	-7,78±0,52 ^c
F	0	0,5	0,5	19,00±0,33 ^{ef}	425,74±6,90 ^d	-13,34±0,45 ^b	-6,59±0,55 ^{bc}
G	0,333	0,333	0,333	19,68±0,61 ^{de}	459,49±13,75 ^c	-14,72±0,71 ^{bcd}	-11,42±1,64 ^b
H	0,667	0,167	0,167	21,79±0,17 ^{ab}	509,30±11,14 ^a	-15,66±0,71 ^{cd}	-17,77±0,91 ^e
I	0,167	0,667	0,167	19,76±0,49 ^{de}	458,06±8,40 ^c	-14,43±0,80 ^{bc}	-11,95±2,34 ^d
J	0,167	0,167	0,667	17,33±0,17 ^g	396,28±3,02 ^e	-11,24±0,25 ^a	-3,81±0,66 ^{ab}
OT*	0,680	0	0,320	18,00±0,06	403,03±3,23	-11,41±0,38	-4,56±1,06
p-valor (Brown-Forsythe)				0,869	0,826	0,541	0,634
p-valor (ANOVA)				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Letras diferentes na mesma coluna representam resultados estatisticamente diferentes (p <0,05).

OT*: dados referentes a amostra otimizada.

As combinações 50% casca de uva e 50% oligofrutose (formulação D) e 66% casca de uva, 16% oligofrutose e 16% suco de uva (Formulação H) foram os iogurtes mais firmes e também os mais consistentes, por outro lado menos coesos e viscosos. Os iogurtes C (100% suco de uva) e J (66% suco de uva, 16% oligofrutose e 16% casca de uva) mostraram-se mais viscosos e coesos e menos firmes e consistentes. Ou seja, os parâmetros reológicos estão altamente correlacionados entre si. A firmeza está correlacionada com a consistência ($r=0,981$; $p<0,001$), viscosidade ($r=-0,963$; $p<0,001$) e coesividade ($r=-0,910$; $p<0,001$). A consistência apresentou associação significativa com a coesividade ($r=-0,932$; $p<0,001$) e viscosidade ($r=-0,982$; $p<0,001$), sendo que a coesividade mostrou-se altamente correlacionada ($r=0,921$; $p<0,001$) com a viscosidade. O modelo matemático utilizado para a construção das superfícies de resposta pode ser observado na Tabela 3.8.

Tabela 3.8: Modelo matemático dos parâmetros reológicos: firmeza, consistência, coesividade e viscosidade.

(Continua)

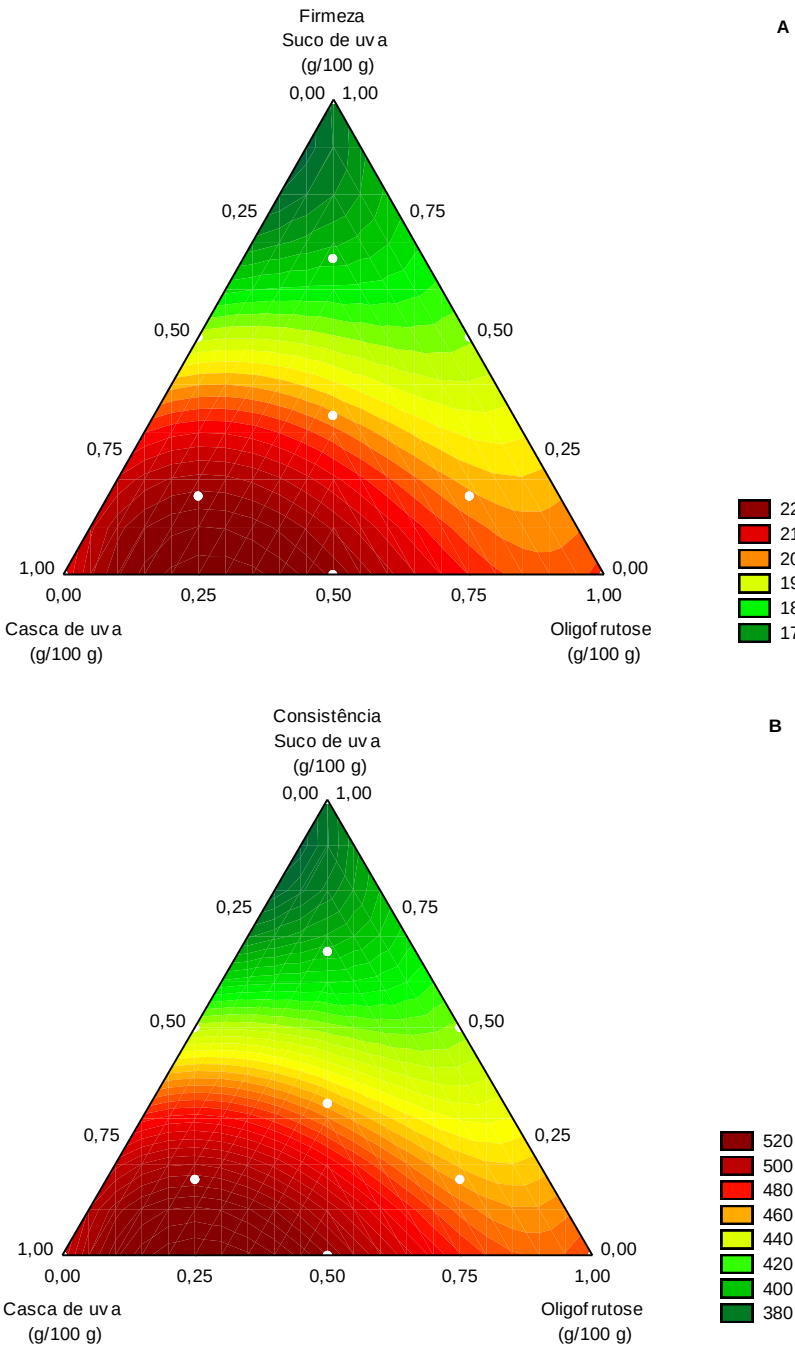
Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Firmeza						
(A) Casca Uva (g/100 g)	20,756	0,308	67,334	<0,001	20,120	21,392
(B)Oligofrutose (g/100 g)	20,350	0,308	66,018	<0,001	19,714	20,986
(C)Suco Uva (g/100 g)	16,549	0,272	60,748	<0,001	15,986	17,111
AB	5,486	1,530	3,585	0,001	2,328	8,644
AB(A-B)	10,534	5,517	1,909	0,068	-0,853	21,920
AC(A-C)	11,814	5,542	2,132	0,043	0,376	23,253
R ²	0,911					
R ² aj	0,893					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,461					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,862					
Consistência						
(A) Casca Uva (g/100 g)	491,231	7,173	68,483	<0,001	476,426	506,035
(B)Oligofrutose (g/100 g)	472,631	7,173	65,890	<0,001	457,827	487,435
(C) Suco Uva (g/100 g)	374,750	6,339	59,118	<0,001	361,666	387,832
AB	116,342	35,605	3,268	0,003	42,857	189,826
AB(A-B)	232,820	128,376	1,814	0,082	-32,134	497,774
AC(A-C)	289,409	128,967	2,244	0,034	23,235	555,583
R ²	0,926					
R ² aj	0,911					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,988					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,571					

(Conclusão)						
Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Coesividade						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	-15,364	0,457	- 33,586	<0,001	-16,306	-14,422
(B)Oligofrutose (g/100 g)	-14,796	0,444	- 33,328	<0,001	-15,710	-13,882
(C)Suco de Uva (g/100 g)	-11,207	0,405	- 27,688	<0,001	-12,040	-10,373
AB	-3,809	2,310	-1,649	0,112	-8,566	0,949
AC(A-C)	-18,233	7,246	-2,516	0,019	-33,156	-3,310
R ²	0,798					
R ² aj	0,765					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,749					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,630					
Viscosidade						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	-15,885	0,998	- 15,917	<0,001	-17,940	-13,830
(B)Oligofrutose (g/100 g)	-12,066	0,969	- 12,458	<0,001	-14,061	-10,071
(C)Suco de Uva (g/100 g)	-1,860	0,883	-2,107	0,045	-3,679	-0,042
AB	-16,408	5,039	-3,256	0,003	-26,786	-6,029
AC(A-C)	-50,185	15,807	-3,175	0,004	-82,740	-17,629
R ²	0,898					
R ² adj	0,882					
p-valor (modelo)	<0,001					
p-valor (falta de ajuste)	0,760					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,348					

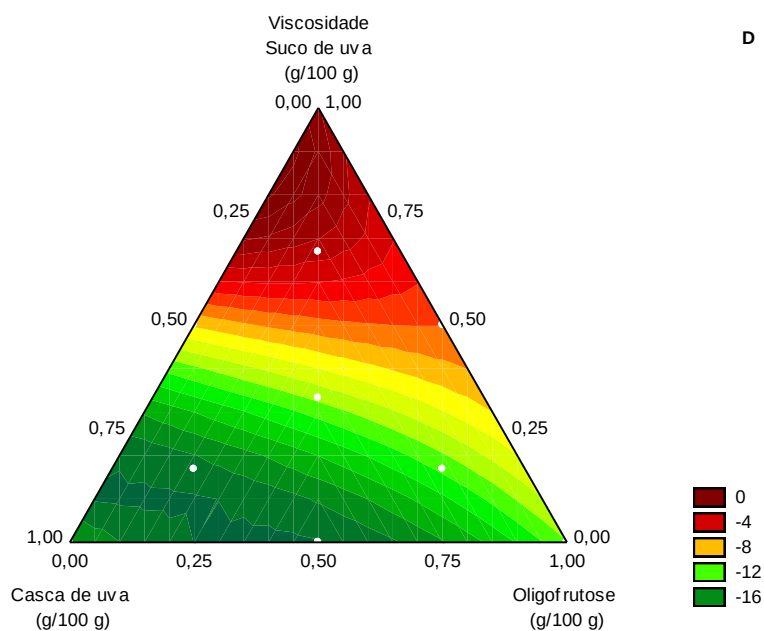
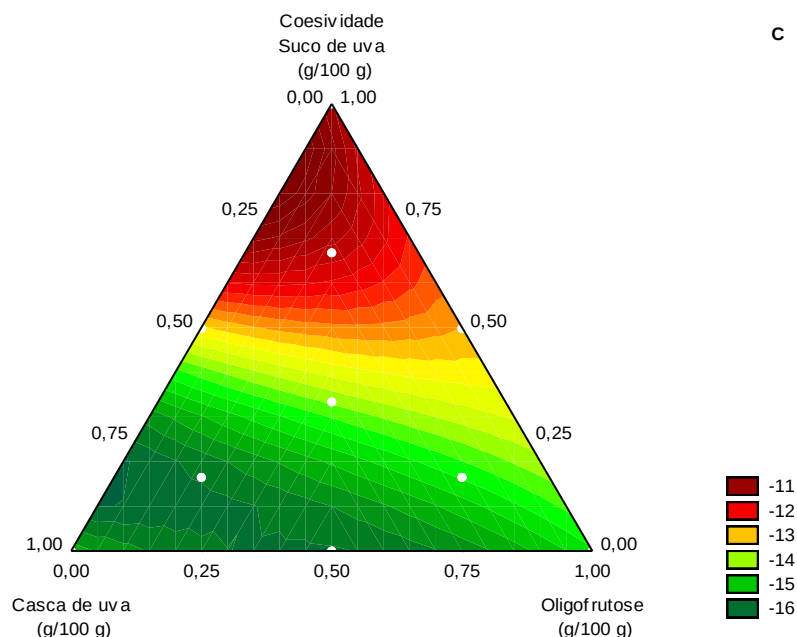
As superfícies de resposta facilitam a interpretação de como a adição de oligofrutose, suco e casca de uva influenciaram nos parâmetros reológicos de firmeza (Figura 3.3A), consistência (Figura 3.3B), coesividade (Figura 3.3C) e viscosidade (Figura 3.3D).

Figura 3.3: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva na (A) firmeza, (B) consistência, (C) coesividade e viscosidade (D) do iogurte.

(Continua)



(Conclusão)



Pimentel, Garcia e Prudêncio (2012) avaliaram a firmeza e coesividade, de iogurtes integrais, desnatados, prebióticos (desnatado + inulina), probióticos (desnatado + *L. paracasei* ssp *paracasei*) e simbióticos (desnatado, inulina e *L. paracasei* ssp *paracasei*) durante 28 dias de estocagem e concluíram que a estabilidade dos parâmetros de textura é importante, pois o produto com algumas semanas de idade será semelhante ao produto recém fabricado. No presente estudo, os parâmetros de coesividade e viscosidade foram afetados

pela adição de suco de uva enquanto a firmeza e a consistência foram influenciadas principalmente pela adição de casca de uva.

A oligofrutose é muito utilizada como substituto do açúcar e como modificador de textura (PIMENTEL, CRUZ e PRUDÊNCIO, 2013), porém, nesse estudo a casca de uva mostrou-se mais influente nesse aspecto em relação à oligofrutose. Como já é de conhecimento, esse bioproduto é rejeitado após os processos de fabricação de vinho ou suco de uva, porém, os resultados desse estudo mostram o seu grande potencial de utilização com apelo a vários aspectos diferentes. De acordo com Lachamn *et al.* (2013), a utilização destes bioprodutos pode contribuir para a redução dos custos de produção, para a criação de novos alimentos e ainda como fonte para melhorar o valor nutritivo da alimentação humana.

3.4 Análise Sensorial

Antes de serem submetidos à apreciação pelos consumidores, todos os iogurtes passaram pela avaliação microbiológica e não apresentaram coliformes (35°C e 45°C) nem *Salmonella*. Os resultados obtidos através da análise sensorial podem ser observados na Tabela 3.9.

Tabela 3.9: Resultados da análise sensorial para os parâmetros cremosidade, odor, sabor e impressão global.

	Casca de uva (g/100 g)	Oligofrutose (g/100 g)	Suco de uva (g/100 g)	Cremosidade na colher	Cremosidade na boca	Odor	Sabor	Impressão global
A	1	0	0	6,27±1,51 ^a	5,60±1,96 ^c	6,43±1,82	5,92±2,06 ^d	6,27±1,90 ^d
B	0	1	0	6,85±1,26 ^{bc}	6,77±1,58 ^b	6,80±1,68	7,12±1,85 ^{abc}	7,22±1,35 ^{ab}
C	0	0	1	5,07±1,94 ^e	5,40±1,83 ^c	6,65±1,74	6,85±1,77 ^{bc}	6,42±1,65 ^d
D	0,5	0,5	0	6,60±1,76 ^{bc}	6,50±1,80 ^b	6,33±1,74	6,73±1,89 ^{bc}	6,63±1,79 ^{cd}
E	0,5	0	0,5	6,77±1,59 ^{bc}	6,77±1,57 ^b	6,35±1,61	6,65±2,01 ^c	6,77±1,63 ^{bcd}
F	0	0,5	0,5	6,78±1,63 ^{bc}	6,75±1,58 ^b	6,68±1,33	7,35±1,23 ^{ab}	7,30±1,21 ^{ab}
G	0,333	0,333	0,333	7,05±1,69 ^{ab}	7,02±1,70 ^{ab}	6,20±1,70	7,12±1,83 ^{abc}	6,87±1,73 ^{bc}
H	0,667	0,167	0,167	6,72±1,80 ^{bc}	6,65±1,91 ^b	6,30±1,74	6,97±1,62 ^{abc}	6,97±1,53 ^{abc}
I	0,167	0,667	0,167	7,45±1,61 ^a	7,55±1,47 ^a	6,73±1,64	7,55±1,31 ^a	7,50±1,31 ^a
J	0,167	0,167	0,667	5,75±1,79 ^d	5,78±1,84 ^c	6,50±1,38	6,95±1,79 ^{abc}	6,53±1,49 ^{cd}
OT*	0,680	0	0,320	5,82±1,67	6,05±1,73	6,95±1,38	7,04±1,60	7,09±1,18
p-valor (Brown – Forsythe)				0,028	0,031	0,639	0,002	0,021
p-valor (ANOVA)				<0,001	<0,001	0,447	<0,001	<0,001

Letras diferentes na mesma coluna representam resultados estatisticamente diferentes (p <0,05).

OT*: dados referentes a amostra otimizada.

Dentre os parâmetros avaliados, não houve diferença ($p>0,05$) entre as amostras para odor ($p=0,639$). Os valores de cremosidade da colher variaram significativamente ($p<0,05$) de $5,07\pm 1,94$ (não gostei nem desgostei) a $7,45\pm 1,61$ (gostei moderadamente); cremosidade na boca de $5,78\pm 1,84$ (não gostei nem desgostei) a $7,55\pm 1,47$ (gostei moderadamente); sabor de $5,92\pm 2,06$ (não gostei nem desgostei) a $7,55\pm 1,31$ (gostei moderadamente); e impressão global de $6,27\pm 1,90$ (gostei ligeiramente) a $7,50\pm 1,31$ (gostei moderadamente).

O modelo matemático utilizado para construção das superfícies de resposta para cada atributo sensorial avaliado está mostrado na Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Modelo matemático para os parâmetros sensoriais: cremosidade na colher, cremosidade na boca, sabor e impressão global

(Continua)

Parâmetros	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Cremosidade na colher						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	6,314	0,297	21,271	0,000004	5,551	7,077
(B)Oligofrutose (g/100 g)	7,040	0,297	23,715	0,000002	6,277	7,803
(C)Suco de Uva (g/100 g)	4,887	0,333	14,684	0,000003	4,032	5,743
AB	4,102	1,536	2,670	0,044	0,153	8,051
BC	3,273	1,536	2,130	0,086	-0,676	7,221
R ²	0,857					
R ² aj	0,743					
p-valor (modelo)	0,024					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,451					

(Continua)

Parâmetros	Coefficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Cremosidade na boca						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	5,591	0,065	85,548	0,0001	5,310	5,872
(B)Oligofrutose (g/100 g)	6,761	0,065	103,449	0,0001	6,480	7,042
(C)Suco de Uva (g/100 g)	5,391	0,065	82,449	0,0001	5,110	5,672
AB	1,339	0,294	4,559	0,045	0,075	2,602
AC	5,159	0,294	17,568	0,003	3,895	6,422
BC	2,739	0,294	9,327	0,011	1,475	4,002
AB(A-B)	-11,520	1,067	-10,798	0,008	-	-6,930
					16,110	
AC (A-C)	13,740	1,067	12,879	0,006	9,150	18,330
R ²	0,998					
R ² aj	0,991					
p-valor (modelo)	0,007					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,018					
Sabor						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	6,167	0,194	31,749	0,000001	5,668	6,666
(B)Oligofrutose (g/100 g)	7,275	0,213	34,146	0,0000004	6,727	7,823
(C)Suco de Uva (g/100 g)	6,965	0,220	31,726	0,000001	6,401	7,530
BC	1,940	1,109	1,750	0,141	-0,910	4,790
AC(A-C)	5,226	3,477	1,503	0,193	-3,713	14,165
R ²	0,826					
R ² aj	0,688					
p-valor (modelo)	0,038					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,523					

(Conclusão)						
Parâmetros	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	t-valor	p-valor	-95% confiança	+95% confiança
Impressão Global						
(A)Casca de Uva (g/100 g)	6,243	0,117	53,448	0,00001	5,872	6,615
(B)Oligofrutose (g/100 g)	7,193	0,117	61,581	0,00001	6,822	7,565
(C)Suco de Uva (g/100 g)	6,438	0,129	49,920	0,00002	6,027	6,848
AC	1,716	0,580	2,960	0,060	-0,129	3,560
BC	1,936	0,580	3,339	0,044	0,091	3,780
AB(A-B)	-4,631	2,103	-2,203	0,115	-11,323	2,060
AC(A-C)	8,602	2,093	4,110	0,026	1,941	15,263
R ²	0,965					
R ² aj	0,896					
p-valor (modelo)	0,027					
p-valor (normalidade dos resíduos)	0,268					

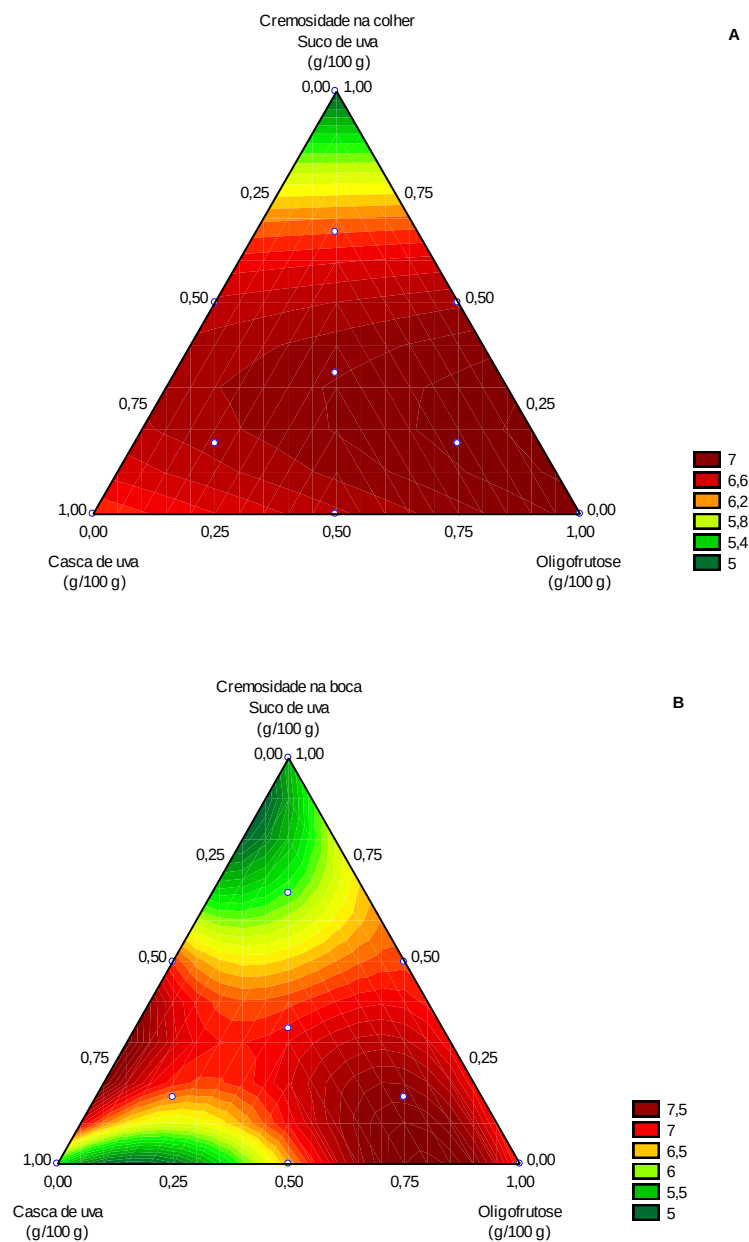
A figura 3.4 mostra as superfícies de resposta para os parâmetros de cremosidade na colher (Figura 3.4A), cremosidade na boca (Figura 3.4B), sabor (Figura 3.4C) e impressão global (Figura 3.4D).

A combinação ternária dos fatores teve maior influência que as combinações binárias e os efeitos isolados da adição de oligofrutose, casca e suco de uva nos parâmetros sensoriais. A formulação I (66% oligofrutose, 16% casca de uva e 16% suco de uva) obteve as maiores notas para cremosidade na colher, cremosidade na boca, sabor e impressão global, seguida da formulação G (33% oligofrutose, 33% casca de uva e 33% suco de uva) e H (66% casca de uva, 16% suco de uva e 16% casca de uva). Estudando a influência da inulina e *Lactobacillus paracasei* sub. *paracasei* no perfil sensorial e aceitação de um iogurte, Pimentel, Cruz e Prudêncio (2013), notaram que quando misturada no leite a oligofrutose forma uma textura cremosa que proporciona uma sensação agradável na boca e ainda que a inulina pode

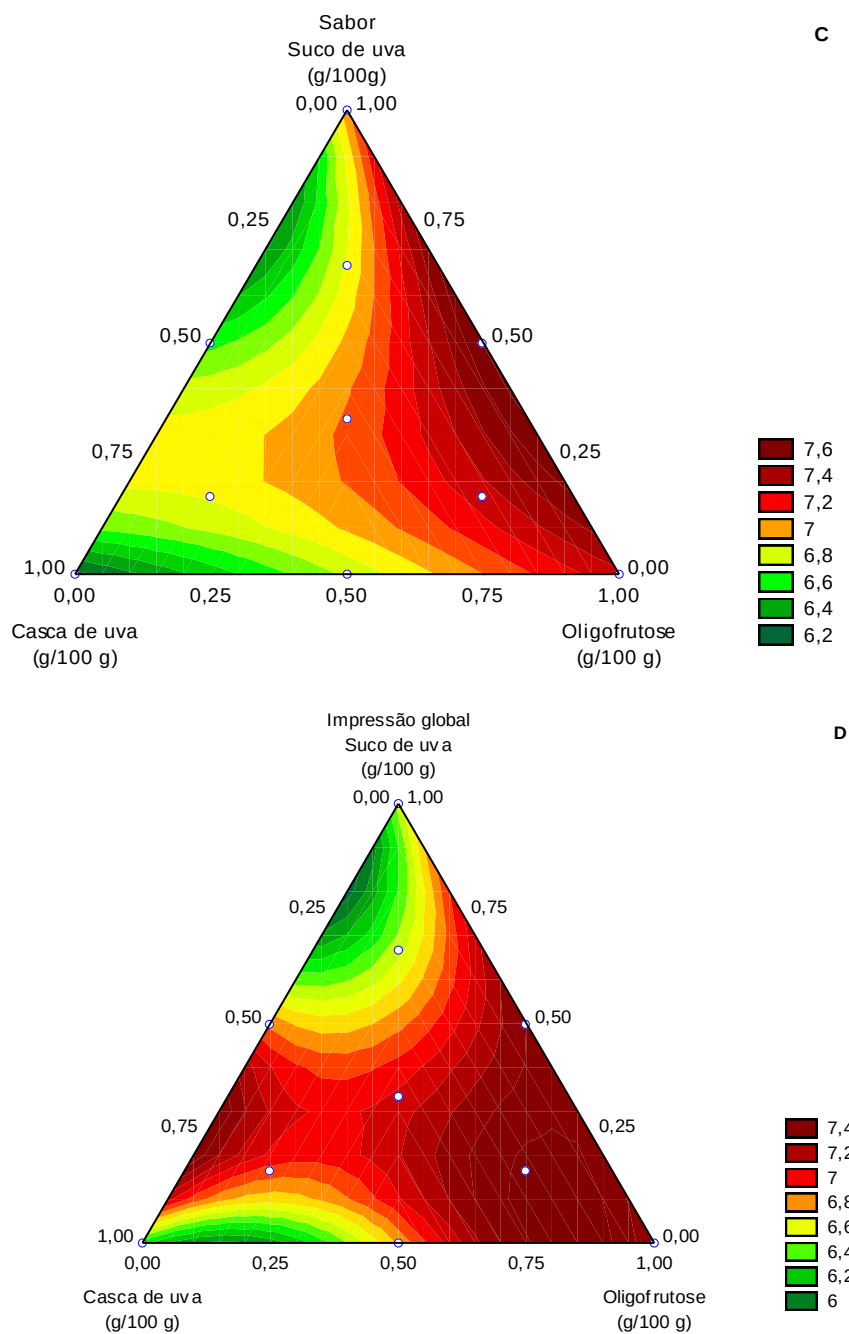
aumentar a cremosidade de iogurtes quando pelo menos uma pequena quantidade de gordura está presente no produto. Isso reforça os dados desse estudo, pois as formulações G, H e I contem uma quantidade considerável de gordura (G: $4,67 \pm 0,39$; H: $5,60 \pm 0,49$; I: $5,04 \pm 0,18$).

Figura 3.4: Efeito da adição de casca de uva, oligofrutose e suco de uva nos parâmetros sensoriais (A) cremosidade na colher, (B) cremosidade na boca, (C), sabor e (D) impressão global.

(Continua)



(Conclusão)



A análise sensorial no desenvolvimento de produto é importante, pois reflete a aceitação pelos consumidores em geral. De acordo com Crispín-Izidro *et al.* (2015) a aceitabilidade compreende a combinação de percepções sensoriais ligadas ao sabor, viscosidade, cremosidade, entre outros.

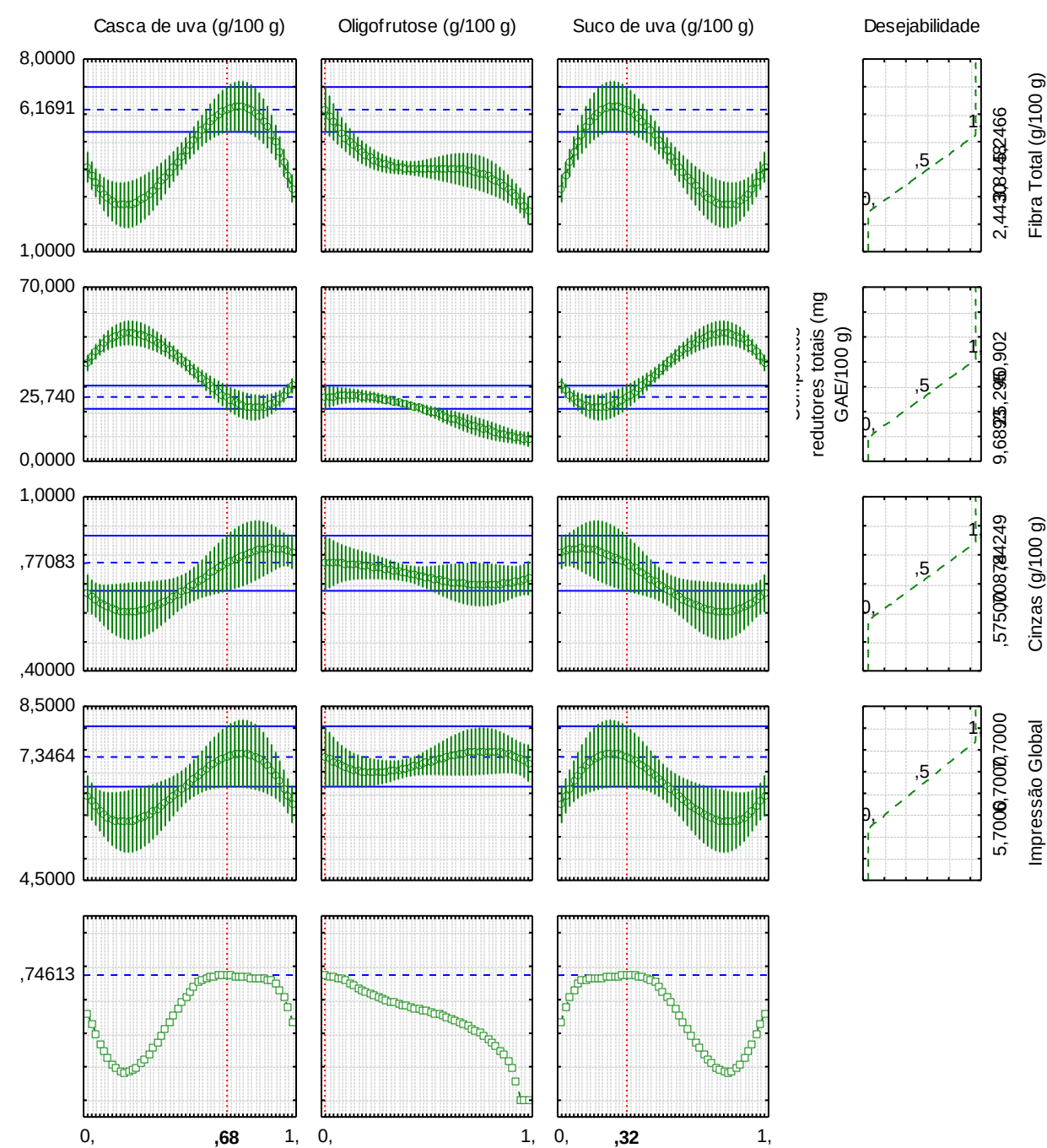
Apesar de toda a justificativa de um produto orgânico, fonte de fibras, que faz reaproveitamento de subprodutos no momento da escolha do

consumidor o preço também se torna um fator crucial. Dos 150 consumidores que participaram da análise sensorial, a grande maioria pagaria um valor de R\$ 2,00 a mais por um produto orgânico (39% dos consumidores) e fonte de fibras (35% dos consumidores). Em relação a custos, 6% dos entrevistados não pagariam nada a mais por um produto orgânico e 5% não pagariam nada a mais por um produto fonte de fibras, ou seja, ainda são necessárias medidas de conscientização sobre o diferencial de novos produtos.

3.5 Otimização simultânea

Foram adotadas 100 iterações para maximizar as variáveis de resposta capacidade redutora total (CRT), impressão global, teor de cinzas e teor de fibra total obtendo-se a máxima funcionalidade *in vitro* da amostra (Figura 3.5). O valor de desejabilidade obtido foi de 0,75, ou seja, a amostra otimizada corresponde a 75% das exigências. A formulação otimizada, composta de 68% casca e 32% suco de uva, é o ponto ótimo do delineamento experimental e apresentou valores para capacidade de redução do ferro de $28,32 \pm 2,10$ mg AGE/100 g e capacidade redutora total de $28,86 \pm 5,19$ mg QE/100 g intermediários em relação as demais formulações, porém a atividade antioxidante frente ao radical DPPH foi superior apresentando valor de $57,85 \pm 1,36$ mg de AAE/100 g. Em relação a composição proximal o teor de cinzas ($0,76 \pm 0,02$ g/ 100 g) mostrou-se intermediário e o teor de fibra total ($5,60 \pm 0,13$ g/100 g) superior frente as demais formulações de iogurte. Na análise sensorial obteve 74% das notas iguais/maior a 7 (gostei moderadamente) apresentando média de $7,09 \pm 1,18$. A formulação otimizada apresentou valores intermediários para firmeza ($18,00 \pm 0,06$), consistência ($403,03 \pm 3,23$), coesividade ($-11,41 \pm 0,38$) e viscosidade ($-4,56 \pm 1,06$) em relação às demais formulações.

Figura 3.5: Perfis para valores previstos e de desejabilidade na otimização da formulação de iogurte orgânico.



Conclusões

A adição da casca de uva, oligofrutose e suco de uva influenciou de forma diferente na composição físico-química, proximal, reologia e análise sensorial dos iogurtes. A adição de casca promoveu aumento nos teores de cinzas e fibra total. A capacidade de redução do ferroe atividade antioxidante (DPPH) dos iogurtes aumentou com a adição de suco e casca de uva. Nos parâmetros reológicos a casca de uva e a oligofrutose promoveram iogurtes com mais firmeza e consistência enquanto que a adição do suco de uva influenciou principalmente na viscosidade. A aceitabilidade dos iogurtes, medida através da impressão global, foi melhor quando ocorreu a combinação de oligofrutose, casca de uva e suco de uva. A amostra otimizada apresentou teor de cinzas de $0,76 \pm 0,02$ (g/100 g), teor de fibra total (g/100 g), de $5,60 \pm 0,13$, inibição do radical DPPH (mg AAE/ 100g), de $57,85 \pm 1,36$, teor de CRT (mg AGE/100 g) de $28,32 \pm 2,10$ e impressão global de $7,09 \pm 1,18$. O reaproveitamento de coprodutos gerados pelas indústrias é interessante, pois, além de agregar valor aos produtos, diminuem custos com produção e ainda são benéficos para o meio ambiente, visto que muitas vezes são descartados de forma errônea.

REFERÊNCIAS

Allgeyer, L. C., Miller, J. M. e Lee, S. Y. Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 4471–4479, 2010.

Al-Sheraji, S. H., Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Yusof, R. M.e Hassan, F. A. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 1542 – 1553, 2013.

Berker, K. I., OzdemirOlgun, F. A., Ozyurt, D., Demirata, B., andApak, R. Modified Folin–Ciocalteu antioxidant capacity assay for measuring lipophilic antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61(20), p. 4783-4791, 2013.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. andBerset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidantactivity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 28, p.25-30, 1995.

BRASIL. **Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. (2003). Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/downloads/legislacao/anexo_IN_062_1.pdf>. Acesso em 01 ago. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Uva. Brasília, MAPA. (2016). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/uva>> Acesso em: 14/01/2016

Cadena, R. S., Caimi, D., Jaunarena, I., Lorenzo, I., Vidal, L., Ares, G., Deliza, R., Giménes, A. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts. **Food Research International**, v. 64, p. 446–455, 2014.

Cochran, W. G., & Cox, G. M. (1992). *Experimental designs*. (2nded.). New York: John Wiley e Sons.

Costabile, A., Walton, G. E., Tzortzis, G., Vulevic, J., Charalampopoulos, D., Gibson, G. R.Effects of Orange Juice Formulation on Prebiotic Functionality

Using an In Vitro Colonic Model System. **Plos One**. 2015. doi:10.1371/journal.pone.0121955

Crispín-Izidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J. e Vernon-Carter, E. J. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 438-444, 2015.

Cruz, A. G., Cavalcanti, R. N., Guerreiro, L. M. R., Sant'Ana, A. S., Nogueira, L. C., Oliveira, C. A. F., Deliza, R., Cunha, R. L., Faria, J. A. F. e Bolini, H. M. A. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of Food Engineering** v. 114, p. 323–330, 2013.

Derringer, G.; Suich, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, p. 214-219, 1980.

Drunkler, L.N.; Santos, R.; Leite J.M.; Mandarino, G.; Demiate, I.M. Cassava starch as a stabilizer of soy-based beverages. **Food Science and Technology International**, Barcelona, v. 18, p. 489-499, 2012.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S.m Blecker, C. e Attia, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, p. 411–421, 2011.

Espírito-Santo, A. P., Lagazzo, A., Sousa, A. L. O. P., Perego, P., Converti, A. e Oliveira, M. N. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. **Food Research International**, v. 50, p. 224–231, 2013.

Genova, G., Iacopini, P., Baldi, M., Ranieri, A., Storchi, P. e Sebastiani, L. Temperature and storage effects on antioxidant activity of juice from red and white grapes. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 13-23, 2012.

Gonzalez, N. J., Adhikari, K., Sancho-Madriz, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 158-163, 2011.

Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. A. F. e Shah, N. Probiotic Dairy Products as Functional Foods. Comprehensive Reviews. **Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 455 – 470, 2010.

Granato, D., Grevink, R., Zielinski, A. A., Nunes, D. S., and van Ruth, S. M. Analytical strategy coupled with response surface methodology to maximize the extraction of antioxidants from ternary mixtures of green, yellow, and red teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62(42), p.10283-10296, 2014.

Granato, D., Masson, M. L. e Ribeiro, J. C. B. Sensory acceptability and physical stability evaluation of a prebiotic soy-based dessert developed with passion fruit juice. **Food Science and Technology**, v. 32(1), p. 119-125, 2012.

Horwitz, W. and Latimer, G. (2005). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International.

ISAPP - International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics. 2009. **Prebiotics: A consumer guide for making smart choices**. Disponível em: <http://www.isapp.net/docs/Consumer_Guidelines-prebiotic.pdf> Acesso em 24/09/2015.

ISO. Sensory analysis – Methodology: General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area. ISO 11136, 2014

Kailasapathy, K., Harmstorf, I. e Phillips, M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 4, p. 1317-1322, 2008.

Karnopp, A. R., Figueroa, A. M., Los, P. R., Teles, J. C., Simões, D. R. S., Barana, A. C., Kubiaki, F. T., Oliveira, J. G. B., Granato, D. Effects of whole-wheat flour and bordeaux grape pomace (*Vitis labrusca* L.) on the sensory, physicochemical and functional properties of cookies. **Food Science and Technology**, v.35(4), p. 750-756, 2015.

Keogh MK, O'Kennedy BT. Reologia de iogurte agitado em função de adição de gordura do leite, proteína e hidrocolóides **Journal of Food Science**, v.63, p. 108-112, 1998.

Lachman, J., Hejtmánková, A., Hejtmánková, K., Stepánka, H., Pivec, V., Skala, O., Dedina, M. e Pribyl, J. Towards complex utilisation of winemaking residues: Characterisation of grape seeds by total phenols, tocopherols and essential elements content as a by-product of winemaking. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 445-453, 2013.

Lima, M. S., Dutra, M. C. P., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Pereira, G. E., Oliveira, D., Bordignon-Luiz, M. t., Ninow, J. L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v.188, p. 384-392, 2015.

Pimentel, T. C., Cruz, A. G. e Prudencio, S. H. *Short communication*: Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. **Journal of Dairy Science**, v.96, p. 6233–6241, 2013.

Pimentel, T. C., Garcia, S. e Prucêncio, S. H. Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* in set yoghurts during refrigerated storage. **International Journal of Dairy Technology**, v. 65, p. 104-110, 2012

Price, M. L., and Butler, L. G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 25(6), p. 1268-1273, 1977.

RDC nº12 de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES Acesso em 01 ago. 2014.

Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Pérez-Alvarez, J. A. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. **LWT - Food Science and Technology**, v.4, p. 708-714, 2010.

Tseng, A. e Zhao, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, v. 138, p. 356-365, 2013.

ANEXO 1: Protocolo aceitação Comitê de Ética.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação Sensorial de Produtos Alimentícios

Pesquisador: Deise Rosana Silva Simões

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 31505514.0.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 673.493

Data da Relatoria: 29/05/2014

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentação pertinente a pesquisa anexada de acordo com as normas exigidas

Recomendações:

Não se aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Situação do Parecer:

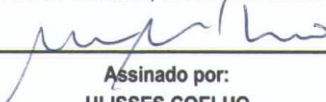
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PONTA GROSSA, 04 de Junho de 2014


Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)