



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos**

Glacielly de Lima Domingos

**APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS FONTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS
NO PROCESSAMENTO DE PÃES DE FORMA**

Dissertação - Mestrado

**Medianeira
2014**

GLACIELLY DE LIMA DOMINGOS

**APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS FONTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS
NO PROCESSAMENTO DE PÃES DE FORMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Campo Mourão, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Tecnologia de Alimentos.

**Medianeira
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

D671a Domingos, Glacielly de Lima.

Aplicação de extratos vegetais fontes de compostos fenólicos no processamento de pães de forma. / Glacielly de Lima Domingos. – 2015.

31 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Medianeira, 2015.

Inclui bibliografias.

1. Chá verde. 2. Culinária - Uva. 3. Erva-mate. 4. Reologia. 5. Panificação. 6. Alimentos – Dissertações. I. Plata-Oviedo, Manuel Salvador Vicente, orient II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. III. Título.

CDD: 664.7523 - Ed. 22

Biblioteca Câmpus UTFPR Medianeira
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS FONTES DE COMPOSTOS FENÓLICOS NO PROCESSAMENTO DE PÃES DE FORMA

POR

GLACIELLY DE LIMA DOMINGOS

Essa dissertação foi apresentada às quinze horas e trinta minutos, do dia onze de dezembro de dois mil e quatorze, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Linha de Pesquisa: Processos Tecnológicos na Indústria de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo (Orientador – PPGTA)

Profa. Dra. Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici (Membro Externo – UNICAMP)

Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval (Membro Externo – UTFPR-CM)

**Orientador: Prof. Dr. Manuel Salvador
Vicente Plata-Oviedo.**

AGRADECIMENTO

Diante das muitas pessoas que fizeram parte desta trajetória, agradecer a todos não é uma tarefa fácil, ou até mesmo justa. Para não correr o risco do esquecimento, começo agradecendo todas aquelas pessoas que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram na minha construção pessoal.

De modo especial, agradeço a **Deus**, por me dar forças e pela presença constante em minha vida, pela família e os bons amigos que tenho.

À minha **mãe** (Eloina de Lima), pela sua bondade, apoio, cuidado e amor incondicional, que se fez capaz de prover o sustento da nossa família e garantir de forma digna e honesta, tudo o que foi necessário para minha formação. Aos demais familiares que mesmos distantes sempre se preocuparam e apoiaram.

Em especial, agradeço ao meu **orientador** Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo, pelo profissionalismo, apoio, palavras de incentivo e acompanhamento durante todo o percurso da pós-graduação, pelo conhecimento transmitido, sempre de forma calma e educada, agradeço, sobretudo a paciência, por sempre estar disponível para discutir qualquer assunto referente ao projeto e indicar o caminho mais pertinente. Por fim, agradeço a oportunidade e confiança.

Ao meu **namorado** (Vinícius), aos meus **amigos e colegas de trabalho**, sou grata por conviver com todos eles, cada um a sua maneira tornaram-se pessoas indispensáveis, sempre presentes nos bons e maus momentos, dispostos a apoiar e ajudar. Pessoas que tornam o meu dia mais gentil e alegre. Agradeço aos amigos que estão distantes, porém que tem uma presença marcante na minha vida pelo incentivo e pelas palavras de motivação.

A **empresa Infasa-Indústria de Farinhas S.A.** pelo apoio e incentivo estando disponível em todos os momentos e principalmente a direção que não mediu esforço para o apoio desse projeto e que acreditou no resultado final.

BIOGRAFIA

Eu Glacielly de Lima Domingos, nascida em Ivaiporã, Estado do Paraná, Brasil, ingressei na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão no ano 2007 no Curso de Tecnologia em Alimentos. No ano posterior iniciei estágio no laboratório da Faculdade e Colégio Integrado de Campo Mourão – CEI, onde consegui a vaga de técnica, adquirindo experiência nos laboratórios físico-químico, bromatológico e microbiológico de alimentos no período de três anos. Nesse mesmo período desenvolvi estágio em laticínio e indústria de café. Na Universidade o trabalho de conclusão de curso foi voltado para a área química tendo como título “Extração de lipídios totais em farelo de soja (Glycine Max), utilizando solventes de origem fóssil e vegetal”. Atualmente sou Gerente do Controle de Qualidade da Empresa Infasa - Indústria de Farinhas S.A. e sou discente do programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, nível Mestrado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pesquisando sobre compostos fenólicos de ervas com aplicações tecnológicas na panificação. Possuo experiência na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em trigo, farinha de trigo e aplicações, gestão da qualidade, ferramentas da qualidade (BPF, APPCC, ISO) e Food Safety.

ABSTRACT

INTRODUCTION AND OBJECTIVES: The bread became, throughout its history, a major food worldwide, and the enrichment of flour making the functional bread has become a practice of recent times. The grape marc Isabel, green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*) are sources of phenolic compounds of considerable value. Popularly, have been studied for offering health benefits, in order to prevent degenerative diseases and for bringing benefits to bakery industries. This study aimed to the addition of Isabel grape pomace extracts, green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*), rich in phenolic compounds wheat flour, to evaluate the effect on the rheology of flour, features technological and sensory.

METHODS: To study the effect of phenolic compounds extracted from grape pulp Isabel, green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*) on some properties of wheat flour and bread so it was standardized concentrations of the extracts in flour 1000, 2000, 3000 and 4000 mg GAE / kg and used the method of physical-chemical, rheological and sensory, and the extract: Quantification of compounds; In flour: Moisture, alveography, farinography, falling number and gluten; In the bread: Specific volume, colorimetry and sensory analysis (taste, aroma, texture and overall acceptability).

MAIN RESULTS: The yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) had the highest concentration of phenolic compound, followed respectively by marc Isabel and green tea (*Camellia sinensis*).

All rheological tests with flour grape pomace extract application (EBU) showed improvements in the characteristics desired for baking, as evidenced by the increased gluten strength and water absorption, with a flour with increased tolerance to mechanical stress (stress).

The yerba mate extract showed good results when applied in baking, confirmed by the increase in specific volume, the closest color control (white pith) and preferably in the global acceptance of the sensory test attribute.

DISCUSSION AND CONCLUSION: The observed differences in rheological properties, physicochemical and sensory in flours and breads made with grape pomace extracts Isabel, green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in different dosages, are attributed to interactions by different mechanisms between phenolic compounds and proteins, and those forming the gluten network, directly influencing the strength of flour and gas retention capacity by increasing the volume of the bread.

RESUMO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS: O pão tornou-se, ao longo de sua história, um dos principais alimentos em nível mundial, sendo que nos últimos tempos o enriquecimento da farinha usada no processamento de pães, torna-o um alimento funcional. O bagaço de uva Isabel, o chá verde (*Camellia sinensis*) e a erva mate (*Ilex paraguariensis*) são fontes de compostos fenólicos de considerável valor. Popularmente, têm sido estudados por oferecerem benefícios à saúde, como forma de prevenir doenças degenerativas e por trazerem benefícios às indústrias de panificação. O presente trabalho teve como objetivo a adição de extratos de bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*), ricos em compostos fenólicos à farinha de trigo, avaliando o efeito na reologia da farinha, características tecnológicas e sensoriais no processamento de pães de forma.

MÉTODOS: Para estudar o efeito dos compostos fenólicos extraídos do bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*) sobre algumas propriedades da farinha de trigo e do pão de forma padronizou-se as concentrações dos extratos sobre a farinha de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg EAG/kg e usou-se o método de análise físico-química, reológica e sensorial, sendo no extrato: Quantificação de compostos; Na farinha: Umidade, alveografia, farinografia, *falling number* e glúten; No pão: Volume específico, colorimetria e análise sensorial (sabor, aroma, textura e aceitação global).

PRINCIPAIS RESULTADOS: O extrato de erva mate (*Ilex paraguariensis*,) apresentou a maior concentração de composto fenólicos, seguido respectivamente pelo bagaço de uva Isabel e chá verde (*Camellia sinensis*).

Nas análises reológicas a farinha com aplicação de extrato de bagaço de uva (EBU) apresentou melhorias nas características desejadas para a panificação, evidenciadas pelo aumento da força do glúten e da absorção de água, apresentando uma farinha com maior tolerância a força mecânica (stress).

O extrato de erva mate apresentou bons resultados quando aplicado na panificação, confirmados pelo aumento do volume específico, pela coloração mais próxima do controle (miolo branco) e pela preferência no atributo aceitação global do teste sensorial.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO: As diferenças observadas nas propriedades reológicas, físico-químicas e sensoriais nas farinhas e nos pães formulados com extratos de bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*) em diferentes dosagens, são atribuídas às interações por diversos mecanismos entre compostos fenólicos e proteínas, sendo essas formadoras da rede de glúten, influenciando diretamente na força da farinha e na capacidade de retenção do gás aumentando o volume dos pães.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é composta por um artigo de autoria de Glacielly de Lima Domingos, sob o título: Aplicação de Extratos Vegetais, Fontes de Compostos Fenólicos no Processamento de Pães de Forma. Encaminhada para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Aplicação de extratos vegetais fontes de compostos fenólicos no processamento de pães de forma

Glacielly de Lima Domingos⁽¹⁾ e Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo⁽¹⁾

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Programa de Pós Graduação em Tecnologia em Alimento – Nível Mestrado, Via Rosalina Maria dos Santos, nº 1233, Área Urbanizada I, CEP 87301-899, Caixa Postal 271, Campo Mourão, PR, Brasil. E-mail: glaciellydld@gmail.com, mapaov@utfpr.edu.br.

Resumo - Este trabalho teve como objetivo a adição de extratos de bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*), ricos em compostos fenólicos, à farinha de trigo para elaboração de pães de forma, com o intuito de avaliar o efeito na reologia da farinha e nas características tecnológicas e sensoriais do pão de forma. Foram elaboradas treze formulações em triplicata: uma formulação controle, quatro formulações com extrato de Bagaço de uva (EBU), quatro formulações com extrato de chá verde (ECV) e quatro formulações com extrato de erva mate (EEM) com diferentes concentrações de compostos fenólicos sendo essas 1000, 2000, 3000 e 4000 mg EAG/kg com a finalidade de medir o consumo desses extratos para se ter o resultado esperado. As farinhas de trigo adicionadas de extratos apresentaram diferentes características reológicas em relação ao controle, evidenciadas, principalmente pelo aumento da tenacidade, força do glúten com a adição de extrato de bagaço de uva e pelo volume e aceitabilidade global do pão de forma elaborado com o extrato de erva mate.

Termos para indexação: chá verde (*Camellia sinensis*), bagaço de uva, erva mate (*Ilex paraguariensi*), reologia, panificação.

Application of plant extracts sources of phenolic compounds in the processing of sliced bread.

Abstract - This study aimed to the addition of Isabel grape pomace extracts, green tea (*Camellia sinensis*) and yerba mate (*Ilex paraguariensis*), rich in phenolic compounds, wheat flour for the preparation of sliced bread, in order to assess the effect on the rheology of the flour and the technological and sensory characteristics of the bun. Thirteen formulations were prepared in triplicate: control formulation, four formulations with grape marc extract (EBU), four formulations with green tea extract (GTE) and four formulations with yerba mate extract (MES) with different concentrations of phenolic compounds these being 1000, 2000, 3000 and 4000 mg GAE / kg in order to measure the consumption of these extracts to have the expected result. The wheat flour added extracts showed different rheological characteristics compared to the control, evidenced primarily by increased toughness, gluten strength with the addition of grape pomace extract and the volume and overall acceptability of bread so prepared with the extract of yerba mate.

Index terms: *Camellia sinensis*, grape marc, *Ilex paraguariensis*, antioxidants, rheology, bun.

Introdução

Ao longo das últimas décadas, tem-se notado mudanças nos padrões de vida em relação à alimentação. Com o aumento da população e com a participação da mulher no mercado de trabalho, os indivíduos passaram a se alimentar com maior frequência fora de casa e consumir mais alimentos industrializados. A procura constante por alimentos de boa qualidade que forneçam, além de energia e apelo sensorial, benefícios à saúde, como forma de prevenir doenças degenerativas como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares têm-se refletido na evolução da ciência de alimentos, apresentando um novo perfil ao uso de novas tecnologias,

utilizando ingredientes comuns que já eram consumidos na antiguidade, com a diferença que hoje voltam à mesa com efeitos e características funcionais antes não descobertas (Fonseca, 2004).

Os alimentos funcionais estão hoje entre os grandes avanços conseguidos pelo homem no intuito de promover e proporcionar saúde com qualidade de vida. Alguns desses produtos possuem propriedades provenientes de constituintes naturais já presentes, outros, através da adição desses constituintes que modificam as propriedades originais. Exemplos desses constituintes são os compostos fenólicos, fibras alimentares, minerais, proteínas, entre outros (Vickers, 1988).

Dentro dos alimentos que apresentam essas características, está o bagaço de uva, um resíduo de indústrias processadoras de vinho e suco de uva, uma fonte de compostos fenólicos de reconhecidas propriedades funcionais (Cheynier e Fulcrand, 2000). Além disso, os produtos acabados com esses resíduos são obtidos com baixo custo e poderiam representar um avanço significativo na manutenção do equilíbrio do meio ambiente, visto que nas vinícolas as grandes quantidades de resíduos gerados apresentam sérios problemas de armazenagem, de transformação, ou de eliminação, em termos ecológicos e econômicos (Alonso et al., 2002; Ferreira, 2010).

O chá verde (*Camellia sinensis*) e a erva mate (*Ilex paraguariensis*) também apresentam na composição compostos fenólicos. Popularmente, o chá verde tem sido usado em dietas alimentares, pois estudos apontam os benefícios dos seus componentes químicos majoritários, os flavonóides, também apresentam uma série de atividades biológicas, como antioxidante, quimioprotetora, antiinflamatória e anticarcinogênica (Schmitz et al., 2005).

Esses constituintes com propriedades funcionais como os compostos fenólicos podem ser aplicados no enriquecimento de outros alimentos, podendo melhorar as características

funcionais, tecnológicas e sensoriais. Um exemplo é aplicação de compostos fenólicos na farinha de trigo usada no processamento de pães.

O pão é um alimento mundialmente consumido, de valor energético elevado e constituintes nutricionais em quantidades significativas para atender as necessidades calóricas diárias de um indivíduo adulto. No Brasil, o pão foi introduzido como prioridade nas refeições por ser constituído de nutrientes, fornecedores de energia, como os carboidratos, adicionado por outros como lipídios e proteínas, podendo tornar-se cada vez mais rico e veículo de substâncias de propriedades antioxidantes como os compostos fenólicos. Uma vez que se verificou que as catequinas do extrato de chá verde são relativamente estáveis em panificação, tendo 84% do total de catequinas presente no pão após o assamento, bem como durante a sua vida (Wang e Zhou, 2004).

Os compostos fenólicos podem interagir com as proteínas através de ligações não covalentes (hidrogênio, hidrofóbicas e salinas) ou covalentes entre os compostos fenólicos oxidados e os grupos sulfidríla ou amino das proteínas formando complexos que afetam a funcionalidade das proteínas (Viljanen, 2005). Por tanto, extratos vegetais ricos em compostos fenólicos poderiam ser explorados na indústria de panificação visto que esses compostos podem interagir, por diferentes mecanismos, com as proteínas, entre elas, as formadoras de glúten (gliadina e glutenina), podendo atuar como melhoradores naturais da qualidade panificável da farinha de trigo.

Gomes Saraiva et al. (2010), relatam que adição de ácido tânico, um composto fenólico, à farinha de trigo provocou aumento da tenacidade e diminuição da extensibilidade da massa comportando-se como agente melhorador da farinha, no entanto quando usado em teor 0,3% em relação à farinha a cor do pão de forma ficou escura.

O presente trabalho teve como objetivo a adição de extratos de bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*), ricos em compostos fenólicos no

processamento de pães de forma e avaliar o efeito nas propriedades reológicas da farinha de trigo e nas características tecnológicas e aceitação sensoriais dos pães.

Material e Métodos

Matéria-Prima

A farinha de trigo utilizada nesse experimento foi fornecida pela Empresa Infasa – Indústria de Farinhas S.A., sendo uma farinha de uso doméstico indicada para todos os tipos de produtos, principalmente produtos panificáveis.

O bagaço da uva Isabel subproduto do processo de fabricação de suco de uva foi doado pela Cooperativa Agroindustrial de Produtores de Corumbataí do Sul e Região – Paraná.

O Chá verde e a erva mate ambos da marca Leão adquiridos no comércio de Campo Mourão – Paraná.

Preparo dos extratos

Para a preparo dos extratos utilizou-se o método de (Hertog et al., 1993), sendo que para cada 200 g de material vegetal moído foi adicionado 1 L de água fervente. Manteve-se em fervura (em torno de 97°C) por dois minutos. A seguir o aquecimento foi interrompido e deixou-se em repouso durante 8 minutos. Filtrou-se em peneira de 150 micra de abertura seguida de uma filtração em filtro de polipropileno para café.

Quantificação dos compostos fenólicos totais nos extratos

Para a determinação do teor de compostos fenólicos totais utilizou-se o método de Folin Ciocalteu (Amerine e Ough, 1975). Os compostos fenólicos totais foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por litro de extrato (mg EAG/L). Para obter os resultados utilizou-se uma curva de calibração com equação da reta expressa por $y = 0,0016 x + 0,0022$, em que y é a absorbância e x, a concentração de ácido gálico mg/L, com um coeficiente de correlação de 0,9999.

Análises reológicas e de glúten

Todas as análises reológicas (farinografia, alveografia, índice de queda) e de glúten foram realizadas em triplicata no laboratório da Empresa Infasa - Indústria de Farinhas S. A.

Para a formação da massa de cada análise parte da solução salina e/ou água destilada foi substituída por quantidades de extratos tendo por base a concentração de compostos fenólicos (mg EAG/L). A quantidade utilizada de cada extrato foi referente a uma concentração final de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg EAG (equivalentes de ácido gálico) por quilo de farinha.

A análise de farinografia foi realizada segundo o método n° 54-21 da AACC (2000), utilizando-se um farinógrafo da marca Brabender. Os parâmetros determinados foram: percentual de absorção da água; tempo de desenvolvimento (minutos), estabilidade (minutos) e índice a tolerância a mistura.

A análise de alveografia foi realizada segundo o método n° 54-30 da AACC (2000), utilizando-se o equipamento alveógrafo Chopin. Os parâmetros obtidos dos alveogramas foram: trabalho mecânico ($W \times 10^{-4}$ J); tenacidade (P); extensibilidade (L) e relação P/L.

A análise de índice de queda foi realizada segundo o método n° 56-81B da AACC (2000) utilizando-se o equipamento Falling Number da Perten para a determinação da atividade enzimática da enzima alfa-amilase presente na farinha, sendo os resultados expressos em segundos.

A determinação do glúten úmido e seco foi realizada segundo o método de análise – AACC 38-12 (2000) usando o aparelho Glutomatic. Os resultados foram expressos em percentagem.

Teste de panificação

Os pães foram elaborados na panificadora da Infasa – Indústria de Farinha S.A. Foram realizadas treze formulações, partindo-se de uma formulação padrão do pão de forma seguidas

de quatro formulações de cada extrato (bagaço de uva, chá verde e erva mate) onde cada formulação continha uma concentração de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg EAG (equivalentes de ácido gálico) por quilo de farinha (Tabela 1).

Todas as formulações dos pães de forma foram elaboradas em triplicata, com tempos padronizados, seguindo as seguintes etapas de processamento: pesagem dos ingredientes; mistura (5 min.); descanso da massa (10 min.); modelagem (250g); fermentação (2 h. e 30 min.); forneamento (25 min./180°C); resfriamento (2h/27°C) e embalagem.

Determinação do volume

O volume específico dos pães foi determinado pelo método de deslocamento de volume conhecido de sementes de painço, obtido pela razão entre o volume (mL) de sementes deslocadas e massa final dos pães. O procedimento foi realizado duas horas após o processo de cozimento dos pães e os resultados foram expressos em mL/g.

Determinação da cor

Através do equipamento Minolta CR410 determinou-se a intensidade da cor das amostras de pães, sendo esse um método fácil de leitura direta, sem a necessidade de preparação da amostra, dando o resultado em diversas faixas de cores, no sistema **L* a* b***, interpretado da seguinte maneira:

L: luminosidade, mede intensivamente e varia de 0 a 100 - quanto mais próximo o valor estiver do 100, mais clara é o produto (o valor de zero indica o preto total e o valor de 100 indica o branco total);

a+: tonalidade predominante para o vermelho;

a-: tonalidade predominante para o verde;

b+: tonalidade predominante para o amarelo;

b-: tonalidade predominante para o azul.

Análise sensorial

Para verificar a aceitabilidade das formulações, foi realizada avaliação sensorial utilizando o teste de aceitação de acordo com ABNT-NBR 12994. Participaram dos testes 50 panelistas entre 20 a 45 anos, de ambos os sexos, treinados, funcionários da Infasa Indústria de Farinhas A.S. já familiarizados com os atributos sensoriais - sabor, textura, aroma e aceitabilidade global das amostras. Os avaliadores receberam para a análise água mineral, fatias de pães de 28 g das formulações e do branco, e uma ficha de avaliação sensorial (Figura 1). As amostras foram codificadas aleatoriamente com três dígitos e apresentadas de forma monádica. Solicitou-se que cada provador indicasse o quanto gostou/desgostou de cada amostra para os atributos aparência, sabor, textura, aroma e aceitabilidade global na ficha de avaliação seguindo a escala hedônica estruturada de 9 pontos, tendo como valor 0 “desgostei muitíssimo” e valor 9 “gostei muitíssimo”.

Análise estatística

Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os dados expressos como médias. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguidos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias através do programa Assistat versão 7.7 beta (2014).

Resultados e Discussão

Quantificação dos compostos fenólicos totais

O bagaço de uva Isabel, chá verde (*Camellia sinensis*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*), são materiais considerados fontes de compostos fenólicos totais apresentando, respectivamente, 941,66 (Selani et al, 2011); 2375-6571 (Firmino, 2011) e 9616 (Berté et al., 2011) mg EAG/kg (equivalente de ácido gálico/kg) de material triturado e desidratado.

Os extratos preparados com água à temperatura de 97°C apresentam consideráveis quantidades de compostos fenólicos para os três tipos de amostras. Os extratos de bagaço de

uva Isabel (EBU), chá verde (ECV) e erva mate (EEM) apresentaram concentrações de compostos fenólicos, respectivamente de $3350 \pm 18,27$, $6902 \pm 72,17$ e $8366 \pm 22,10$ mg EAG/. Valores consideráveis, principalmente para o bagaço de uva, quando comparados aos valores encontrados para suco de uva e vinho que são entre 2600 a 3500 mg EAG/L (Seeram et al, 2008).

Análises reológicas e de glúten

Farinografia

Segundo Delahaye e Testa (2005) a adição de qualquer produto na farinha de trigo pode ocasionar modificações nas características reológicas da massa. Como podemos verificar na Tabela 2, os resultados mostram aumentos nos valores de absorção de água de 59 a 63,30%, sendo esses valores característica de farinha média a forte, indicada para a produção de pães de forma de acordo com parâmetros citados por Pizinatto (1999). Porém, cabe ressaltar que dentre as amostras, a amostra com extrato de bagaço de uva apresentou maior aumento em relação à farinha controle. Esses resultados diferem dos relatados Wang (2007) que informa que adição de até 1,5% de extrato seco de chá verde na farinha de trigo não alterou a absorção de água.

A estabilidade, determinada em farinógrafo, normalmente se correlaciona com a força geral do glúten havendo uma correlação positiva entre a qualidade da proteína da farinha e a estabilidade da massa. Farinhas com um tempo de estabilidade superior a 7,5 são indicadas para a elaboração de pão de forma (Wang e Zhou, 2004). A farinha de trigo com aplicação de extratos, dosagem de 1000 a 3000 mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por quilo de farinha conduziram a tempos de estabilidade de 6 a 7 minutos, valores esses menores ($p < 0,05$) do controle (8,18 min.). Por outro lado, as estabilidades (7,45, 7,78 e 7,90 min.) das farinhas adicionadas dos extratos (EBU, ECS, EEM) na dosagem de 4000 mg EAG/kg não diferiram ($p > 0,05$) do valor da estabilidade da farinha controle. Esses resultados mostram

comportamento duplo dos compostos fenólicos sobre a estabilidade da massa de farinha de trigo, enfraquecendo-a nas dosagens de 1000 a 3000 mg EAG/kg e não interferindo quando adicionados 4000 mg EAG/kg.

Na literatura são poucos os dados sobre o efeito de compostos fenólicos na estabilidade farinográfica; Wang (2007) adicionou à farinha de trigo extrato de chá verde (70% de catequinas), observando que dosagens no intervalo de 500 a 1500 mg EAG/kg de farinha não afetaram a estabilidade, enquanto que doses iguais ou superiores a 5000 mg EAG/kg provocaram aumento na estabilidade da massa.

O índice de tolerância à mistura (ITM) informa sobre a maior ou menor tolerância da massa a mistura, quanto maior o valor do índice em unidades farinográficas (UF) menos tolerante é a massa. Na Tabela 2 observa-se que apenas a concentração de 1000 mg EAG/kg do extrato de chá verde (ECV) não afetou o ITM enquanto que concentrações de 2000, 3000 e 4000 mg EAG/kg causaram ligeira diminuição, sugerindo aumento da tolerância a mistura. Por outro lado, os extratos de bagaço de uva (EBU) e de erva mate (EEM) provocaram um aumento significativo ($p < 0,05$) no ITM.

O tempo de desenvolvimento da massa (TDM) é o intervalo contado a partir da adição de água ao ponto de máxima consistência, imediatamente antes da primeira indicação de enfraquecimento, e esta relacionado com o teor de glúten (Constantin et al, 2011). Podemos observar que esse parâmetro sofreu influência dos extratos, de modo geral reduzindo o tempo de desenvolvimento (Tabela 2). Principalmente o extrato de chá verde (ECV) em que independente das doses baixou o TDM de 9,18min para valores de 1,27 a 1,60min. Os extratos de bagaço de uva (EBU) e erva mate (EEM) também não apresentaram diferença entre as dosagens, porém tiveram menor influência apresentando um resultado médio de 3,41 a 4,72min não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre o comportamento desses dois

extratos. Sendo assim, todas as concentrações, dos três extratos diferiram significativamente do controle.

Comportamento diferente ao determinado neste trabalho é relatado por Wang (2007) que observou aumento do tempo de desenvolvimento da massa quando a farinha de trigo foi adicionada com extrato de chá verde em teores superiores a 0,5%.

Alveografia

Nos resultados da análise de alveografia (Tabela 2), observa-se que algumas características alveográficas são alteradas ao passo que se muda a fonte do extrato e a concentração de compostos fenólicos. O extrato de bagaço de uva (EBU) nas dosagens de 1000 a 4000 mg EAG/kg causou aumento significativo ($p < 0,05$) na elasticidade (P) que é a resistência que a massa oferece ao estiramento, aumento da força do glúten (W) e o aumento da relação P/L (de 1,76 para 3,10-3,74) tornando o glúten mais elástico e com maior força de coesão.

O extrato de chá verde (ECV) nas concentrações de 1000 e 2000 mg EAG/kg provocou diminuição ($p < 0,05$) na elasticidade da massa (P); os parâmetros extensibilidade (L) e força geral da massa (W) não sofreram alterações ($p < 0,05$) em relação a massa controle .

O extrato de erva mate (EEM) na dose de 1000 mg EAG/kg aumentou a elasticidade da massa, mas na dose de 2000 mg EAG/kg houve redução e nas concentrações de 3000 e 4000 mg EAG/kg não houve alteração na magnitude do parâmetro. O parâmetro extensibilidade (L) nas dosagens de 1000 a 4000 mg EAG/kg não teve diferença significativa ($p > 0,05$) em relação ao controle. A força geral da massa (W) apresentou queda significativa ($p < 0,05$) nas concentrações de 2000, 3000 e 4000 mg EAG/kg e a relação P/L não teve alterações significativas ($p > 0,05$) no intervalo de 1000 a 4000 mg EAG/kg.

Uma avaliação global dos resultados alveográficos sugerem que o extrato de bagaço de uva, rico em compostos fenólicos (3350 mg EAG/mL) atuou como agente reforçador da rede glúten justificando o aumento da força da farinha e da relação P/L, tendo o mesmo efeito da

adição de ácido ascórbico (melhorador químico de farinha), que conforme Fitchett e Frazier (1987), as ligações dissulfetos formadas por esse melhorador afetam a reologia da massa, aumentando a elasticidade e diminuindo a extensibilidade, melhorando assim o volume e a textura do pão.

Glúten

Os teores de glúten úmido e seco são importantes na avaliação da qualidade de farinhas panificáveis. Os teores de glúten (Tabela 3) úmido encontrados nas farinhas adicionadas dos extratos foram de 28,0 a 32,30% e para glúten seco de 9,30 a 10,80%. Os valores encontrados estão de acordo com Carvalho Júnior (1999), que afirma que os teores de glúten úmido e seco das farinhas em geral estão na faixa de 24% a 36% e 7,5% a 14% respectivamente.

A adição de extrato de bagaço de uva (EBU) nas dosagens de 1000 e 2000 mg EAG/kg provocou uma pequena queda no teor de glúten úmido e seco (29,15 -28,30 e 9,75 – 9,40%, respectivamente) e nas dosagens 3000 e 4000 mg EAG/kg um pequeno aumento (30,10 – 30,60 10,05 – 10,20%, respectivamente), porém não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em relação ao controle (29,55 – 9,85%). Segundo Perreira et al (2009), a adição de ácido ascórbico na farinha não causou alterações significativas na quantidade do glúten. O extrato de chá verde (ECV) na dosagem de 2000 mg EAG/kg ocasionou diminuição significativa ($p<0,05$) nos teores de glúten úmido e seco em relação a farinha não aditivada. Segundo Wang et al (2006), esse fenômeno pode estar relacionado a formação excessiva de grupos sulfidrilas (SH) ocorrendo despolimerização e enfraquecimento da rede da massa, quando da adição a farinha de extrato de chá verde

O extrato de erva mate na dosagem de 1000 e 2000 mg EAG/kg não causou queda significativa ($p>0,05$) nos teores de glúten úmido e seco da farinha, enquanto nas dosagens de 3000 e 4000 mg EAG/kg houve um aumento significativo ($p<0,05$) na quantidade de glúten para respectivamente 31,75 – 10,60 e 32,30 – 10,80% quando comparado ao controle.

Índice de queda

O índice de queda está relacionado inversamente à atividade enzimática da enzima alfa amilase. O valor ideal para a produção de produtos panificáveis é 200-350, pois com valores menores ocorre alta atividade diastásica e valores maiores que 400 baixa atividade (Felício et al, 1994).

Observa-se na Tabela 3 que os compostos fenólicos causaram pequenas alterações nos valores do número de queda. Na farinha sem extrato o valor foi de 334 segundos, enquanto nas farinhas adicionadas dos extratos o número de queda foi de 328 a 352 segundos, indicando atividade enzimática boa para a produção de produtos panificáveis. Havendo queda significativa ($p < 0,05$) da atividade enzimática (352 s) somente no extrato de bagaço de uva na dosagem de 4000 mg EAG/kg. Hossain et al (2008), em teste *in vitro* verificaram que em extratos de frutas ricos em compostos fenólicos mostraram o efeito inibidor da alfa-amilase bacteriana, enquanto que também o chá verde, rico em catequinas, mostrou ação inibitório da alfa-amilase salivar humana (Zhang e Kashket, 1998).

Volume específico dos pães de forma

Segundo El-Dash et al (1994) e Pylar (1988), o volume é um aspecto importante na determinação da qualidade de pães, sendo afetado diretamente pelos ingredientes usados na formulação da massa como mostram os resultados do volume específico dos pães preparados com os extratos de vegetais ricos em compostos fenólicos (Tabela 4).

As formulações de pães diferiram ($p < 0,05$) entre si, em relação ao volume. A formulação EBU 1000 e 2000 mg EAG/kg, apresentaram os menores volumes específicos (3,90 e 3,94 mL/g, respectivamente), não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) em comparação à formulação controle (3,94 mL/g). As formulações ECV 1000, 3000 e 4000 mg EAG/kg conduziram a pães de maior volume em relação ao controle. Já a formulações EEM de 1000 a 4000 mg EAG/kg (4,90 mL/g) resultaram em pães de maior volume ($p < 0,05$) com destaque

do EEM 3000 (4,90 mL/g), seguido pela EEM 4000 mg EAG/kg (4,74 mL/g). Resultados semelhantes foram encontrados por Bussolo e Thomé (2008) que ao aplicarem extrato de folhas de jabuticaba, ricos em compostos fenólicos, a farinha de trigo obtiveram valores de volumes específicos maiores que do pão controle (4,33 vs 6,32 mL/g).

Cor

Todos os pães formulados com os extratos de bagaço de uva (EBU), chá verde (ECV) e erva mate (EEM) (Tabela 4), independente das doses de compostos fenólicos por quilo de farinha mostraram valores de luminosidade (L) inferiores ($p < 0,05$) ao do pão controle (74,94) de miolo mais branco.

As formulações que apresentaram as menores quedas no parâmetro L foram EEM 1000 e 2000 mg EAG/kg, que não diferem entre si ($p > 0,05$), respectivamente, com valores de 69,04 e 69,77. Para o parâmetro a^* (conteúdo de vermelho a verde) dentro das formulações do mesmo extrato não houve diferença ($p > 0,05$) entre si. No entanto, as formulações EBU, ECV e EEM diferem-se ($p < 0,05$) entre si e do controle (1,27), sendo que EBU 1000, 2000, 3000 e 4000 mg EAG/kg obtiveram valores maiores (5,26; 5,25; 6,26; 6,32) significando uma tendência a cor vermelha que pode ser explicado pela presença de antocianinas presentes na uva. As formulações EEM 3000 e 4000 mg EAG/kg (19,53; 19,58) mostram tendência a cor amarela (parâmetro b^*) e não diferiram ($p > 0,05$) do controle (20,25).

Análise sensorial

O sucesso do lançamento de novos produtos é segurado por características como sabor, aroma e textura atraentes. Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios do teste de aceitação avaliada através de uma escala hedônica de nove pontos, atribuídos a cada amostra. No atributo sabor não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras EBU 1000, 3000 mg EAG/kg e o controle, enquanto que a amostra EBU 4000 mg EAG/kg foi superior,

sendo que as formulações do extrato EBU foram as mais aceitas, tendo uma pontuação de 7,35 a 8,50.

Para o aroma foi observado que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre ECV 3000, 4000 mg EAG/kg e o controle, sendo essas mais aceitas que as demais (8,65 e 8,35), seguido respectivamente de ECV 2000, 1000 mg EAG/kg e EBU 3000, 4000 e 1000 de EAG/kg (Figura 2). Enquanto as amostras de EBU e EEM em todas as dosagens diferiram significativamente ($p>0,05$) da amostra controle, sendo as amostras EEM as menos aceitas com uma pontuação de 5,95 a 6,75.

Textura é um fator importante na avaliação de produtos alimentícios e a maioria das pessoas parece ter uma idéia clara da textura esperada de um produto, baseado em sua memória de experiências passadas. As médias hedônicas da textura situaram-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”, sendo a maior média de aceitação (8,94). Não havendo diferença significativa ($p>0,05$) na aceitação do atributo textura entre as formulações EBU 1000 mg EAG/kg e EEM 2000, 3000, 4000 mg EAG/kg em relação à formulação controle (8,55).

Na aceitação global a amostra controle não diferiu significativamente ($p>0,05$) das formulações EBU 1000 mg EAG/kg e da EEM 2000 e 3000 mg EAG/kg. Sendo que as formulações EEM 1000 e 4000 mg EAG/kg tiveram maiores aceitações ($p<0,05$) em relação ao controle. Importante ressaltar que todos os resultados ficaram dentro da escala hedônica entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” não tendo nenhum resultado negativo.

Conclusões

- 1 Os extratos de bagaço de uva, chá verde e erva mate adicionados à farinha na concentração de 4000 mg EAG/kg não provocaram queda na estabilidade farinográfica da massa em relação a massa controle.
- 2 A farinhas de trigo adicionadas do extrato de bagaço de uva apresentaram diferentes características reológicas em relação ao controle, evidenciadas, pelo aumento dos valores de W e da relação P/L, sugerindo fortalecimento da rede de glúten.
- 3 Os extratos de bagaço de uva e chá verde, respectivamente, nas dosagens de 4000 e 3000 mg EAG/kg, mostraram efeito inibidor da enzima alfa-amilase da farinha de trigo.
- 4 O pão de forma elaborado com o extrato de erva mate teve um aumento do volume e aceitabilidade global do pão de forma.

Referência

- AACC Internacional. **American Association Of Cereal Chemists**. Approved Methods, 11 ed., St. Paul: AACC. 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 12994: métodos de análise sensorial de alimentos e bebidas: terminologia. Rio de Janeiro, 1993. 2 p.
- Alonso, A. M.; Guillén, D. A.; Barroso, C. G.; Puertas, B.; Garcia, A. Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5832-5836, 2002.
- Amerine, M.A; Ough, C.S. Analisis de vinos y mostos. **Zaragoza**: Acribia, 158p, 1976.
- Berté, K. A. S.; Izidoro, D. R.; Dutra, F. L. G.; Hoffmann-Ribani, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, Santa Maria, V. 41 n.2, 2011.

- Bussolo, T. B., Thomé, V. A. Efeito dos extratos de bagaço de uvas Niágara e Isabel na reologia das massas e na qualidade de pão de forma. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2008.
- Carvalho Júnior, D. Tecnologia de biscoitos, qualidade de farinhas dos ingredientes. Curitiba, Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia. **GRANOTEC DO BRASIL**. 64p, 1999.
- Cheynier, V.; Fulcrand, H. Oxidación de los polifenoles em los mostos y los vinos. IN: **Flanzy, Enologia: Fundamentos Científicos y Tecnológicos**. Madrid: AMV Ediciones, 2000.
- Constantin, G.; Voicu, G.; Rusanescu, C. O.; Tefan, E. M. Researches on Rheological Characteristics of Dough of Wheat Flour and Their Changes During Storage. **Bulletin UASVM Agriculture**, 68(2). 2011.
- Delahaye, P. E. Y; Testa, G. Evaluacion nutricional, física y sensorial de penes de trigo y plátano verde. **INCI v.30 n.5 Caracas**. 2005
- El-Dash, A. A.; Campos, J. E.; Germani, R. Tecnologia de farinhas mistas. **Embrapa-spi**. Brasilia v. 4, 97 p. 1994.
- FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E. de O.; VITTI, P. & PEREIRA, J.C.V.N. Origem e avaliação de trigo ‘Tapajós’ (IAC-72), ‘Anhumas’ (IAC-227) e ‘Yaco’ (IAC-287) para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, **52(2)**:219-235, 1994.
- Ferreira, L. F. D. Obtenção e caracterização de farinha de bagaço de uva e sua utilização em cereais matinais expandidos. f. 135. **Tese (Doctor Scientiae)** - Programa de pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2010.
- Fitchett, C. S.; Frazier, P. J. Action of oxidants and other improvers. In: Blanshard, J. M. V.; Frazier, P. J.; Galliard, T. **Chemistry and Physics of Baking**. London: **The Royal Society of Chemistry**, p. 179-198, 1987.

- Firmino, L. A. Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Bahia. **Universidade federal da Bahia faculdade de farmácia, programa de pós-graduação em ciência de alimentos.** f.111. 2011.
- Fonseca, V. V.; Ribeiro-Alves, M.A. Análise dos diversos tipos de pães e seu emprego em dietoterapia das doenças gastrointestinais. **Rev. Nutr. Brasil**, v.3, n.4, p.254-260. 2004.
- Hertog, M.G.L.; Hollman, P.C.H. Van de Putte, B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. **J. Agric. Food Chem.**, v. 41, n. 8, p. 1.242-1.246, 1993.
- Hossain, S. J.; Tsujiyama, I.; Takasugi, M.; Islam, A.; Biswas, R. S.; Aoshima, H. Total Phenolic Content, Antioxidative, Anti-amylase, Anti-glucosidase, and Antihistamine Release Activities of Bangladeshi Fruits. **Food Sci. Technol. Res.**, 14 (3), 261 – 268. 2008.
- Pizzinatto, A. Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle. **Centro de tecnologia de cereais e chocolate-ITAL**, Campinas-SP, 1999.
- Pylar, E. J. Baking: science & technology. 3rd ed. Kansas: Sosland Publ. v.2. In: Oliveira, et al. 2007. Elaboracao de Pão de Sal utilizando farinha mista de trigo e linhaca. **Alimento Nutrição.**, Araraquara v.18, n.2, p. 141-150, 1988.
- Saraiva, A. L. G.; Silva. E. M.; Clemente, E. Efeito do ácido ascórbico em massa de pão na presença do ácido tânico. **Acta Scientiarum – Technology.** Maringá, v. 32, n. 2, p. 207-211, 2010.
- Selani, M. M.; Contreras, C. C. J.; Shirahigue, I. D.; Gallo, C. R.; Plata, M. O. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. **Meat science**, v.88, n.3, p.397-403. 2011.

- Seeram, N. P.; Aviram, M.; Zhang, Y.; Henning, S. M.; Feng, L.; Dreher, M.; Heber, D. Comparison of antioxidante potency of commonly consumed polyphenolrich beverages in the United States. **J Agric Food Chem**, V. 56, n. 4 p. 1415-22. 2008.
- Schmitz, W.; Saito, Y. A.; Estevão, D.; Saridakis, O. H. Gren tea as a chemoprotector: **Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v. 26, n. 2, p. 119-130. 2005.
- Vickers, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Studies**. V.3, p. 1-8, 1988.
- Wang, R.; Zhou, W. Stability of tea catechins in breadmaking process. **J. Agric. Food Chem.**, 52(26): 8224-8229. 2004.
- Wang, R.; Zhou, W.; Yu, H.; Chow, H. Effects of green tea extract on the quality of bread made from unfrozen and frozen dough processes. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 86:857–864. 2006.
- Wang R.. The catechins: their stability and roles in breadmaking process and effects on the bread quality. **National university of Singapore**. 2007.
- Zhang, J.; Kashket, S. Inhibition of salivary amylase by black and green teas and their effects on the intraoral hydrolysis of starch. **Caries Research**. 32(3), 233-238, 1998.

Anexo

Tabela 1. Formulações desenvolvidas para elaboração de pães de forma com adição de extratos vegetais de bagaço de uva (EBU), chá verde (ECV) e erva mate (EEM).

| Ingredientes | Controle | EBU ⁽¹⁾ | | | | ECV ⁽²⁾ | | | | EEM ⁽³⁾ | | | | |
|------------------------|----------|--------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
| Farinha de trigo (g) | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Gordura vegetal (g) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Açúcar cristal (g) | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Emulsificante (g) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Fermento biológico (g) | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Sal (g) | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,4 |
| Água (mL) | 150 | *(4) | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Farinha de trigo aditivada, respectivamente, com extrato de bagaço de uva (EBU), extrato de erva chá verde (ECV) e extrato de erva mate (EEM) nas concentrações de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/kg

⁽⁴⁾ Volume de extrato (mL) calculado com base na concentração final de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg de EAG/kg de farinha.

Tabela 2. Parâmetros de farinográficos e alveografia da farinha de trigo controle e das farinhas com extratos vegetais de bagaço de uva (EBU), chá verde (ECV) e erva mate (EEM)⁽¹⁾.

| Amostras | ABS (%) ⁽⁵⁾ | EST (min) ⁽⁶⁾ | ITM (UB) ⁽⁷⁾⁽⁸⁾ | TDM (min) ⁽⁹⁾ | P ⁽¹⁰⁾ | L ⁽¹¹⁾ | W ⁽¹²⁾ | P/L ⁽¹³⁾ |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Controle | 59,65 h ± 0,21 | 8,18 a ± 0,04 | 16,50 d ± 0,71 | 9,18 a ± 0,04 | 111 e ± 1,41 | 63 ab ± 1,41 | 224 bc ± 5,66 | 1,76 bc ± 0,01 |
| EBU ² 1000 | 63,20 a ± 0,14 | 7,22 b ± 0,05 | 22,50 b ± 2,12 | 4,36 bc ± 0,29 | 153 c ± 0,71 | 41 d ± 2,83 | 248 a ± 9,90 | 3,73 a ± 0,24 |
| EBU 2000 | 62,85 ab ± 0,07 | 6,36 cd ± 0,03 | 33,00 c ± 1,41 | 3,49 c ± 0,08 | 168 a ± 1,41 | 45 bcd ± 3,54 | 244 ab ± 11,31 | 3,73 a ± 1,32 |
| EBU 3000 | 62,50 bc ± 0,00 | 6,75 c ± 0,21 | 36,50 c ± 2,12 | 4,06 bc ± 0,06 | 155 bc ± 1,41 | 50 abcd ± 2,12 | 248 a ± 3,54 | 3,10 a ± 0,11 |
| EBU 4000 | 63,30 a ± 0,14 | 7,78 a ± 0,15 | 42,50 ce ± 2,12 | 3,99 bc ± 0,01 | 161 b ± 0,71 | 43 cd ± 0,71 | 250 a ± 2,83 | 3,74 a ± 0,05 |
| ECV ³ 1000 | 61,05 fg ± 0,07 | 7,32 b ± 0,06 | 15,00 d ± 1,41 | 1,26 d ± 0,08 | 103 fg ± 1,41 | 63 abc ± 3,54 | 208 c ± 3,54 | 1,63 bc ± 0,14 |
| ECV 2000 | 61,95 cd ± 0,07 | 6,19 d ± 0,27 | 10,50 f ± 0,71 | 1,60 d ± 0,75 | 103 fg ± 2,12 | 67 a ± 2,83 | 208 c ± 2,83 | 1,54 c ± 0,01 |
| ECV 3000 | 61,15 de ± 0,21 | 6,55 cd ± 0,07 | 11,00 f ± 1,41 | 1,28 d ± 0,11 | 111 e ± 1,41 | 60 abcd ± 0,71 | 211 c ± 4,24 | 1,85 bc ± 0,05 |
| ECV 4000 | 62,15 cd ± 0,21 | 7,45 a ± 0,00 | 10,00 f ± 1,41 | 1,27 d ± 0,02 | 109 ef ± 1,41 | 59 abcd ± 2,12 | 229 abc ± 2,12 | 1,85 bc ± 0,08 |
| EEM ⁴ 1000 | 60,55 g ± 0,21 | 6,28 d ± 0,04 | 31,00 bc ± 1,41 | 3,41 c ± 0,28 | 123 d ± 2,83 | 58 abcd ± 3,54 | 216 c ± 7,78 | 2,14 bc ± 0,08 |
| EEM 2000 | 61,20 ef ± 0,00 | 6,33 cd ± 0,04 | 65,50 a ± 2,12 | 4,72 b ± 0,66 | 103 fg ± 2,12 | 62 abc ± 2,83 | 184 d ± 1,41 | 1,67 bc ± 0,23 |
| EEM 3000 | 62,20 cd ± 0,14 | 6,20 d ± 0,08 | 48,00 ae ± 1,41 | 3,48 c ± 0,04 | 109 efg ± 2,12 | 52 abcd ± 2,83 | 181 d ± 1,41 | 2,09 bc ± 0,16 |
| EEM 4000 | 62,50 bc ± 0,00 | 7,90 a ± 0,01 | 27,00 bc ± 2,83 | 4,32 bc ± 0,27 | 109 efg ± 2,83 | 45 bcd ± 3,54 | 175 d ± 5,66 | 2,42 abc ± 0,26 |

¹Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{2,3,4} Farinha de trigo aditivada, respectivamente, com extrato de bagaço de uva (EBU), extrato de erva chá verde (ECV) e extrato de erva mate (EEM) nas concentrações de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/kg

⁵ABS: absorção de água. ⁶EST: estabilidade da massa. ⁷ITM: índice de tolerância à mistura. ⁸UB: unidades Brabender. ⁹TDM: tempo de desenvolvimento da massa. ⁽¹⁰⁾P: Tenacidade; ⁽¹¹⁾L: Extensibilidade; ⁽¹²⁾W: Força do glúten; ⁽¹³⁾P/L: Relação Tenacidade por Extensibilidade.

Tabela 3. Porcentagem de glúten e o índice de queda da farinha de trigo controle e nas farinhas com extratos vegetais de Bagaço de uva (EBU), chá verde (ECV) e Erva mate (EEM) ⁽¹⁾.

| Amostra | Glúten Úmido (%) | Glúten Seco (%) | Índice de queda (s) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Controle | 29,55 cde ± 0,07 | 9,85 cd ± 0,02 | 334 cd ± 1,41 |
| EBU ⁽²⁾ 1000 | 29,15 cdef ± 0,21 | 9,75 cde ± 0,07 | 343 abc ± 2,83 |
| EBU 2000 | 28,30 ef ± 0,42 | 9,40 de ± 0,14 | 344 abc ± 2,83 |
| EBU 3000 | 30,10 c ± 0,14 | 10,05 c ± 0,05 | 344 abc ± 2,12 |
| EBU 4000 | 30,60 bc ± 0,14 | 10,20 bc ± 0,05 | 352 a ± 0,71 |
| ECV ⁽³⁾ 1000 | 28,60 def ± 0,42 | 9,50 de ± 0,14 | 338 bcd ± 0,00 |
| ECV 2000 | 28,00 f ± 0,00 | 9,30 e ± 0,00 | 343 abc ± 1,41 |
| ECV 3000 | 28,50 ef ± 0,00 | 9,50 de ± 0,00 | 345 ab ± 0,00 |
| ECV 4000 | 29,50 cde ± 0,42 | 9,80 cd ± 0,14 | 328 d ± 2,83 |
| EEM ⁽⁴⁾ 1000 | 28,40 ef ± 0,85 | 9,50 de ± 0,28 | 344 abc ± 1,41 |
| EEM 2000 | 30,00 cd ± 0,00 | 10,00 c ± 0,00 | 337 bcd ± 0,71 |
| EEM 3000 | 31,75 ab ± 0,49 | 10,60 ab ± 0,16 | 335 bcd ± 0,00 |
| EEM 4000 | 32,30 a ± 0,42 | 10,80 a ± 0,14 | 336 bcd ± 0,71 |

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Farinha de trigo aditivada, respectivamente, com extrato de bagaço de uva (EBU), extrato de erva chá verde (ECV) e extrato de erva mate (EEM) nas concentrações de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/kg

Tabela 4. Volume específico, colorimetria e análise sensorial do pão controle e dos pães elaborados com extratos vegetais de Bagaço de uva (EBU), chá verde (ECV) e Erva mate (EEM) ⁽¹⁾.

| Amostra | Volume Específico (mL/g) | L ⁽⁵⁾ | a ⁽⁶⁾ | b ⁽⁷⁾ | Sabor | Aroma | Textura | Aceitação Global |
|-------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Controle | 3,94 fg ± 0,03 | 74,92 a ± 0,01 | 1,27 e ± 0,15 | 20,25 a ± 0,23 | 8,05 bc ± 0,20 | 8,55 ab ± 0,35 | 8,70 a ± 0,53 | 8,90 b ± 0,14 |
| EBU ⁽²⁾ 1000 | 3,90 g ± 0,04 | 63,85 ef ± 0,30 | 5,26 b ± 0,08 | 17,14 c ± 0,16 | 8,25 ab ± 0,25 | 7,45 f ± 0,36 | 8,45 ab ± 0,59 | 8,50 b ± 0,37 |
| EBU 2000 | 3,94 fg ± 0,01 | 65,17 de ± 0,35 | 5,25 b ± 0,01 | 16,35 cd ± 0,0 | 7,45 e ± 0,31 | 6,15 i ± 0,40 | 7,55 cde ± 0,60 | 7,61 cde ± 0,29 |
| EBU 3000 | 4,16 efg ± 0,07 | 62,51 fg ± 0,61 | 6,26 a ± 0,05 | 15,66 d ± 0,20 | 7,95 cd ± 0,45 | 7,75 de ± 0,42 | 6,95 ef ± 0,68 | 7,35 de ± 0,63 |
| EBU 4000 | 4,19 def ± 0,02 | 61,84 g ± 0,21 | 6,32 a ± 0,24 | 15,56 d ± 0,35 | 8,35 a ± 0,10 | 7,55 ef ± 0,50 | 7,45 de ± 0,71 | 7,55 cde ± 0,16 |
| ECV ⁽³⁾ 1000 | 4,28 cde ± 0,14 | 66,11 cd ± 0,14 | 1,82 d ± 0,23 | 15,56 d ± 0,01 | 7,15 f ± 0,20 | 7,85 d ± 0,21 | 7,35 de ± 0,65 | 7,45 de ± 0,15 |
| ECV 2000 | 4,12 efg ± 0,06 | 67,17 c ± 0,20 | 1,86 d ± 0,16 | 15,66 d ± 0,05 | 6,55 gh ± 0,26 | 8,15 c ± 0,33 | 7,55 cde ± 0,66 | 7,55 cde ± 0,09 |
| ECV 3000 | 4,47 bcd ± 0,14 | 63,72 ef ± 0,05 | 2,45 c ± 0,14 | 16,08d ± 0,09 | 7,45 e ± 0,28 | 8,65 a ± 0,34 | 7,85 bcd ± 0,41 | 6,96 ef ± 0,28 |
| ECV 4000 | 4,45 cd ± 0,02 | 64,20 e ± 0,10 | 2,46 c ± 0,21 | 16,15 d ± 0,19 | 7,75 d ± 0,30 | 8,35 bc ± 0,38 | 6,35 f ± 0,44 | 6,40 f ± 0,24 |
| EEM ⁽⁴⁾ 1000 | 4,35 cde ± 0,11 | 69,04 b ± 0,70 | 0,77 f ± 0,64 | 19,03 b ± 0,22 | 5,95 i ± 0,22 | 6,15 i ± 0,39 | 7,45 de ± 0,14 | 9,00 a ± 0,32 |
| EEM 2000 | 4,55 bc ± 0,06 | 69,77 b ± 0,20 | 0,78 f ± 0,37 | 19,27 b ± 0,60 | 6,15 i ± 0,14 | 6,45 h ± 0,40 | 8,55 ab ± 0,70 | 8,70 ab ± 0,41 |
| EEM 3000 | 4,90 a ± 0,00 | 67,19 c ± 0,18 | 0,71 f ± 0,34 | 19,53 ab ± 0,45 | 6,45 h ± 0,24 | 5,95 i ± 0,44 | 8,94 abc ± 0,46 | 8,55 b ± 0,21 |
| EEM 4000 | 4,74 ab ± 0,02 | 66,49 cd ± 0,01 | 0,77 f ± 0,12 | 19,38 ab ± 0,11 | 6,75 g ± 0,32 | 6,75 g ± 0,28 | 7,95 abcd ± 0,52 | 9,10 a ± 0,28 |

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Farinha de trigo aditivada, respectivamente, com extrato de bagaço de uva (EBU), extrato de erva chá verde (ECV) e extrato de erva mate (EEM) nas concentrações de compostos fenólicos de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/kg

⁽⁵⁾ L: Luminosidade; ⁽⁶⁾a: coordenada cromática dimensão verde-vermelho; ⁽⁷⁾b: coordenada cromática azul-amarelo.

Teste de Aceitação em Termos de Atributo Sensorial

Nome: _____

Sexo: _____ Idade: _____ Data: __/__/____.

Você está recebendo amostras de pães de forma. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita avaliando, conforme escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou em termos de cada atributo sensorial de cada amostra codificada. Obrigado!

- | | | | |
|---|----------------------|---|-------------------------|
| 9 | Gostei muitíssimo | 4 | Desgostei ligeiramente |
| 8 | Gostei muito | 3 | Desgostei moderadamente |
| 7 | Gostei moderadamente | 2 | Desgostei muito |
| 6 | Gostei ligeiramente | 1 | Desgostei muitíssimo |
| 5 | Indiferente | | |

| Amostra | Sabor | Textura | Aroma | Aceitabilidade Global |
|---------|-------|---------|-------|-----------------------|
| | | | | |

Figura 1. Ficha de teste de aceitação em termos de atributo sensorial.