

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

WILMA FÉLIX CAMPÊLO

EFEITO DA ADIÇÃO DE FERRO E ÁCIDO FÓLICO NAS CARACTERÍSTICAS DA
QUALIDADE DO BOLO

FORTALEZA
2004

WILMA FÉLIX CAMPÊLO

EFEITO DA ADIÇÃO DE FERRO E ÁCIDO FÓLICO NAS CARACTERÍSTICAS DA
QUALIDADE DO BOLO

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de
Alimentos, da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Tecnologia de
Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dra. Maria do Carmo
Passos Rodrigues

FORTALEZA
2004

Esta dissertação foi submetida à Coordenação de Pós Graduação e aprovada por todos os membros da banca examinadora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, concedido pela Universidade Federal do Ceará. O trabalho encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Wilma Félix Campelo

Aprovada em 28/09/2004.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Prof^a Dra. Dorasílvia Ferreira Pontes
Universidade Federal do Ceará

Prof^a Dra. Sílvia Maria de Freitas
Universidade Federal do Ceará

A meus pais, Josias e Socorro, por estarem sempre ao meu lado me aconselhando e me dando força em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS, por ter me dado oportunidade de realizar mais um sonho na minha vida.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e à Coordenação do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade para a realização do curso.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues, pela excelente orientação e por sua amizade.

À professora Dra. Dorasílvia Ferreira Pontes, pela colaboração neste trabalho e por sua amizade.

À professora Dra. Sílvia Maria de Freitas por seu apoio neste trabalho e participação na banca examinadora.

À bolsista PIBIC/UFC Herlene Greyce da Silveira Queiroz pelo auxílio na parte experimental do trabalho.

Ao Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada da UFC (LEMA), nas pessoas da professora Sílvia Maria de Freitas e do professor Carlos Robson Bezerra de Medeiros pela competência no planejamento experimental e na análise estatística dos dados deste trabalho.

Ao Parque de Desenvolvimento Tecnológico (PADETEC), na pessoa do Superintendente Dr. Afrânio Aragão Craveiro por autorizar a utilização da padaria para produção dos bolos e à funcionária, Engenheira de Alimentos Raimunda Cesarina de Freitas Gonçalves, pelo apoio.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CE), na pessoa da pesquisadora Maria Elizabeth Barros de Oliveira pelo apoio na realização de análises físicas e químicas e a todos os funcionários e estagiários que ajudaram a realizar as análises.

A Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTECH), na pessoa do Presidente Fernando Ribeiro de Melo Nunes, pelo apoio na realização das análises de lipídios nos bolos e na farinha controle.

Ao professores Ronaldo Ferreira do Nascimento (Departamento de Química Analítica e Físico-Química) e Fernando Felipe Ferreyra Hernandez (Departamento de Solos), pelo apoio na realização das análises de ferro.

Ao Moinho J. Macêdo S/A pelo fornecimento da farinha de trigo e apoio na realização das análises reológicas.

À Empresa Albion Laboratories INC., pelo fornecimento do ferro aminoácido quelato Ferrochel[®].

À Empresa Fortitech pelo fornecimento do sulfato ferroso e ácido fólico.

À Secretaria de Educação da Prefeitura de Maranguape, na pessoa da secretária de educação Virgínia Adélia Rodrigues Carvalho pelo apoio para a conclusão do curso.

À Engenheira de Alimentos do Moinho Márcia Leal Medeiros pelo apoio na fase preliminar deste trabalho.

À minha irmã Wanessa, pela ajuda na elaboração dos bolos, realização da análise sensorial e pela sua companhia.

À minha irmã Wirna, pela ajuda durante o curso na digitação dos trabalhos e por sempre me incentivar e me apoiar.

Ao meu namorado Abelardo pelo seu amor e compreensão, e pela ajuda prestada durante o desenvolvimento experimental da pesquisa.

Ao meu amigo Luís Eduardo, por ser desde a minha graduação um grande incentivador ao meu crescimento profissional e por sua articulação junto ao Moinho J. Macêdo S/A.

Aos meus colegas do mestrado, pela ótima convivência durante o curso e pela amizade conquistada.

A todos aqueles que, de uma forma direta ou indireta, contribuíram para o êxito deste trabalho.

“A vida é aquilo que acontece enquanto fazemos planos para o futuro”.

John Lennon

RESUMO

Estudos epidemiológicos e clínicos comprovaram que as necessidades de determinados nutrientes importantes não são supridas pela alimentação. Desse modo, é importante que os alimentos básicos da dieta sejam fortificados para suprir as perdas ocorridas no processo de industrialização. Assim, este trabalho objetivou estudar o efeito da adição de dois tipos (sulfato ferroso – SF e ferro aminoácido quelato Ferrochel® – FQ) e três níveis (30%, 40% e 50% da Ingestão Diária Recomendada – IDR) de ferro e ácido fólico nas características da qualidade do bolo em comparação ao controle (sem adição de ferro). Adicionou-se em cada 100g de farinha de trigo, 4,8, 6,4 e 8mg de ferro, equivalendo, respectivamente, a 30%, 40% e 50% da IDR e 150µg de ácido fólico. A partir da farinha fortificada, produziram-se bolos que foram caracterizados através de análises sensoriais, físicas, físico-químicas e químicas. Os bolos fortificados não apresentaram diferenças estatísticas significativas nos seguintes parâmetros sensoriais: aparência global, cor do miolo, aroma, sabor, aceitação geral, atitude de compra, intensidade da maciez e intensidade da doçura. No parâmetro cor da crosta, o bolo controle somente apresentou aceitação superior ao do bolo fortificado com FQ a 50% de adição. Na análise da textura, só houve diferença na fortificação 40%, onde o bolo fortificado com FQ apresentou melhor aceitação do que o fortificado com SF. Com relação às médias de intensidade da cor da crosta, o bolo controle apresentou média superior aos bolos SF 30% e FQ 40%. Na intensidade da cor do miolo, só houve diferença nas médias na fortificação 40%, onde o bolo fortificado com SF apresentou média superior ao fortificado com FQ. Nas análises físicas, físico-químicas e químicas, proteínas e pH não diferiram, enquanto umidade e lipídios apresentaram diferenças significativas do bolo controle com as combinações de farinha (tipo de ferro) /fortificação (nível de ferro) e entre as fortificações. Cinzas e carboidratos apresentaram diferenças do bolo controle com as combinações de farinha/fortificação e o teor de ferro apresentou diferença entre as farinhas, entre as fortificações, na interação de farinha x fortificação e do bolo controle com as combinações de farinha /fortificação. Concluiu-se que o processo de fortificação de bolos com sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato nos níveis de 30%, 40% e 50% da IDR manteve aceitável a qualidade sensorial do produto percebida pelos consumidores, portanto pode ser recomendado como uma alternativa tecnológica viável na fortificação de alimentos.

Palavras-chave: bolo, análise sensorial, fortificação, ferro.

ABSTRACT

Epidemiological and clinical studies have shown that the needs of certain nutrients are not fulfilled by alimentation. Therefore, it is very important that the basic daily aliments be enriched in order to compensate the nutritional loss occurred in the industrialization process. Hence, this study aims to analyze the effect of the enrichment of two types (ferrous sulphate - FS and Ferrochel® amino acid chelate - FQ) and three levels (30, 40, and 50% of Dietary Reference Intakes - DRI) of iron and folic acid in the characteristics of the cake quality. Every 100g of buckwheat flour was enriched with 4.8, 6.4, and 8.0 mg of iron, which is equivalent to 30, 40, and 50% of the DRI, respectively, and with 150µg of folic acid. Sensorial, physical, physical-chemical and chemical analyses were conducted in the cakes made with the enriched flour. The enriched cakes did not present statistical difference in the following sensorial parameters: overall appearance, smoothness, and sweetness. In the parameter crust color, the cake control presented mean of satisfaction statistically higher than that of FQ 50% enriched cake only. In the analysis of texture, difference in the means was found only in the 40% enriched cakes, where the FQ enriched cake presented a mean higher than that of the FS enriched cake. The mean intensity of the crust color was higher in the control cake than in the FS 30% and FQ 40% enriched cakes. Statistical differences in the intensity of the color of the crumb were found in the 40% enriched cakes only, where the mean of the FS cakes was higher than that of the FQ cakes. In the physical, physic-chemical and chemical, analyses, no differences were found in the analyses of proteins and pH. Humidity and lipids were different between the cake control and flour (type of iron)/enrichment combinations and among the enrichments. Differences in the ash and in the carbohydrates were found between the cake control and flour/enrichment combinations, and the iron presented difference among the flours, among the enrichments, in the interaction flour x enrichment and the cake control with the flour/enrichment combinations. It was concluded that the enrichment of the cakes with iron sulfate and iron amino acid chelates of 30, 40, and 50% of the IDR kept acceptable the level of sensorial quality stated by the consumers, and therefore can be a feasible technological alternative of aliments enriching.

Key-words: cake, sensorial analysis, enrichment, iron.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Fluxograma básico da produção dos bolos.....	42
FIGURA 02 - Distribuição dos provadores por sexo.....	50
FIGURA 03 - Distribuição dos provadores por escolaridade.....	51
FIGURA 04 - Distribuição dos provadores por idade.....	51
FIGURA 05 - Distribuição da freqüência de consumo de bolo.....	52
FIGURA 06 - Distribuição do tipo de bolo consumido.....	53
FIGURA 07 - Média de aceitação da aparência global dos bolos fortificados....	53
FIGURA 08 - Média de aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados.....	55
FIGURA 09 - Média de aceitação da cor do miolo dos bolos fortificados.....	55
FIGURA 10 - Médias de aceitação da textura dos bolos fortificados.....	56
FIGURA 11 - Médias de aceitação do sabor dos bolos fortificados.....	58
FIGURA 12 - Médias da aceitação geral dos bolos fortificados.....	59
FIGURA 13 - Médias da atitude de compra dos bolos fortificados.....	60
FIGURA 14 - Média da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados.....	62
FIGURA 15 - Média da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados.....	63
FIGURA 16 - Média da intensidade da doçura dos bolos fortificados.....	64
FIGURA 17 - Média da medida de textura instrumental do bolo x farinha.....	67
FIGURA 18 - Média da medida de textura instrumental do bolo x fortificação...	68
FIGURA 19 - Média da medida de textura instrumental do bolo x fortificação e farinha.....	68
FIGURA 20 - Média da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	70
FIGURA 21 - Média da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	73
FIGURA 22 - Média da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	75
FIGURA 23 - Média do Δ_E da cor da crosta dos bolos fortificados.....	78
FIGURA 24 - Média da luminosidade (L^*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	80
FIGURA 25 - Média da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	83
FIGURA 26 - Média da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	85
FIGURA 27 - Média do Δ_E da cor do miolo dos bolos fortificados.....	87
FIGURA 28 - Média do percentual de umidade dos bolos fortificados.....	89
FIGURA 29 - Média do percentual de cinzas dos bolos fortificados.....	90
FIGURA 30 - Média do percentual de proteínas dos bolos fortificados.....	91
FIGURA 31 - Média do percentual de lipídios dos bolos fortificados.....	92
FIGURA 32 - Média do percentual de carboidratos dos bolos fortificados.....	93
FIGURA 33 - Média do teor de ferro dos bolos fortificados.....	94
FIGURA 34 - Média do pH dos bolos fortificados.....	95

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Formulações testadas para a seleção da formulação base.....	41
TABELA 02 - Caracterização da farinha de trigo controle.....	47
TABELA 03 - Médias da avaliação sensorial das fortificações testadas.....	49
TABELA 04 - Distribuição dos provadores por sexo.....	50
TABELA 05 - Distribuição dos provadores por escolaridade.....	50
TABELA 06 - Distribuição dos provadores por idade.....	51
TABELA 07 - Distribuição da frequência de consumo de bolo.....	52
TABELA 08 - Distribuição do tipo de bolo consumido.....	52
TABELA 09 - Análise de variância da aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados.....	54
TABELA 10 - Resultado do teste de Dunnet da aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados.....	54
TABELA 11 - Análise de variância da aceitação da textura dos bolos fortificados.....	56
TABELA 12 - Resultado do teste Tukey da aceitação da textura dos bolos dos fortificados.....	57
TABELA 13 - Análise de variância da aceitação do sabor dos bolos fortificados.....	58
TABELA 14 - Análise de variância da aceitação geral dos bolos fortificados.....	59
TABELA 15 - Análise de variância da atitude de compra dos bolos fortificados.....	60
TABELA 16 - Análise de variância da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados.....	61
TABELA 17 - Resultado do teste de Dunnet da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados.....	61
TABELA 18 - Análise de variância da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados.....	62
TABELA 19 - Estatística descritiva da intensidade de cor do miolo dos bolos fortificados.....	63
TABELA 20 - Resultado do teste Tukey da intensidade de cor do miolo dos bolos fortificados.....	64
TABELA 21 - Análise de variância da medida de textura instrumental dos bolos fortificados.....	65
TABELA 22 - Estatística descritiva da medida de textura instrumental dos bolos fortificados.....	66
TABELA 23 - Resultado do teste Tukey da medida de textura instrumental dos bolos fortificados.....	66
TABELA 24 - Resultado do teste de Dunnet da medida de textura instrumental dos bolos fortificados.....	67
TABELA 25 - Análise de variância da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	69
TABELA 26 - Estatística descritiva da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	70
TABELA 27 - Resultado do teste Tukey da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	71
TABELA 28 - Resultado do teste de Dunnet da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	71
TABELA 29 - Análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	72
TABELA 30 - Estatística descritiva da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	72

TABELA 31 - Resultado do teste Tukey da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	73
TABELA 32 - Análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	74
TABELA 33 - Estatística descritiva da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	75
TABELA 34 - Resultado do teste Tukey da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	76
TABELA 35 - Resultado do teste de Dunnet da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados.....	76
TABELA 36 - Análise de variância do Δ_E da cor da crosta dos bolos fortificados.....	77
TABELA 37 - Estatística descritiva do Δ_E da cor da crosta dos bolos fortificados.....	77
TABELA 38 - Resultado do teste Tukey do Δ_E da cor da crosta dos bolos fortificados com relação à farinha (tipo de ferro).....	78
TABELA 39 - Resultado do teste Tukey do Δ_E da cor da crosta dos bolos fortificados com relação à fortificação (níveis de ferro).....	78
TABELA 40 - Análise de variância da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	79
TABELA 41 - Estatística descritiva da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	80
TABELA 42 - Resultado do teste Tukey da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	81
TABELA 43 - Resultado do teste de Dunnet da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	81
TABELA 44 - Análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	82
TABELA 45 - Estatística descritiva da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	82
TABELA 46 - Resultado do teste Tukey da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	83
TABELA 47 - Resultado do teste de Dunnet da cromaticidade eixo verde /vermelho (a*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	84
TABELA 48 - Análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	84
TABELA 49 - Estatística descritiva da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	85
TABELA 50 - Resultado do teste Tukey da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo dos bolos fortificados.....	86
TABELA 51 - Análise de variância do Δ_E da cor do miolo dos bolos fortificados	86
TABELA 52 - Estatística descritiva do Δ_E da cor do miolo dos bolos fortificados	87
TABELA 53 - Resultado do teste Tukey do Δ_E da cor do miolo dos bolos fortificados.....	88
TABELA 54 - Estatística descritiva da umidade dos bolos fortificados.....	88
TABELA 55 - Estatística descritiva das cinzas dos bolos fortificados.....	89
TABELA 56 - Estatística descritiva das proteínas dos bolos fortificados.....	90
TABELA 57 - Estatística descritiva dos lipídios dos bolos fortificados.....	91
TABELA 58 - Estatística descritiva dos carboidratos dos bolos fortificados.....	92
TABELA 59 - Estatística descritiva do ferro dos bolos fortificados.....	93
TABELA 60 - Estatística descritiva do pH dos bolos fortificados.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACC – American Association of Cereal Chemists.
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
AOAC – Association of Official Analytical Chemists.
CERTREM – Centro Regional de Treinamento em Moagem e Panificação.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
FQ – Ferro aminoácido quelato.
FQ 30% – Fortificado com 30% da IDR de ferro aminoácido quelato e 150µg de ácido fólico.
FQ 40% – Fortificado com 40% da IDR de ferro aminoácido quelato e 150µg de ácido fólico.
FQ 50% – Fortificado com 50% da IDR de ferro aminoácido quelato e 150µg de ácido fólico.
FUNCAP – Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
ICC – International Association for Cereal Chemistry.
IDR – Ingestão Diária Recomendada.
LEMA – Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada da UFC.
NRC – National Research Council.
NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial.
PADETEC – Parque de Desenvolvimento Tecnológico.
SF – Sulfato ferroso.
SF 30% – Fortificado com 30% da IDR de sulfato ferroso e 150µg de ácido fólico.
SF 40% – Fortificado com 40% da IDR de sulfato ferroso e 150µg de ácido fólico.
SF 50% – Fortificado com 50% da IDR de sulfato ferroso e 150µg de ácido fólico.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	09
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Ferro: importância e biodisponibilidade.....	19
2.2 Anemia ferropriva.....	22
2.3 Ácido fólico.....	24
2.4 Fortificação de alimentos.....	27
2.5 Produção de bolo.....	28
2.5.1 Principais ingredientes.....	29
2.5.1.1 Farinha de trigo.....	29
2.5.1.2 Açúcar.....	30
2.5.1.3 Gordura.....	31
2.5.1.4 Ovo.....	31
2.5.1.5 Líquidos.....	32
2.5.1.6 Fermento químico.....	32
2.5.2 Métodos de manipulação.....	33
2.5.2.1 Método convencional.....	33
2.5.2.2 Método rápido.....	33
2.6 Testes sensoriais.....	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 Material.....	36
3.1.1 Matéria prima.....	36
3.1.2 Reagentes e ingredientes.....	36
3.1.3 Aparelhos e equipamentos.....	36
3.2 Metodologia experimental.....	37
3.2.1 Análises físicas, físico-químicas, químicas e reológicas da farinha de trigo controle.....	37
3.2.1.1 Umidade.....	37
3.2.1.2 Cinzas.....	38
3.2.1.3 Proteínas.....	38
3.2.1.4 Lipídios.....	38
3.2.1.5 Carboidratos.....	38
3.2.1.6 Ferro.....	38
3.2.1.7 pH.....	38
3.2.1.8 Medida de cor.....	39
3.2.1.9 Teor de glúten.....	39
3.2.1.10 Índice de queda (Falling Number).....	39
3.2.1.11 Farinografia.....	39
3.2.1.12 Extensografia.....	39
3.2.2 Fortificação da farinha.....	40
3.2.3 Seleção da formulação base.....	41
3.2.4 Processamento de bolos para a seleção da formulação base.....	41
3.2.5 Processamento dos bolos fortificados.....	43
3.2.6 Análise sensorial dos bolos fortificados.....	43
3.2.7 Análise instrumental dos bolos fortificados.....	44

3.2.7.1 Medida de textura.....	44
3.2.7.2 Medida de cor.....	44
3.2.8 Análises físicas, físico-químicas e químicas dos bolos fortificados.....	45
3.2.8.1 Umidade.....	45
3.2.8.2 Cinzas.....	45
3.2.8.3 Proteínas.....	45
3.2.8.4 Lipídios.....	45
3.2.8.5 Carboidratos.....	45
3.2.8.6 Ferro.....	45
3.2.8.7 pH.....	46
3.2.9 Análises estatísticas.....	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Análises físicas, físico-químicas, químicas e reológicas da farinha de trigo controle.....	47
4.2 Seleção da fortificação base.....	49
4.3 Análise sensorial dos bolos fortificados.....	50
4.3.1 Caracterização dos provadores.....	50
4.3.2 Caracterização do consumo de bolo.....	51
4.3.3 Testes de aceitação dos bolos fortificados.....	53
4.3.3.1 Escala hedônica.....	53
4.3.3.1.1 Aparência global.....	53
4.3.3.1.2 Cor da crosta.....	54
4.3.3.1.3 Cor do miolo.....	55
4.3.3.1.4 Textura.....	56
4.3.3.1.5 Sabor.....	57
4.3.3.1.6 Aceitação geral.....	58
4.3.3.2 Escala de atitude de compra dos bolos.....	59
4.3.4 Teste de escala relativa ao ideal (“Just Right Scale”).....	61
4.3.4.1 Intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados.....	61
4.3.4.2 Intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados.....	62
4.3.4.3 Intensidade da doçura dos bolos fortificados.....	64
4.4 Análise instrumental dos bolos fortificados.....	65
4.4.1 Medida de textura instrumental.....	65
4.4.2 Medida de cor instrumental.....	69
4.4.2.1 Luminosidade (L*) da cor da crosta.....	69
4.4.2.2 Cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta.....	72
4.4.2.3 Cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta.....	74
4.4.2.4 Análise do Δ_E da cor da crosta.....	77
4.4.2.5 Luminosidade (L*) da cor do miolo.....	79
4.4.2.6 Cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor do miolo.....	82
4.4.2.7 Cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo.....	84
4.4.2.8 Análise do Δ_E da cor do miolo.....	86
4.5 Análises físicas, físico-químicas e químicas dos bolos fortificados.....	88
4.5.1 Umidade.....	88
4.5.2 Cinzas.....	89
4.5.3 Proteínas.....	90
4.5.4 Lipídios.....	91
4.5.5 Carboidratos.....	92
4.5.6 Ferro.....	93
4.5.7 pH.....	94

5 CONCLUSÃO.....	96
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS.....	104

1 INTRODUÇÃO

A alimentação humana constitui-se um problema para governantes, pesquisadores, tecnólogos e industriais, haja vista ser um requisito básico ao desenvolvimento físico, mental e social de todo ser humano.

Estudos epidemiológicos e clínicos comprovaram que as necessidades de determinados nutrientes importantes não são supridas pela alimentação. Isso ocorre tanto em países subdesenvolvidos onde a população tem dificuldade de acesso a vários tipos de alimentos, como em países desenvolvidos devido ao consumo não balanceado de alimentos.

Dentre esses nutrientes deficientes na alimentação são considerados mais importantes os aminoácidos essenciais, as vitaminas e os minerais. Estudos ressaltaram que essas deficiências nutricionais em estado latente, nem sempre são observadas visualmente. Desse modo, é importante que os alimentos básicos da dieta sejam fortificados para suprir as perdas ocorridas no processo de industrialização.

Significativa proporção da população mundial apresenta-se, ou encontra-se em risco de apresentar, deficiências de minerais, principalmente ferro. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), a anemia por deficiência de ferro (anemia ferropriva) atinge a mais de dois bilhões de pessoas ou 30% da população mundial, portanto é considerada como o distúrbio nutricional de maior prevalência no mundo (LOFTI et al., 1996).

Estimativas da Organização Panamericana de Saúde (OPAS), com base em dados regionais, apontam o Peru como o país de maior prevalência de anemia por deficiência de ferro na América Latina e Caribe (57%), seguido pelo Brasil, onde 35% das crianças de 1 a 4 anos estão anêmicas, sendo quase 5 milhões (FISBERG et al., 2003).

Estima-se que 94 milhões de pessoas sofram de deficiência de ferro ou anemia ferropriva nas Américas. No Brasil, a prevalência para essa doença é de 20% nos adolescentes, entre 15 e 30% nas gestantes e de até 50% nas crianças entre 6 e 60 meses (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004a).

Em países como o Canadá, Estados Unidos, Suíça e Reino Unido, o desaparecimento das deficiências de minerais e vitaminas tem sido decorrente do enriquecimento de alimentos (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

A anemia ferropriva consiste em grave e freqüente carência do mineral ferro, onde um dos meios mais eficazes de combate é a fortificação de alimentos por se tratar de um método capaz de atingir vários extratos populacionais sem exigir cooperação do beneficiário, além de ser uma medida de baixo custo e efetiva a curto, médio e longo prazo (FISBERG et al., 2003).

Alguns países como o Chile, Guatemala, Venezuela e El Salvador, utilizam alimentos fortificados com ferro há várias décadas e, dessa forma, conseguiram diminuir significativamente a prevalência da anemia ferropriva (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

Para obter-se êxito na fortificação, o composto utilizado deve possuir boa disponibilidade de absorção pelo organismo e características tais que não mudem a cor e o sabor do alimento. E o alimento fortificado deve ter baixo custo, ser de fácil acesso, pertencer à alimentação habitual da região e ter boa aceitação (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

A anemia ferropriva atinge mulheres e homens adultos, bem como crianças e adolescentes. Pesquisas mostraram que a deficiência de ferro acarreta fraqueza muscular, deficiência imunológica, aumento de morbidade e mortalidade infantil e em crianças até dois anos, o comprometimento intelectual.

No Brasil, a deficiência de ferro é considerada um problema de saúde pública. Portanto, a adição de nutrientes essenciais como o ferro impõe a necessidade urgente de pesquisas para disponibilizar a tecnologia necessária, estabelecer o melhor veículo de fortificação, assegurar a aceitabilidade do alimento e alcançar um custo acessível.

A Portaria nº 710 de 10 de junho de 1999 do Ministério da Saúde apresentou diretriz, estimulando ações intersetoriais de monitoramento da situação alimentar e nutricional no País. Uma das metas estabelecidas foi a fortificação de parte da produção brasileira de farinhas de trigo e milho com ferro, para reduzir a anemia ferropriva em um terço até o ano de 2003 (BRASIL, 1999). Para atingir esta meta, a Resolução – RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002 estabeleceu a fortificação das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico, devendo cada 100g de farinha fornecer no mínimo 4,2mg de ferro e 150µg de ácido fólico, tendo a sua obrigatoriedade sido determinada a partir de 18 de junho de 2004 (ANVISA, 2002).

O ácido fólico é uma vitamina do complexo B, muito importante para a manutenção do organismo humano, e sua deficiência pode acarretar desde malformações congênitas no feto até doenças cardíacas (CATHARINO; GODOY, 2001).

A escolha de alimentos pelo consumidor é questionável, pois a mesma depende largamente das características sensoriais para assegurar uma dieta balanceada. Portanto, devemos associar à reação de aceitação sensorial, uma maneira de assegurar o balanceamento nutricional de nutrientes essenciais. Uma das alternativas, comprovadamente viável, é a fortificação de cereais.

Em alguns países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, a utilização de alimentos à base de cereais, os quais ao serem processados perdem quantidades significativas de ferro, têm sido eleitos, de modo satisfatório, como veículos para a fortificação com ferro (LOFTI et al., 1996; ARROYAVE, 1993).

No Brasil, os cereais representam uma fonte calórica altamente significativa, especialmente o trigo, que apresenta perdas de 62,5% de ferro no seu processo de moagem. Além disso, é conveniente considerar sob o ponto de vista populacional, que o alimento enriquecido seja consumido por pessoas de todas as classes sociais (CAMPINO, 2000), fato esse observado no consumo de bolo, pois segundo Lin, Hwang e Yeh (2003) é um alimento de alto consumo no mundo todo.

Assim, este trabalho propôs-se a estudar o efeito da adição de dois tipos (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato) e três níveis (30, 40 e 50% da IDR) de ferro e ácido fólico nas características da qualidade do bolo, objetivando disponibilizar uma alternativa tecnológica devidamente testada que possa reforçar a implementação de programas de fortificação, obrigatório ou voluntário, para a prevenção da deficiência de ferro e ácido fólico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ferro: importância e biodisponibilidade

O ferro foi descoberto como nutriente essencial para os animais em 1860 (CZAJKA-NARINS, 1995). O organismo humano contém pequena quantidade de ferro, menos de 5g, teor este que não corresponde à sua importância vital (FRANCO, 1995b).

Aproximadamente 65% do ferro encontrado no organismo de um adulto sadio encontra-se sob a forma de hemoglobina, 4% como mioglobina, 1% como compostos heme (citocromos e citocromo oxidase), 0,1% como transferrina e, aproximadamente, entre 15 e 30% armazenados no fígado, principalmente sob a forma de ferritina (GUYTON, 1988). O ferro é muito bem conservado pelo organismo; cerca de 90% é recuperado e reutilizado exaustivamente (CZAJKA-NARINS, 1995).

O ferro do organismo tem dupla origem: ferro exógeno, ingerido com os alimentos, e ferro endógeno, provavelmente da destruição das hemácias, que libera cerca de 27mg do metal, que é em seguida reutilizado. O ferro dos alimentos não é inteiramente aproveitado pelo organismo, dependendo da forma sob a qual é ingerido, isto é, de sua separação das combinações químicas sob as quais se apresenta, pois para sua absorção é necessário que seja solúvel, ionizável e ultrafiltrável (FRANCO, 1995b).

O ferro da dieta apresenta-se sob duas formas como ferro heme ou não-heme, ou inorgânico (ANDERSON et al., 1988a). A forma heme está ligada à hemoglobina e mioglobina na carne, aves e peixes. Já a forma não-heme, encontra-se nos alimentos vegetais e no ferro não-heme encontrado nas carnes (SIZER; WHITNEY, 2002a).

A quantidade de ferro no organismo e a demanda desse metal são os determinantes da magnitude de sua absorção sob quaisquer condições, porém a taxa real de absorção é influenciada pela forma e pela concentração do ferro dietético e pela composição da refeição na qual ele foi consumido (ANDERSON et al., 1988a).

Normalmente, somente cerca de 10% a 15% de ferro dietético é absorvido; mas se o estoque corporal de ferro está menor ou a necessidade

aumentada por alguma razão (assim como a gravidez), a absorção aumenta (SIZER; WHITNEY, 2002a).

A absorção do ferro ocorre quase que inteiramente na parte superior do intestino delgado, principalmente, no duodeno (GUYTON, 1988). A forma heme é absorvida pelas células da mucosa como complexo porfirínico intacto e sua absorção é pouco influenciada pela composição dos alimentos e secreções gastrintestinais. No entanto, o ferro não-heme precisa estar na forma solúvel para ser absorvido (CZAJKA-NARINS, 1995).

O ferro não heme se torna solúvel quando é ionizado pelo ácido do suco gástrico, reduzindo-o ao estado ferroso e quelato com substâncias solubilizantes, tais como o ácido ascórbico, açúcares e aminoácidos contendo enxofre (CZAJKA-NARINS, 1995).

Quando o ferro é absorvido pelo intestino delgado, combina-se imediatamente, no plasma sangüíneo, com uma beta-globulina, a transferrina (GUYTON, 1988), pois quando se encontra na forma livre é tóxico (HARFENIST; MURRAY, 1994). O ferro, nesse composto, está combinado de modo muito lábil e, conseqüentemente, pode ser liberado para qualquer célula tecidual em qualquer ponto do corpo (GUYTON, 1988).

O excesso de ferro no corpo é depositado em todas as suas células, mas em especial nas células hepáticas, onde são armazenados cerca de 60% do excesso. Dentro das células hepáticas o ferro combina-se com a apoferritina para formar a ferritina. O ferro armazenado sob a forma de ferritina constitui o ferro de depósito (GUYTON, 1988).

Diariamente são perdidas pequenas quantidades do ferro que foi absorvido. A maioria dessas perdas ocorre nas fezes, pela descamação das células mucosas e pelo ferro biliar não absorvido. O restante é perdido pela descamação da pele e por excreção urinária (que normalmente é muito baixa). Somando o total dessas perdas alcança-se entre 0,5 e 1,0 mg por dia. O sangue perdido durante a menstruação provoca uma perda adicional de ferro que, em média diária, varia entre 0,5 e 1,4mg. Ocorre também grande perda de ferro como resultado de hemorragia ou de doação de sangue (ANDERSON et al., 1988a).

O ferro é um componente necessário para a hemoglobina dos eritrócitos. A hemoglobina é uma proteína conjugada, composta de quatro grupos heme contendo ferro, ligados a quatro cadeias polipeptídicas, que constituem a porção

globina. A forma heme é responsável pela coloração característica e pela capacidade do sangue de transportar o oxigênio. E a mioglobina, encontrada apenas no tecido muscular, está relacionada à hemoglobina do sangue, tanto na estrutura como na função (ANDERSON et al., 1988a).

Além de ser importante no transporte do oxigênio e dióxido de carbono, o ferro está envolvido no sistema imunológico, no desempenho cognitivo e na maior parte ativa das enzimas que participam nos processos de respiração celular (CZAJKA-NARINS, 1995).

Os requerimentos de ferro são determinados pelas demandas para o desenvolvimento dos tecidos e a incorporação à hemoglobina e pela necessidade de reposição do ferro que é perdido na urina, nas fezes, no suor e, na mulher, durante a menstruação, a gestação e a lactação. Os três períodos de maior demanda de ferro são: durante os primeiros dois anos de vida, na adolescência, especialmente nas meninas, e durante o período de gestação (ANDERSON et al., 1988a).

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) de ferro varia de acordo com o sexo, a faixa etária e o estado fisiológico. Sendo necessário 7mg para crianças entre um e três anos, 10mg entre quatro e oito anos e 8mg entre nove e 13 anos. Na adolescência, entre 14 e 18 anos, a necessidade é de 11mg para meninos e 15mg para meninas. Na fase adulta, a recomendação para homens entre 19 e mais de 70 anos é de 8mg e para mulheres é de 18mg entre 19 e 50 anos e acima de 50 anos é de 8mg. Durante a gestação o requerimento aumenta para 27mg (NRC, 2001).

A melhor fonte dietética do ferro é o fígado, seguido por ostras, mariscos, rim, coração, carne magra, aves e peixes. Feijões secos são as melhores fontes vegetais. Outros alimentos que contêm ferro são: gema de ovo, frutas secas, melaço, pães de trigo integral e enriquecido, vinhos e cereais. O leite e seus derivados praticamente não contêm ferro (CZAJKA-NARINS, 1995).

O conteúdo total de ferro na dieta não é um indicador confiável da adequação da dieta, porque a disponibilidade do ferro da dieta depende se está presente como ferro heme (mais rapidamente absorvido) ou não-heme (menos rapidamente absorvido) (CHAMPE; HARVEY, 1996a).

Em média, cerca de 40% do ferro da carne, do peixe e das aves domésticas está sob a forma de heme (hemoglobina e mioglobina). A fração não-heme do ferro ingerido provém do restante do ferro da carne, do peixe e das aves domésticas, assim como de todo o ferro alimentar originário de outras fontes, como,

por exemplo, os ovos, os cereais, os legumes e as frutas, e dos sais de ferro dos suplementos (ANDERSON et al., 1988a).

A deficiência da absorção de ferro é determinada pelo alimento que o contém. Esses alimentos podem conter substâncias que aumentam a absorção ou conter agentes complexantes que inibem a absorção. As principais substâncias ou estados fisiológicos que aumentam a absorção de ferro são: o ácido ascórbico, os açúcares, os aminoácidos, as proteínas animais celulares da carne, peixe e aves (fator MFP), o grau de acidez gástrica, a gravidez e o crescimento. E as que inibem são: os antiácidos, os fitatos, os taninos, a presença de uma quantidade razoável de cálcio e a motilidade intestinal aumentada (CZAJKA-NARINS, 1995).

2.2 Anemia ferropriva

A deficiência de ferro causa uma redução na velocidade da síntese de hemoglobina e pode resultar na anemia ferropriva (CHAMPE; HARVEY, 1996a) que é caracterizada pela produção de eritrócitos pequenos (microcíticos) e um menor nível de hemoglobina circulante. Esse é realmente o último estágio da deficiência de ferro e representa o ponto final de um longo período de privação do mesmo (MAHAN; ARLIN, 1995a).

As anemias nutricionais constituem um sério problema em todo o mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. Vários são os nutrientes cuja falta concorre para a instalação das anemias carenciais, porém o ferro é o mais importante, responsável por 90% das mesmas. A carência de ferro atinge, em maior ou menor grau, todas as células de um organismo vivo e se comporta como uma enfermidade sistêmica com múltiplos sintomas, conforme os órgãos afetados (MATOS et al., 2003).

As três causas básicas da anemia ferropriva são: 1) perda crônica de sangue tais como: uma úlcera péptica que sangra, hemorróidas, parasitas ou malignidade; 2) uma absorção ou ingestão deficiente de ferro, resultando de uma dieta pobre neste ou de distúrbios gastrintestinais crônicos, tais como: diarreia, acloridria, ou doença intestinal e 3) maior requisito de ferro do volume de sangue aumentado como se observa na infância, adolescência e gravidez (MAHAN; ARLIN, 1995a).

A anemia ferropriva pode ser definida como a diminuição anormal na concentração de hemoglobina no sangue. Pode-se caracterizá-la por intermédio de exames laboratoriais quando estes apresentarem redução nos níveis de hemoglobina sérica a valores inferiores a 11mg/dL e hematócrito abaixo de dois desvios padrão da referência considerada adequada (FISBERG et al., 2003).

Freqüentemente, os primeiros sinais e sintomas da anemia ferropriva são: fadiga, palidez, intolerância ao exercício e perda da produtividade. Além desses sintomas, verificam-se efeitos sistêmicos e sobre o sistema nervoso central, incluindo desvio da atenção, irritabilidade, dificuldade para o aprendizado, os quais prejudicam o rendimento escolar e a habilidade intelectual (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

Os grupos mais vulneráveis à anemia ferropriva são as crianças, os adolescentes, as gestantes, as nutrizes e os idosos, destacando-se a maior prevalência em crianças com menos de três anos de idade, devido o consumo alimentar insuficiente em ferro, tanto qualitativamente como quantitativamente, aumento do requerimento devido às necessidades do crescimento acelerado no primeiro ano de vida, desmame precoce e outros fatores associados, como a prematuridade, o baixo peso ao nascer, as infecções freqüentes e a infestação por ancilostomídeos (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

O objetivo do tratamento deve ser a reposição das reservas de ferro e não apenas o alívio da anemia. O principal tratamento para anemia ferropriva consiste na administração oral de ferro inorgânico na forma ferrosa. Em uma dose de 30mg, a absorção de ferro ferroso é três vezes maior do que se a mesma quantidade fosse dada na forma férrica. Além da medicação, deve ser dada atenção à quantidade de ferro absorvível no alimento. Fígado, rim, carne, gema de ovo, frutas secas, ervilhas e feijões secos, castanhas, vegetais verdes, melado, pão integral, cereais enriquecidos estão entre os alimentos com maior conteúdo de ferro (MAHAN; ARLIN, 1995a).

2.3 Ácido fólico

Folato ou folacina é o termo genérico que engloba o ácido fólico e substâncias relacionadas que apresentam atividade bioquímica de ácido fólico (MAYES, 1994).

O ácido fólico (2-amino-4-hidroxi-6-metilenoaminobenzol-L-glutâmico) é uma vitamina do complexo B, muito importante para a manutenção do organismo humano (Catharino; Godoy, 2001), sendo conhecido como ácido pteroilglutâmico, vitamina B₁₁, vitamina B₉ e vitamina M (CATHARINO; GODOY, 2002).

O folato é formado por uma base, a pteridina, ligada a uma molécula de ácido p-aminobenzóico (PABA) e pelo ácido glutâmico. Os animais são incapazes de sintetizar PABA ou de unir o glutamato ao ácido pteróico e, portanto, necessitam de folato nas suas dietas (MAYES, 1994).

O ácido fólico é uma substância cristalina amarela, pouco solúvel em água fria quando na forma ácida, porém mais solúvel na forma de sal, sensível ao oxigênio, à luz e ao pH ácido e neutro, sendo estável em pH alcalino (CATHARINO; GODOY, 2002).

Para possuir atividade, o folato deve estar em sua forma tetrahydro, na qual é mantido pela enzima diidrofolato redutase. Os folatos poliglutamatos são mais ativos do que os monoglutamatos (CATHARINO; GODOY, 2002).

O processo de absorção do ácido fólico ocorre na parte proximal do intestino delgado, principalmente sob forma de suspensão e pequena parte é absorvida pelo jejuno distal e no íleo distal, pois ali a absorção depende de energia, parecendo que o folato também seja absorvido por difusão, como no caso de grandes doses. O folato é absorvido na forma livre (ácido pteroilglutâmico) e sua absorção é considerada como um processo ativo (FRANCO, 1995a).

Após a absorção, o ácido pteroilglutâmico é rapidamente reduzido para dar origem, primeiro ao ácido 7,8-diidrofolico, reação catalizada pela enzima redutase diidrofolato, e em seguida ao ácido plenamente reduzido nas posições 5, 6, 7 e 8, o ácido tetraidrofolico (CATHARINO; GODOY, 2002).

O armazenamento do ácido fólico processa-se principalmente no fígado, em um teor de cerca de 50% e sua excreção é feita através da bile e da urina (FRANCO, 1995a).

O ácido fólico atua na formação de produtos intermediários do metabolismo que estão envolvidos na formação de células. Tem a função bioquímica de transferir uma unidade de carbono a vários compostos durante a síntese de purinas e pirimidinas do ácido desoxirribonucléico (DNA) e ribonucléico (RNA), assim como nos processos de interconversões de aminoácidos durante os processos metabólicos, sendo necessário em várias reações, promovendo a formação de aminoácidos e por isso de genes (FRANCO, 1995a).

Folato é necessário para formação de hemácias e leucócitos na medula óssea e para sua maturação. Atua como carreador do carbono isolado para a formação do heme (MAHAN; ARLIN, 1995b).

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) de ácido fólico varia de acordo com a faixa etária e o estado fisiológico. Sendo necessário 150µg para crianças entre um e três anos, 200µg entre quatro e oito anos e 300µg entre nove e 13 anos. Nos adultos a necessidade aumenta para 400µg e, na gravidez e lactação é necessário 600µg e 500µg, respectivamente (NRC, 1998).

O nome folato é derivado da palavra *foliage*, e como o nome sugere, o folato é naturalmente abundante em vegetais verdes folhosos (SIZER; WHITNEY, 2002b). Provavelmente, entre 25 e 50% dos folatos da dieta estão disponíveis nos alimentos (MAHAN; ARLIN, 1995b).

As melhores fontes de ácido fólico são: fígado, feijões roxos, feijões manteiga (fava) e vegetais folhosos verde-escuros frescos, especialmente espinafre, aspargo e brócolis. Consideram-se boas fontes: carne magra, batatas, pão de trigo integral e feijões secos e fontes pobres incluem-se a maioria das carnes, leite, ovos, a maioria das frutas, exceto laranjas e raízes vegetais (MAHAN; ARLIN, 1995b).

A disponibilidade de folacina é variável nos diferentes alimentos. Como exemplo tem-se uma absorção de 92% nos feijões-de-lima, 25% na alface, 31% no suco de laranja, 82% nas bananas, ficando uma média de absorção de aproximadamente 50% (ANDERSON et al., 1988b). Além de nem todo o folato ingerido ser absorvido, uma grande parte é perdida antes mesmo de ser consumida. Perdas entre 50% e 95% ocorrem durante o preparo doméstico e o processamento dos alimentos (MAHAN; ARLIN, 1995b).

Estudos mostram a ocorrência de perdas de folatos durante a cocção dos alimentos, variando entre 50% e 90% (CATHARINO; GODOY, 2002). A oxidação que ocorre durante a estocagem destrói quase a metade do folato presente nos

alimentos. (SIZER; WHITNEY, 2000b). A luz também causa grandes perdas de ácido fólico (FRANCO, 1995a).

A deficiência de ácido fólico em humanos tem origem nutricional, ou seja, causada pela ingestão de dieta insuficiente em folatos. Há evidências de que o álcool e as doenças hepáticas interferem na absorção e metabolismo dos folatos. Mulheres grávidas e pacientes com anemia hemolítica têm maior necessidade de folatos e podem tornar-se deficientes, especialmente se suas dietas oferecerem quantidades marginais dessa vitamina. Drogas que interferem na absorção ou no metabolismo de folatos, como os anticonvulsivantes e os anticoncepcionais, podem levar à deficiência dessa vitamina. Nefropatas também desenvolvem deficiência de folatos, pois estes são removidos do plasma cada vez que os pacientes são dializados (CATHARINO; GODOY, 2002).

A deficiência de ácido fólico é provavelmente a mais comum deficiência de vitamina nos EUA, particularmente entre gestantes e alcoolistas (CHAMPE; HARVEY, 1996b).

Um resultado primário da deficiência de ácido fólico é a anemia megaloblástica, causada pela síntese diminuída de purinas e timina, levando a uma incapacidade das células em produzir DNA e dividir-se (CHAMPE; HARVEY, 1996b). Isto resulta em alterações na morfologia nuclear, especialmente naquelas células com as mais rápidas taxas de multiplicação – hemácias, leucócitos, células epiteliais do estômago, intestino, vagina e cérvix uterina (MAHAN; ARLIN, 1995b).

A deficiência de folato é associada a um grupo devastador de problemas congênitos (espinha bífida, encefalocele, fenda palatina e hidrocefalia) (CATHARINO; GODOY, 2001), conhecidos como defeitos no tubo neural. Esses problemas afetam um em cada 1.000 nascidos, produzindo a segunda forma mais comum de problemas congênitos depois da síndrome de Down. Defeitos do tubo neural vão de leves problemas na espinha ao retardo mental, diminuição severa do tamanho do cérebro e morte pouco tempo depois do nascimento (SIZER; WHITNEY, 2002b).

O desenvolvimento fetal precoce do tubo neural é criticamente dependente da presença de ácido fólico. Uma nutrição adequada em folato deve ocorrer no momento da concepção, pois o desenvolvimento crítico dependente de folato ocorre nas primeiras semanas de vida fetal – em um momento em que muitas mulheres ainda não sabem que estão grávidas. (CHAMPE; HARVEY, 1996b).

O ácido fólico não apresenta grau de toxicidade comprovada, mesmo com doses elevadas de 15mg por dia não ocorreram efeitos danosos no organismo (CATHARINO; GODOY, 2002).

2.4 Fortificação de alimentos

A fortificação de alimentos tem sido utilizada como medida de saúde pública para erradicar manifestações de deficiências nutricionais tais como beribéri, anemia por deficiência de ferro e pelagra, e para assegurar que a ingestão de determinados nutrientes, especialmente vitaminas e minerais, atinja os níveis recomendados (SLOAN; STIEDEMANN, 1996).

Existem três motivos básicos para se adicionar nutrientes em um alimento do ponto de vista nutricional, que são: repor perdas sofridas no processamento, reproduzir a composição de um alimento que um sucedâneo pretende substituir e redistribuir nutrientes pouco encontrados por razões econômicas, culturais ou geográficas (FLORES et al., 1996).

Geralmente, para se fortificar um alimento alguns fatores devem ser levados em consideração, dentre eles, os principais são: a seleção de um alimento veículo, a escolha do nutriente a ser adicionado, a integridade das características sensoriais do alimento e a aplicação de uma tecnologia de adição simples e de baixo custo (FLORES et al., 1996).

Segundo a Portaria nº 31/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, alimento fortificado ou enriquecido é todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma, sendo permitido o enriquecimento ou fortificação com vitaminas e ou minerais desde que 100ml ou 100g do produto, pronto para consumo, forneça no mínimo 15% da IDR (ingestão diária recomendada) de referência, no caso de líquidos, e 30% da IDR de referência, no caso de sólidos (ANVISA, 1998).

O processo de fortificação de alimentos só é realizado com êxito quando o composto utilizado possui boa disponibilidade de absorção pelo organismo e tem

características tais que não mudem a cor e o sabor do alimento que foi fortificado. Além disso, o alimento fortificado deve ter baixo custo, ser de fácil acesso, pertencer à alimentação habitual da região e ter boa aceitação (VELLOZO; FAGIOLI; SILVA, 2003).

Diante do fato da anemia ferropriva ser a principal causa de mortalidade materna e de baixo peso ao nascer entre os brasileiros, o Ministério da Saúde pactuou com o setor produtivo a adição de ferro nas farinhas de milho e de trigo, fato este estabelecido na Resolução - RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004b).

A suplementação com compostos de ferro é a forma mais antiga e simples de se prevenir e tratar a anemia ferropriva. Existem diferentes tipos de sais de ferro a serem empregados na fortificação, tais como o sulfato, o fumarato e o gluconato, no entanto, o sulfato ferroso é o mais eficientemente utilizado pelo organismo e o de menor custo (TORRES et al., 1996).

Segundo Bianchi, Silva e Oliveira (1992), o sulfato ferroso é a forma mais utilizada como suplemento durante a gravidez, ou como tratamento de diversas formas de anemias por deficiência de ferro e apresenta maior biodisponibilidade do que os sais férricos, no entanto, a sua biodisponibilidade é inferior aos quelatos de ferro.

O ferro aminoácido quelato tem a vantagem de não alterar a cor nem o sabor, não promover a oxidação lipídica nem a precipitação, poder ser adicionado a alimentos líquidos e oleosos e ser entre duas e três vezes mais absorvido que o sulfato ferroso, porém tem a desvantagem de ser de custo mais elevado (BRUNKEN; SZARFAC, 1999).

2.5 Produção de Bolos

Existem vários tipos de bolos, muitos deles, populares em um país e desconhecidos em outro, dependendo da disponibilidade de matéria-prima e dos costumes e hábitos (CRAWFORD, 1985).

Os bolos apresentam-se diferentes de outros produtos à base de farinha de trigo por apresentarem alta proporção de açúcar, gordura e ovos em relação à

farinha e líquidos. Desse modo, os bolos são produtos mais úmidos, apresentam textura mais fina e são mais doces que os pães (CRAWFORD, 1985).

Os bolos são divididos em dois grupos de acordo com os seus ingredientes básicos. Os do primeiro grupo compreendem os bolos que não contêm gordura e fermento químico e os do segundo grupo incluem geralmente na sua formulação, além de gordura, fermento químico ou bicarbonato de sódio (GRISWOLD, 1972).

Considerando que os bolos com gordura destacam-se pela sua elevada produção e que constituem o objeto de estudo deste trabalho, serão descritos a seguir os seus principais ingredientes e métodos de manipulação.

2.5.1 Principais ingredientes

O tipo, a qualidade e a proporção dos ingredientes são fatores importantes na determinação das características de qualidade dos bolos (CRAWFORD, 1985).

Recomenda-se que os ingredientes estejam à temperatura ambiente para o preparo de bolo. A temperatura da gordura deve ficar entre 21°C e 24°C, podendo variar com o tipo de gordura, sendo mais baixa para gorduras menos firme e mais elevada para gorduras mais firmes (GRISWOLD, 1972).

A proporção de líquidos para sólidos e o método de preparo são os fatores que, sendo alterados, produzem as diferenças mais evidentes na qualidade dos produtos (CRAWFORD, 1985).

2.5.1.1 Farinha de trigo

A qualidade da farinha de trigo varia muito, dependendo do processo de moagem, da variedade do trigo e das condições em que foi produzido (fertilidade do solo, precipitação pluvial, clima, etc.) e da porcentagem de extração do grão (CRAWFORD, 1985).

O conteúdo de proteína dos trigos depende principalmente de fatores agrônômicos e ambientais tais como: teores de nitrogênio e de umidade do solo e temperatura durante o desenvolvimento da planta. Este conteúdo varia entre sete e

20%, podendo, ocasionalmente, amostras apresentarem-se fora dessa faixa (CAMPBELL; LEE, 1982).

A farinha de trigo é obtida de dois tipos de trigo (duro e mole) e contém as proteínas gliadina e glutenina, não encontradas em outras farinhas. Quando um líquido é adicionado à farinha de trigo e a mistura é batida, mexida ou amassada, as proteínas formam uma substância chamada glúten (CRAWFORD, 1985) que é um complexo protéico fundamental à obtenção dos produtos panificáveis, das massas alimentícias, dos biscoitos e dos bolos (CARVALHO JÚNIOR, 1999).

A farinha de trigo duro contém mais glúten do que a do trigo mole, e é especialmente apropriada para a produção de pão fermentado por fermento biológico, devido à sua maior elasticidade (CRAWFORD, 1985).

A farinha de trigo mole dos cultivares soft do *Triticum aestivum*, que possui menor teor de proteínas formadoras de glúten (entre sete e nove por cento) e forma glúten menos elástico e adesivo é adequada para a produção de bolos, cookies e biscoitos (Pomeranz, 1988), devido a sua textura fina, consistência leve e capacidade de reter a umidade do produto. (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001; CRAWFORD, 1985).

Geralmente, a farinha de trigo mole apresenta glúten fraco, baixa absorção de água e menor teor de amido danificado, em relação às farinhas de trigo duro (PYLER, 1982).

2.5.1.2 Açúcar

A sacarose, dissacarídeo constituído por uma molécula de glicose e uma de frutose unida por uma ligação glicosídica, é um açúcar não redutor obtido principalmente a partir da cana-de-açúcar ou da beterraba. Encontra-se disponível comercialmente em várias granulometrias que vão do extremamente fino até o mais grosso (WADE, 1988).

No processamento de bolos, o açúcar (sacarose) finamente granulado é o mais adequado porque proporciona uma melhor combinação com a gordura, produzindo células de ar finas que influenciam na qualidade da textura (CRAWFORD, 1985). Segundo Griswold (1972), o volume do bolo melhora à medida que a granulação do açúcar se torna mais fina.

O açúcar tem a função de dissolver parcialmente os fios de glúten, tornando-os mais delicados, menos firmes e menos aderentes. Quando usado em uma maior proporção em relação à quantidade de farinha, o efeito sobre o glúten é excessivo, o que resulta num bolo de textura grossa. Outro resultado indesejável do uso de açúcar em excesso é uma crosta côncava e aparência lustrosa e açucarada (CRAWFORD, 1985).

2.5.1.3 Gordura

A gordura contribui para o amaciamento do bolo, evitando excessivo desenvolvimento do glúten, além de produzir uma textura fina e úmida e aumentar seu poder de conservação. Gordura em excesso produz bolo compacto e pesado (CRAWFORD, 1985).

As gorduras mais apropriadas para massa de bolos são as que se apresentam sólidas à temperatura ambiente (ORNELLAS, 1995). Pela plasticidade e facilidade de mistura com açúcar proporcionam cremosidade e leveza à massa (CRAWFORD, 1985).

Com relação ao sabor, a manteiga é considerada a melhor opção, entretanto vem sendo substituída satisfatoriamente pela margarina que é de menor custo (ORNELLAS, 1995).

As gorduras hidrogenadas não fornecem sabor, mas produzem uma emulsão estável na massa proporcionando melhor crescimento e formação de maior número de células finas (CRAWFORD, 1985).

2.5.1.4 Ovo

A importância do ovo na confecção de bolos é devido as suas proteínas, pois estas ao se coagularem contribuem para a firmeza de sua estrutura (CRAWFORD, 1985).

A gema confere ao bolo cor, sabor e maciez por ser rica em gordura. A clara pode ter dois efeitos diferentes, dependendo de como é adicionada à massa. Quando é adicionada sem batimento, concorre para aumentar o efeito do glúten haja vista ser também uma proteína e quando é batida em neve e acrescentada

cuidadosamente no final da operação, contribui para a incorporação de ar e, portanto, para o crescimento da massa (ORNELLAS, 1995).

2.5.1.5 Líquidos

Os líquidos mais usados no preparo de bolos são: a água, o leite (leite fresco, leite coalhado ou leite em pó reconstituído) e os sucos de frutas. A função dos líquidos é de embeber as partículas de amido e de desenvolver, com as proteínas, o glúten (ORNELLAS, 1995).

É importante usar a quantidade correta de líquidos nos bolos com gordura, pois o emprego de pouco líquido, assim como o excesso de farinha, resulta numa massa muito dura bem como o inverso é verdadeiro, com o emprego de muito líquido ou de farinha insuficiente (GRISWOLD, 1972).

2.5.1.6 Fermento químico

O fermento químico, conhecido comercialmente como fermento em pó, é composto de bicarbonato de sódio e de um ou mais agentes ácidos, com ou sem amido e carbonato de sódio.

O bicarbonato de sódio e o(s) ácido(s) reagem na presença de água e de calor, produzindo dióxido de carbono, resíduos inofensivos e água. O amido é empregado como agente padronizador e serve também para isolar os reagentes, evitando reação prematura do pó enquanto está guardado na lata. Quando é incluído o carbonato de sódio, este atua como agente desidratante, evitando também a reação prematura dos ingredientes ativos do fermento em pó, pois estes reagem na presença de um mínimo de umidade (CRAWFORD, 1985).

O fermento é empregado para se obter crescimento e porosidade da massa (ORNELLAS, 1995). Quando usado em excesso prejudica a preparação porque produz quantidade exagerada de gás e deixa um sabor desagradável que lembra sabonete (ORNELLAS, 1995).

2.5.2 Métodos de manipulação

Existem diversos métodos que podem ser empregados no preparo de massa para bolo, entretanto, os mais usados são: o método convencional e o método rápido (CRAWFORD, 1985).

A presente ênfase sobre os métodos simplificados para preparar bolos pode ser atribuída, pelo menos em parte, ao interesse pelos métodos que economizem trabalho em todas as operações e ao amplo uso de batedeiras elétricas (GRISWOLD, 1972).

2.5.2.1 Método convencional

O método convencional ou uma de suas modificações constitui métodos glorificados pelo tempo e de sucesso para manipular bolos (GRISWOLD, 1972), devido produzir as qualidades mais apreciadas no bolo: textura leve, fofa e macia, porém tem a desvantagem de ser trabalhoso, requerer mais tempo e muitos utensílios (CRAWFORD, 1985).

Quando a manipulação do método convencional é manual, bate-se até a gordura formar um creme, acrescentando-se gradualmente o açúcar. Para bolos com ovos inteiros, juntam-se à mistura os ovos ou as gemas. A adição parcial dos ingredientes é importante na manipulação à mão, a fim de permitir a incorporação apropriada de ar, sem excessivo esforço. Não é essencial, porém, com batedeira elétrica, onde a gordura e o açúcar, com ou sem ovos, podem ser batidos de uma só vez. Acrescenta-se a seguir a farinha peneirada com o fermento em pó, alternadamente com o leite. Se os ovos forem separados, em gemas e clara, as claras batidas serão incorporadas à massa com movimentos de dobrar a massa, após os outros ingredientes (GRISWOLD, 1972).

2.5.2.2 Método rápido

A princípio, os métodos rápidos de preparar massa para bolo foram aperfeiçoados visando à produção de bolos comerciais. Entretanto, alguns desses métodos foram adaptados para uso doméstico por proporcionarem bolos de textura

fina, aveludada, de bom volume e de bom sabor, requerendo menos dispêndio de tempo e menos utensílios do que o método convencional (CRAWFORD, 1985).

No método rápido, combinam-se todos os ingredientes, incluindo-se a gordura à temperatura ambiente em uma ou duas fases. Se uma segunda fase for usada, parte do líquido e comumente os ovos serão adicionados depois de parte do batimento. O fermento químico pode ser acrescentado nessa etapa em lugar de ser misturado aos ingredientes secos (GRISWOLD, 1972).

2.6 Testes sensoriais

Na indústria de alimentos, a análise sensorial é um campo muito importante, pois esta contribui para a determinação da qualidade e aceitação de um novo produto (MORAES, 1993).

Devido a sua importância, nos últimos anos a análise sensorial vem sendo evidenciada levando-se em consideração ao aumento no número de publicações, organizações e profissionais voltados ao tema (STONE; SIDEL, 1993).

As propriedades sensoriais percebidas pelos indivíduos, tais como aparência, sabor, odor e textura, são determinadas pela composição química e física do alimento (SHEPHERD, 1990). No entanto, a preferência do indivíduo por determinado alimento é o resultado da relação sinérgica entre ambientes biológicos, ecológicos e socioculturais (PARRAGA, 1990).

A escolha de um alimento em particular é afetada tanto por fatores intrínsecos a ele, como sabor e odor, como por fatores socioculturais, como expectativa, satisfação e conveniência (BARKER; THOMPSON; MCCLEAM, 1995).

A avaliação sensorial abrange um grupo de testes e métodos que garantem informações úteis às pessoas que trabalham com alimentos (LAWLESS, 1994). Sendo o controle de qualidade, o processamento, o desenvolvimento e otimização de produtos, a pesquisa de sabor e o conhecimento das reações do consumidor perante o produto alguns dos objetivos do uso de testes sensoriais (PIGGOTT, 1995).

Segundo a ABNT (1993), os métodos de análise sensorial são classificados em: discriminativos, descritivos e subjetivos (afetivos). Os métodos discriminativos estabelecem a diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as

amostra, os descritivos descrevem qualitativamente e quantitativamente as amostras e os afetivos expressam a opinião pessoal do julgador.

Dentro dos métodos discriminativos temos os testes de diferença, que medem efeitos específicos pela simples discriminação, ou seja, indicam se existe ou não diferença entre as amostra e os testes de sensibilidade, que medem a capacidade dos indivíduos de utilizar os sentidos do olfato e do sabor e a sensibilidade para distinguir características específicas (DUTCOSKY, 1996).

Os métodos descritivos descrevem e quantificam diferenças entre atributos sensoriais importantes no produto sendo, portanto, os mais informativos testes sensoriais (STONE; SIDEL, 1993, LAWLESS, 1994).

Nos métodos afetivos, a proposta primária é avaliar a resposta pessoal (preferência e/ou aceitação) dos consumidores habituais ou potenciais em relação a um produto ou característica específica deste (MEILGAARD et al., 1988).

Define-se preferência como: expressão do grau de gostar; escolha de uma amostra em relação à outra, e/ou, contínuo psicológico do afetivo (percepção do agradável até o desagradável) através dos quais baseiam a escolha. E a aceitabilidade é definida como: uma experiência caracterizada por uma atitude positiva, e/ou; pela utilização atual do produto (hábito de comprar ou consumir um alimento) (DUTCOSKY, 1996).

São classificados como testes afetivos, os testes de: comparação pareada, ordenação, escala hedônica facial ou verbal, escala de atitude de compra e escala relativa ao ideal. Para sua aplicação podem ser usados provadores selecionados aleatoriamente, não treinados, representantes da população alvo e consumidores dos produtos a serem testados. Em relação ao número de provadores, é recomendado um mínimo de 24 consumidores, sendo este número considerado às vezes insuficiente, o que faz com que se use normalmente entre 50 a 100 provadores (MEISALMAN, 1993).

A escala hedônica de nove pontos desenvolvida pelas forças armadas dos Estados Unidos em 1940, oferece bons resultados quando utilizada em pesquisa de otimização de produtos (MEISALMAN, 1984), podendo os seus dados ser apresentado graficamente como histograma de frequência (SMITH, 1984).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Matéria-prima

Foi utilizada farinha de trigo especial Dona Benta[®] fornecida pelo Moinho J. Macêdo S/A. Para a realização das análises e para a produção dos bolos a farinha foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade para dois quilogramas e armazenada em freezer até a utilização.

3.1.2 Reagentes e ingredientes

- Reagentes para a análise de lipídios foram fornecidos pela Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTEC).
- Reagentes utilizados para a determinação de ferro foram fornecidos pelo Laboratório de Físico-Química de Alimentos e de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agroindústria Tropical (EMBRAPA – CNPAT – Fortaleza – CE) e pelo Laboratório de Química Analítica e Físico-Química
- Reagentes utilizados para as análises químicas da farinha de trigo foram fornecidos pelo Laboratório de Cereais do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.
- Reagentes utilizados para as análises químicas dos bolos foram fornecidos pelo Laboratório de Físico-Química de Alimentos da EMBRAPA – CNPAT – Fortaleza – CE.
- Os ingredientes utilizados para a produção dos bolos (açúcar, gordura, ovo, fermento em pó químico, leite e sal) foram adquiridos no comércio local de Fortaleza-CE, observando-se a apresentação e o prazo de validade. Para ter padronização das fortificações utilizou-se os mesmos fornecedores (ROCHA, 2003).

3.1.3 Aparelhos e equipamentos

- Balança analítica Mettler Toledo, modelo AB 204.

- Balança comercial Filizola, modelo C15 – nº 22.154/01.
- Batedeira doméstica Walita com três velocidades (baixa, média e alta).
- Bloco digestor tipo Sarge.
- Capela para exaustão dos vapores do Grupo Vidy.
- Colorímetro digital Minolta, modelo CR-300, expresso em L*a*b*.
- Dessecador Vidrolabor 200m/m da Tlerwex.
- Destilador de nitrogênio da Tecnal, modelo TE – 036/1.
- Determinador de atividade de alfa-amilase Falling Number, modelo 1.400.
- Espectrofotômetro de absorção atômica da Perkin Elmer, modelo A Analyst 300.
- Estufa a vácuo da Marconi Equipamentos, modelo MA 030.
- Estufa com circulação e renovação de ar da Tecnal, modelo TE – 394/2.
- Extensógrafo da Brabender, modelo PE, nº série 4.098.
- Extrator de Soxhlet da Quimis, modelo Q 308-26, nº de série 022.
- Farinógrafo da Brabender, modelo DM 90-40, nº de série 8.113.701.
- Formas de alumínio redondas com orifício central (22x9cm).
- Forno elétrico Suprema, modelo MSE 3.2 E, nº de série 43.058 08/95.
- Homogeneizador Chopin, modelo M2 2L, nº de série 408.
- Medidor de pH da Hanna Instruments, modelo Microprocessador pH Meter HI 9.321.
- Mufla da Quimis, modelo M 25097.
- Texturômetro SMS TA-XT2i, software Texture Expert Versão 1.19.

3.2 Metodologia experimental

3.2.1 Análises físicas, físico-químicas, químicas e reológicas da farinha de trigo controle

3.2.1.1 Umidade

Para a determinação do teor de umidade utilizou-se estufa a 105°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.2.1.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550°C (AACC, 1995).

3.2.1.3 Proteínas

O nitrogênio foi determinado pelo método nº 46-13 da AACC (1995) e convertido em proteína total pelo fator 5,7.

3.2.1.4 Lipídios

Os lipídios foram determinados pelo método do Instituto Adolfo Lutz (1985), utilizando-se o extrator de Soxhlet.

3.2.1.5 Carboidratos

Foram calculados por diferença entre 100g de farinha e a soma dos valores encontrados para proteínas, lipídios, cinzas e umidade.

3.2.1.6 Ferro

Foi determinado pelo método nº 168-08 da AOAC (1985), utilizando espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer, modelo A Analyst 300.

3.2.1.7 pH

Foi determinado pelo método Determinação Eletrométrica do pH do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.1.8 Medida de cor

Foi determinada em colorímetro digital Minolta modelo CR-300, utilizando o sistema de cor CIE L*a*b*: L* – luminosidade (branco/preto), a* – cromaticidade eixo verde/vermelho e b* – cromaticidade eixo azul/amarelo.

3.2.1.9 Teor de glúten

Foi determinado pelo método Glúten do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.1.10 Índice de queda (Falling Number)

Foi determinado pelo método Standard nº 107 da ICC (1960).

3.2.1.11 Farinografia

Foi realizado em farinógrafo Brabender segundo método nº 54-21 da AACC (1995), onde os parâmetros determinados foram:

- Absorção de água – quantidade de água necessária para o centro da curva do farinograma alcançar a linha das 500 unidades farinográficas (U.F.).
- Tempo de desenvolvimento da massa – tempo em minutos requerido para a massa atingir o ponto máximo da curva.
- Estabilidade – diferença de tempo relativa ao ponto onde o topo da curva intercepta a linha das 500 U.F. até o momento em que o topo deixa essa linha.
- Índice de tolerância da massa – diferença, em unidades farinográficas, desde o topo da curva no pico até 5 minutos após o pico ser atingido.

3.2.1.12 Extensografia

Foi realizada em extensógrafo Brabender segundo o método nº 54-10 da AACC (1995), onde os parâmetros determinados foram:

- Resistência à extensão (R) – é o valor em Unidades Extensográficas (U.E.) obtido no ponto mais alto da curva a 50mm, depois que a curva foi iniciada.
- Resistência máxima (R.M.) – é o valor em Unidades Extensográficas (U.E.) obtido no ponto mais alto da curva.
- Extensibilidade – comprimento do extensógrafo em milímetros, desde o início até o fim da curva.

3.2.2 Fortificação da farinha

Dos 100 kg de farinha de trigo especial fornecidos pelo Moinho J. Macêdo S/A, transferiram-se 40 kg da embalagem original para os sacos de polietileno de baixa densidade que foram identificados como farinha controle e 60 kg foram utilizados para o processo de fortificação. Em 30 kg se adicionou sulfato ferroso e nos outros 30 kg se adicionou ferro aminoácido quelato Ferrochel[®], e em ambos, foi adicionado 150µg/100g de farinha de ácido fólico, de acordo com o recomendado na RDC nº 344 (ANVISA, 2002).

A fortificação da farinha com ferro se deu em três níveis, ou seja, 30%, 40% e 50% da Ingestão Diária Recomendada (IDR). Como a IDR varia segundo o sexo, a idade e o estado fisiológico, para fins de cálculo considerou-se a recomendação para mulheres em idade reprodutiva, por terem elas maior necessidade. Sendo a IDR para mulheres em idade reprodutiva entre 15 e 18mg, estipulou-se 16mg como média de Ingestão Diária Recomendada (IDR) para fins de cálculo.

Seguindo a RDC nº 344 (ANVISA, 2002), em cada 100g de farinha foram adicionados 4,8mg, 6,4mg e 8mg de ferro, equivalendo a 30%, 40% e 50% da IDR, respectivamente.

O processo de fortificação se deu da seguinte forma: 1º) pesagem da farinha de trigo; 2º) mistura manual da farinha com adição de ferro e de ácido fólico; 3º) homogeneização mecânica em homogeneizador Chopin durante 20 minutos; 4º) acondicionamento em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade para dois quilogramas e 5º) armazenagem em freezer até utilização.

3.2.3 Seleção da formulação base

Foi empregada a formulação da AACC modificada (método nº 10-90, AACC, 1995) e duas formulações comerciais (1) e (2) para a produção de bolos (Tabela 1). Utilizaram-se testes de aceitação e a formulação de melhor aceitabilidade foi selecionada como formulação base para a produção dos bolos fortificados.

Os testes de aceitação foram aplicados no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará com 42 consumidores, de ambos os sexos, adotando-se um delineamento de blocos completos balanceados e usando a escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo) (PERYAM; PILGRIM, 1954) (ANEXO 1).

Os atributos avaliados no teste de aceitação foram: aparência global, cor da crosta, cor do miolo, aparência do miolo, aroma, sabor, textura e aceitação geral.

TABELA 1 Formulações testadas para a seleção da formulação base

Ingredientes (g)	Formulação		
	AACC	Comercial (1)	Comercial (2)
Farinha de trigo	200	275	220
Açúcar granulado refinado	280	315	260
Leite em pó desnatado	24	–	–
Leite integral pasteurizado	–	240	125
Ovo	64	150	75
Gordura vegetal hidrogenada	100	–	–
Margarina	–	80	100
Fermento químico	5	5	5
Água	120	–	–
Sal	6	–	–

3.2.4 Processamento de bolos para a seleção da formulação base

O processamento das formulações testadas para a seleção da formulação base seguiu o fluxograma básico apresentado na Figura 1.

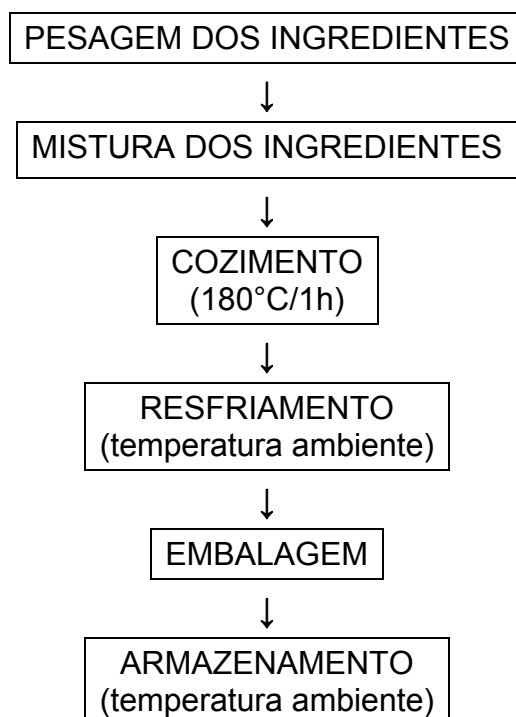


FIGURA 1 – Fluxograma básico da produção de bolos

Os ingredientes foram pesados em balança comercial Filizola e em seguida misturados. Essa etapa de mistura foi a única em que cada formulação foi diferente, sendo cada uma descrita a seguir:

- Formulação oficial: misturaram-se os ingredientes secos peneirados, exceto o fermento; transferiu-os para a batedeira Walita tipo planetária e adicionou-se o fermento, o ovo e 60% da água; bateu-os na velocidade baixa por 30 segundos; depois bateu-os na velocidade média por quatro minutos; adicionou-se a metade da água restante (20%) e bateu-os na velocidade baixa por 30 segundos e na velocidade média por dois minutos; adicionou-se o restante da água (20%) e bateu-os na velocidade baixa por 30 segundos e, finalmente, bateu-os por mais dois minutos na velocidade média.
- Formulação comercial (1): misturou-se o ovo, o açúcar e a margarina na batedeira doméstica por três minutos na velocidade alta; adicionou-se a farinha de trigo e fez-se uma mistura manual; bateu-os na batedeira em velocidade média por quatro minutos e 30 segundos e durante esse tempo acrescentou-se o leite aos poucos; adicionou-se por último o fermento e misturou-se a massa manualmente.

- Formulação comercial (2): misturou-se, manualmente, todos os ingredientes, exceto o leite, que foi adicionado aos poucos durante todo o processo. Bateu-se a mistura na batedeira Walita, tipo planetária, em velocidade média por três minutos e, finalmente, bateu-se por mais dois minutos em velocidade alta.

Após a mistura, as massas foram colocadas em formas de alumínio redonda com orifício central (22 x 9cm), previamente untadas com margarina e polvilhadas com farinha de trigo. Os bolos foram assados em forno elétrico Suprema a 180°C durante 60 minutos. Os bolos foram resfriados à temperatura ambiente, colocados em embalagens de papelão (pratos) e cobertos com filme plástico. Após 12 horas à temperatura ambiente foram submetidos à análise sensorial.

3.2.5 Processamento dos bolos fortificados

Para a produção dos bolos fortificados adotou-se a formulação base selecionada como a mais aceitável e adequada para a farinha fortificada com ferro. Foram processados os bolos: sem adição de ferro e ácido fólico (controle), o bolo com adição de sulfato ferroso nos níveis de 30%, 40% e 50% da IDR e ácido fólico (farinha SF) e bolo com adição de ferro aminoácido quelato Ferrochel[®] nos níveis de 30%, 40% e 50% da IDR e ácido fólico (farinha FQ).

3.2.6 Análise sensorial dos bolos fortificados

Setenta provadores não treinados, de ambos os sexos, avaliaram no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Ceará sete formulações de bolo fortificado, correspondentes respectivamente, à formulação controle e às formulações SF 30%, SF 40%, SF 50%, FQ 30%, FQ 40% e FQ 50%.

Para eliminar o efeito do consumidor, da posição de apresentação e efeito carry-over de primeira ordem montou-se o experimento (ANEXO 2) de forma que cada provador provasse cada formulação apenas uma vez. Em todo o experimento cada formulação aparece com igual frequência em cada posição e cada formulação é precedida com igual frequência por cada uma das demais formulações (MACFIE et al., 1989).

A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais empregando-se os testes de escala hedônica, de escala de atitude de compra e de escala relativa ao ideal (ANEXO 3).

Para avaliar a aceitação da aparência global, da cor da crosta, da cor do miolo, da textura, do sabor e a aceitação geral foi utilizada a escala hedônica estruturada de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo) (PERYAM; PILGRIM, 1954), onde cada provador assinalava o quanto gostava ou desgostava de cada formulação e para avaliar a medida de atitude de compra empregou-se a escala estruturada de cinco pontos (1 = certamente não compraria; 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse; 5 = certamente compraria) (STONE; SIDEL, 1993).

A escala relativa ao ideal (“Just Right Scale”) de nove pontos (1 = extremamente mais forte que o ideal; 5 = ideal; 9 = extremamente menos forte que o ideal) foi utilizada para a otimização dos atributos cor da crosta, cor do miolo e doçura (MEILGAARD et al., 1988; STONE; SIDEL, 1993).

As amostras foram servidas de forma monádica seqüencial codificadas com números de três dígitos casualizados. Foi servida água mineral à temperatura ambiente entre a avaliação de cada amostra.

3.2.7 Análise instrumental dos bolos fortificados

3.2.7.1 Medida de textura

Determinada em analisador de textura SMS TA-XT2i, software Texture Expert Versão 1.19 (BAIK; MARCOTTE; CASTAIGNE, 2000a, 2000b).

3.2.7.2 Medida de cor

Foi determinada em colorímetro digital Minolta modelo CR-300, utilizando o sistema de cor CIE L* a* b*: L* – luminosidade (branco/preto), a* – cromaticidade eixo verde/vermelho e b* – cromaticidade eixo azul/amarelo.

3.2.8 Análises físicas, físico-químicas e químicas dos bolos fortificados

3.2.8.1 Umidade

Para a determinação do teor de umidade utilizou-se estufa a 105°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.2.8.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550°C (AACC, 1995).

3.2.8.3 Proteínas

O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl e convertido em proteína total pelo fator 6,25 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.2.8.4 Lipídios

Os lipídios foram determinados pelo método do Instituto Adolfo Lutz (1985), utilizando-se o extrator de Soxhlet.

3.2.8.5 Carboidratos

Foram calculados por diferença entre 100g de bolo e a soma dos valores encontrados para proteínas, lipídios, cinzas e umidade.

3.2.8.6 Ferro

Foi determinado pelo método nº 168-08 da AOAC (1985), utilizando espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer, modelo A Analyst 300.

3.2.8.7 pH

Foi determinado pelo método Determinação Eletrométrica do pH do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.9 Análises estatísticas

Os dados foram analisados através de análise de variância segundo um modelo fatorial cruzado Farinha (tipos de ferro) x Fortificação (níveis de ferro) (2x3) com um tratamento adicional (farinha controle), teste de Tukey para comparações múltiplas das médias dos tratamentos no modelo fatorial, teste de Dunnet para comparação do tratamento controle com os demais tratamentos e o teste de Kruskal Wallis para comparar os tratamentos quando a suposição de homogeneidade de variâncias não pôde ser assumida na análise de variância (MONTGOMERY, 1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físicas, físico-químicas, químicas e reológicas da farinha de trigo controle

A Tabela 2 mostra os resultados das análises físicas, físico-químicas, químicas e reológicas de caracterização da farinha de trigo controle.

TABELA 2 – Caracterização da farinha de trigo controle

Determinações		Valor
Umidade		14,0%
Cinzas		0,60%
pH		5,84
Proteínas		6,79g/100g
Lipídios		0,55g/100g
Carboidratos		78,06g/100g
Ferro		1,49mg/100g
Cor	L*	94,78
	a*	- 0,46
	b*	+ 10,16
Glúten úmido		24,0%
Índice de queda (Falling Number)		306,0 segundos
Farinografia	Absorção de água	60,0%
	Tempo de desenvolvimento da massa	2,2 minutos
	Estabilidade	13,0 minutos
	Índice de tolerância da massa	40 U.F.
Extensografia	Resistência à extensão	430 U.E.
	Resistência máxima	570 U.E.
	Extensibilidade	158 mm

Nota: UF = Unidades Farinográficas; UE = Unidades Extensográficas.

O teor de umidade (14,0%) e cinzas (0,60%) da farinha de trigo analisada encontra-se dentro dos limites estabelecidos na Portaria nº 354 (ANVISA, 1996) que especifica que a farinha de trigo especial de uso doméstico pode ter até 15% de umidade e 0,65% de cinzas.

O pH da farinha foi de 5,84, estando na faixa especificada por Pylar (1982) entre 5,8 e 6,4.

O teor protéico (6,79%) encontra-se dentro da faixa de utilização para bolo que é de 5 a 7,5%, segundo Schiller (1984).

Pomeranz (1988) apresenta um teor de lipídios de 1,24% e ressalta que podem ocorrer variações nesse teor de acordo com o tipo de trigo e a taxa de extração utilizada, o que justifica o teor lipídico (0,55g) encontrado.

O valor de ferro (1,49mg) encontrado na farinha de trigo encontra-se dentro dos valores entre 1,10 e 4,20 mg encontrados por Franco (1995c) para diferentes percentuais de extração do grão.

Segundo Carvalho Júnior (1999) o teor de glúten úmido deve ficar entre 24 e 36%, justificando os 24,0% de glúten úmido encontrado na farinha de trigo analisada.

O teor de índice de queda (Falling Number) encontrado foi de 306,0 segundos, o que indica baixa atividade da enzima α -amilase, pois segundo Pomeranz (1988), quanto maior o valor de índice de queda (Falling Number) menor é a atividade da enzima α -amilase da farinha.

O percentual de absorção de água (60,0%) permaneceu dentro da faixa entre 54 e 65% estabelecida por Sultan (1981), o que ressalta ser a absorção de água da farinha dependente da quantidade e qualidade das proteínas.

Segundo Williams et al. (1988) o tempo de desenvolvimento da massa (2,2 minutos) encontra-se dentro da faixa de classificação (2,1 - 4,0 minutos) para farinha fraca, no entanto, a estabilidade (13,0 minutos) e o índice de tolerância da massa (40 U.F.) encontram-se na faixa de classificação de farinha forte que é de 10,1 a 15,0 minutos e 0 a 49 U.F., respectivamente.

Os parâmetros extensográficos de resistência à extensão, resistência máxima e extensibilidade para farinha forte é de 560 U.E., 840 U.E. e 155 mm e para farinha fraca é de 130 U.E., 130 U.E. e 180 mm, respectivamente (CERTREM, 2003). Os valores encontrados na análise da farinha de trigo não correspondem a esses parâmetros de classificação para farinha.

De acordo com os vários parâmetros analisados pode-se classificar a força da farinha de trigo entre média e fraca.

4.2 Seleção da formulação base

A Tabela 3 mostra as médias dos parâmetros da avaliação sensorial das formulações testadas. Os resultados da análise de variância das formulações testadas encontram-se no Anexo 4.

TABELA 3 – Médias da avaliação sensorial das formulações testadas

Parâmetro	Formulação	Média* (dp)
Aparência Geral	AACC	6,4048 bc (1,8618)
	Comercial (1)	6,7619 b (1,4281)
	Comercial (2)	7,8571 a (1,1169)
Cor da Crosta	AACC	6,9048 b (1,4785)
	Comercial (1)	6,7619 a (1,5743)
	Comercial (2)	7,5476 a (1,2138)
Cor do Miolo	AACC	6,3095 c (1,6452)
	Comercial (1)	7,5714 b (1,0852)
	Comercial (2)	7,7619 a (0,8208)
Aparência do Miolo	AACC	6,0000 c (2,1976)
	Comercial (1)	7,2381 b (1,1001)
	Comercial (2)	7,7857 a (0,8421)
Aroma	AACC	6,0238 b (1,7177)
	Comercial (1)	7,1190 a (1,3104)
	Comercial (2)	6,7857 a (1,4062)
Sabor	AACC	5,2619 b (2,0489)
	Comercial (1)	7,5476 a (1,3104)
	Comercial (2)	6,9048 a (1,4109)
Textura	AACC	5,0238 b (2,3005)
	Comercial (1)	7,3333 a (1,4427)
	Comercial (2)	6,7619 a (1,7081)
Aceitação Geral	AACC	5,1667 b (1,8599)
	Comercial (1)	7,3333 a (1,3734)
	Comercial (2)	6,8571 a (1,4068)

Nota₁: letras iguais significam que as médias não diferiram.

Nota₂: (*) significativo a 5%.

De acordo com a Tabela 3 verificou-se que a formulação comercial (2) obteve maiores médias de aceitação nos parâmetros de aparência global, cor da crosta, cor do miolo e aparência do miolo, características importantes para a fortificação de produtos com ferro, não diferindo em sabor, textura e aceitação geral da comercial (1). Desse modo, essa formulação foi selecionada para a produção dos bolos fortificados.

4.3 Análise sensorial dos bolos fortificados

4.3.1 Caracterização dos provadores

Os 70 provadores que participaram da análise sensorial dos bolos fortificados foram caracterizados com relação ao sexo, escolaridade e faixa etária, de acordo com as Tabelas 4, 5 e 6 e as Figuras 2, 3 e 4.

Na Tabela 4 e Figura 2, observa-se que 58,60% dos provadores são do sexo feminino e que 41,40% do sexo masculino, havendo equilíbrio entre os sexos.

TABELA 4 – Distribuição dos provadores por sexo

Sexo	N	%
Masculino	29	41,40
Feminino	41	58,60
Total	70	100,00

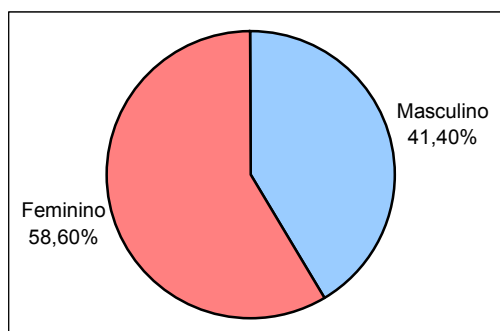


FIGURA 2 – Distribuição dos provadores por sexo

Observa-se na Tabela 5 e Figura 3, que 80,00% dos provadores possuem o 3º grau completo (com ou sem pós-graduação) ou incompleto, 7,10% possuem o 2º grau completo e 12,90% não responderam.

TABELA 5 – Distribuição dos provadores por escolaridade

Escolaridade	N	%
2º grau completo	5	7,10
3º grau incompleto	45	64,30
3º grau completo	8	11,40
Pós-graduação	3	4,30
Sem resposta	9	12,90
Total	70	100,00

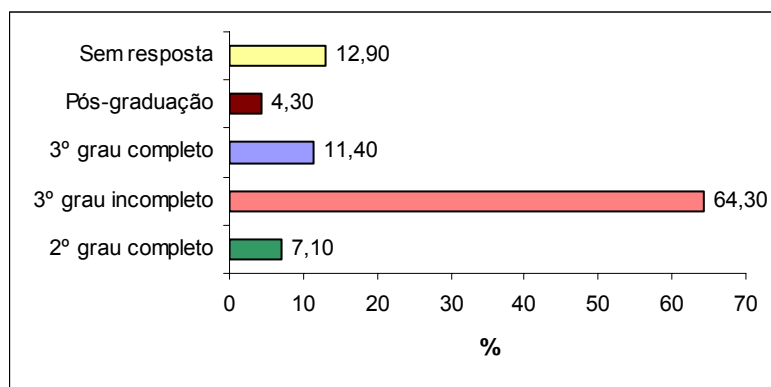


FIGURA 3 – Distribuição dos provedores por escolaridade

De acordo com a Tabela 6 e Figura 4, a maioria dos provedores (91,40%) pertence à faixa etária entre 18 e 35, caracterizando os provedores como adultos jovens que apresentam alto potencial de consumo. Apenas 8,60% pertencem à faixa etária entre 35 e 50 anos.

TABELA 6 – Distribuição dos provedores por idade

Idade	N	%
de 18 a 35 anos	64	91,40
de 35 a 50 anos	6	8,60
Total	70	100,00

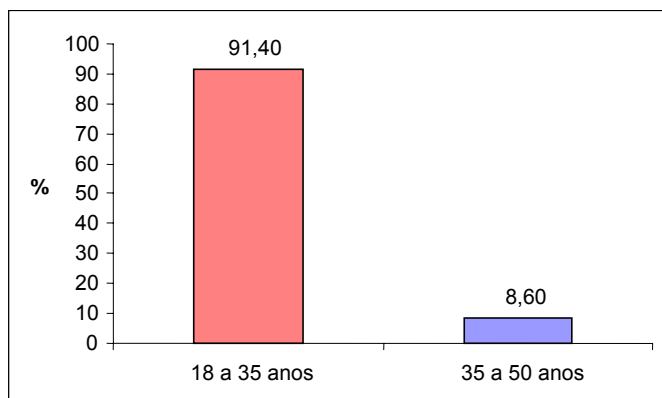


FIGURA 4 – Distribuição dos provedores por idade

4.3.2 Caracterização do consumo de bolo

O consumo de bolo foi caracterizado quanto à frequência de consumo e o tipo de bolo consumido pelos provedores (Tabelas 7 e 8 e Figuras 5 e 6).

Na Tabela 7 e Figura 5, observa-se que a maioria dos provedores (65,70%) afirma consumir bolo com a frequência entre diariamente e 1 vez por

semana, portanto são consumidores adequados para testes sensoriais (MEILGAARD et al., 1988). O consumo quinzenal e mensal pode ser considerado também satisfatório. Esses resultados sugerem ser o bolo um veículo de fortificação adequado e revelam a assertiva de escolha do produto para este estudo.

TABELA 7 – Distribuição da frequência de consumo de bolo

Frequência de consumo de bolo	N	%
Diariamente	5	7,10
2 a 3 vezes/semana	24	34,30
1 vez/semana	17	24,30
Quinzenalmente	13	18,60
Mensalmente	7	10,00
Semestralmente	4	5,70
Total	70	100,00

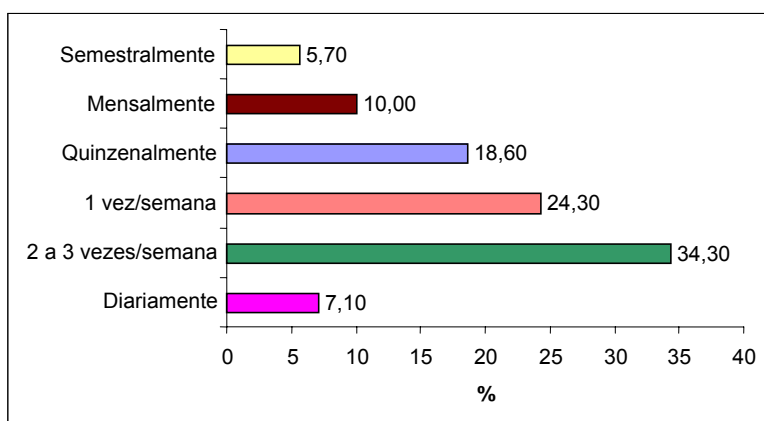


FIGURA 5 – Distribuição da frequência de consumo de bolo

Observa-se na Tabela 8 e Figura 6, que 68,60% dos provadores consomem bolo fofo, 17,10% bolo mole e 14,30% ambos. Desse modo, a escolha do tipo de bolo deste estudo foi adequada.

TABELA 8 – Distribuição do tipo de bolo consumido

Tipo de bolo	N	%
Fofo	48	68,60
Mole	12	17,10
Ambos	10	14,30
Total	70	100,00

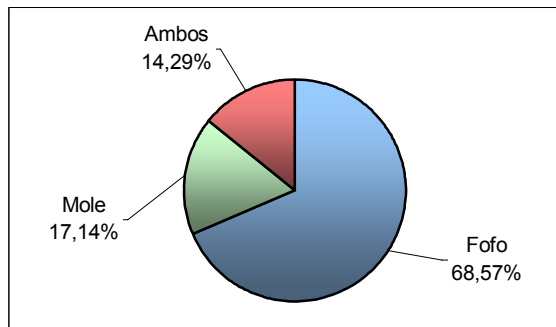


FIGURA 6 – Distribuição do tipo de bolo consumido

4.3.3 Testes de aceitação dos bolos fortificados

4.3.3.1 Escala hedônica

4.3.3.1.1 Aparência global

Os resultados do teste de aceitação da aparência global dos bolos estão representados na Figura 7.

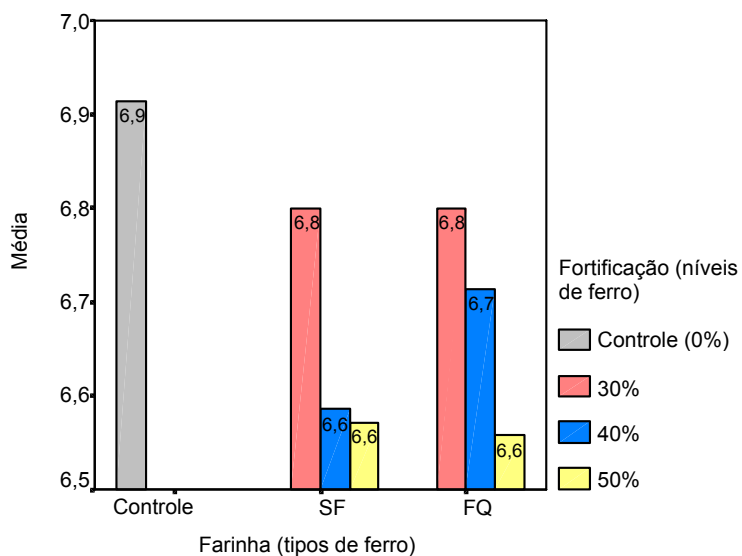


FIGURA 7 – Média de aceitação da aparência global dos bolos fortificados

Pelo teste de homogeneidade de variâncias de Levene, as variâncias não foram consideradas homogêneas ($p = 0,02$). Assim, utilizou-se o teste de Kruskal Wallis para comparar todos os sete tratamentos, obtendo-se então um nível descritivo para o teste de $p = 0,884$, concluindo-se então que, em relação à

aparência global, todos os sete tipos de bolo (inclusive o controle) apresentaram notas médias iguais que foi 6,71 (d.p.=1,54).

4.3.3.1.2 Cor da crosta

A Tabela 9 mostra o resultado da análise de variância da cor da crosta dos bolos.

TABELA 9 – Análise de variância da aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	35,763	5,961	2,302	0,0340 (*)
Farinha	1	3,621	3,621	1,398	0,2376 (ns)
Fortificação	2	19,862	9,931	3,834	0,0223 (*)
Farinha x Fortificação	2	2,100	1,050	0,405	0,6672 (ns)
Controle x Fatorial	1	10,180	10,180	3,931	0,0479 (*)
Resíduo	483	1.250,857	2,590	-	-
Total	489	1.286,620	-	CV% = 23,80%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (*) significativo a 5%, (ns) não significativo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 9, existe diferença significativa da cor da crosta dos bolos nas fortificações utilizadas ($p = 0,0223$) e pelo menos uma das combinações de farinha e fortificação apresenta resultados de cor da crosta diferente do bolo controle ($p = 0,0479$).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da aceitação da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Dunnet para saber qual fortificação diferiu do controle (Tabela 10 e Figura 8).

TABELA 10 – Resultado do teste de Dunnet da aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média (n = 70)	p
Média = 7,10 d.p. = 1,33 (n = 70)	SF	30%	6,97	0,994 (ns)
		40%	6,76	0,640 (ns)
		50%	6,61	0,291 (ns)
	FQ	30%	6,97	0,994 (ns)
		40%	6,54	0,174 (ns)
		50%	6,27	0,013 (*)

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (*) significativo a 5%, (ns) não significativo.

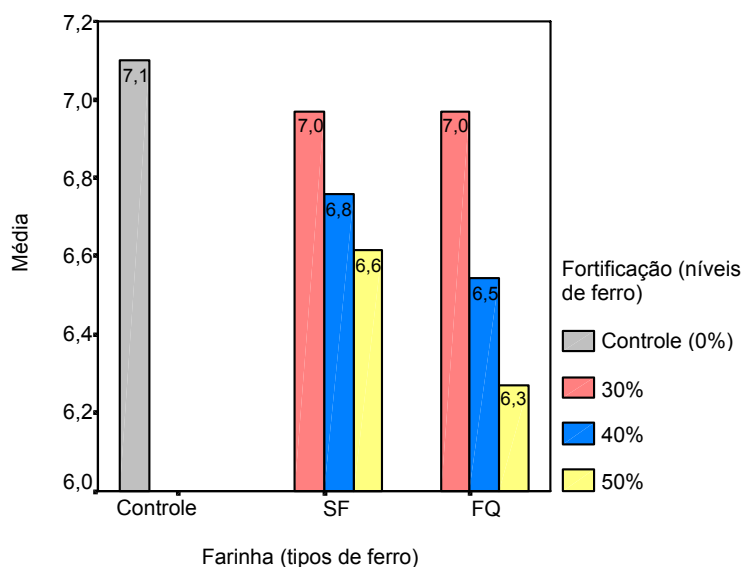


FIGURA 8 – Média de aceitação da cor da crosta dos bolos fortificados

De acordo com os resultados observados na Tabela 10 e Figura 8, o bolo controle somente apresentou nota média de satisfação estatisticamente superior à do bolo FQ 50% em relação à aceitação da “cor da crosta” ($p = 0,013$). Nas demais combinações de farinha e fortificação, o bolo controle não apresentou diferença nas notas.

4.3.3.1.3 Cor do miolo

Observa-se na Figura 9 o resultado do teste de aceitação da cor do miolo dos bolos.

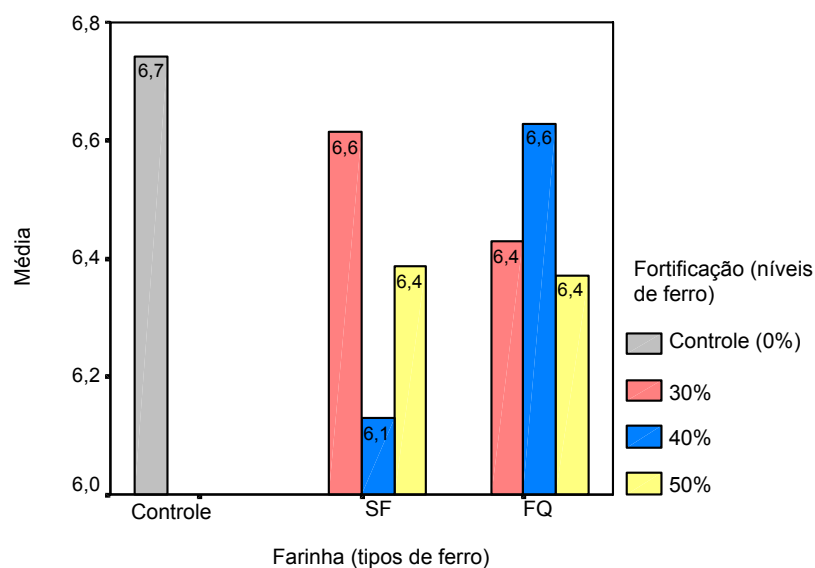


FIGURA 9 – Média de aceitação da cor do miolo dos bolos fortificados

Pelo teste de homogeneidade de variâncias de Levene, as variâncias não foram consideradas homogêneas ($p = 0,044$). Assim, utilizou-se o teste de Kruskal Wallis para comparar todos os sete tratamentos, obtendo-se então um nível descritivo para o teste de $p = 0,499$, concluindo-se então que, em relação à cor do miolo, todos os sete tipos de bolo (inclusive o controle) apresentaram notas médias iguais que foi 6,74 (d.p. = 1,63).

4.3.3.1.4 Textura

Observa-se na Tabela 11 a análise de variância da avaliação da textura dos bolos e na Figura 10 as notas médias de aceitação.

TABELA 11 – Análise de variância da aceitação da textura dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	22,7430	3,790	1,165	0,324 (ns)
Farinha	1	0,0595	0,05952	0,0183	0,8924 (ns)
Fortificação	2	0,0333	0,0167	0,0051	0,9949 (ns)
Farinha x Fortificação	2	22,633	11,317	3,4789	0,0316 (*)
Controle x Fatorial	1	0,0172	0,0172	0,00529	0,9420 (ns)
Resíduo	483	1.571,257	3,253	-	-
Total	489	1.594,000	-	CV% = 30,78%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

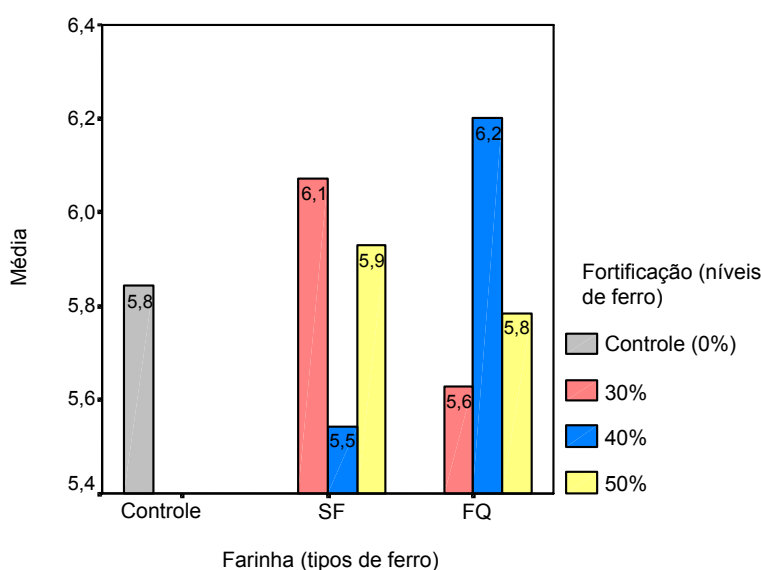


FIGURA 10 – Média de aceitação da textura dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 11 existe diferença significativa ($p = 0,0316$) na interação farinha x fortificação, isto é, pelo menos uma combinação de farinha e fortificação apresentou média diferente.

A Figura 10 mostra que o bolo FQ 40% obteve melhor média (6,2), ficando dentro da faixa de aceitação “gostei ligeiramente”.

A partir do resultado encontrado na análise de variância da textura dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 12). Os valores do d.m.s. (teste de Tukey) estão mostrados no Anexo 5.

TABELA 12 – Resultado do teste de Tukey da aceitação da textura dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	6,1 A a	5,6 A a
40%	5,5 A a	6,2 B a
50%	5,9 A a	5,8 A a

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Como mostra a Tabela 12, só houve diferença nas médias das notas na fortificação 40%, onde o bolo fortificado com FQ apresentou média superior ao fortificado com SF.

4.3.3.1.5 Sabor

A Tabela 13 mostra o resultado da análise de variância da avaliação do sabor dos bolos e a Figura 11 as notas médias de aceitação.

TABELA 13 – Análise de variância da aceitação do sabor dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	7,33900	1,22300	0,32800	0,9220 (ns)
Farinha	1	0,05952	0,05952	0,01590	0,8997 (ns)
Fortificação	2	6,40000	3,20000	0,85720	0,4249 (ns)
Farinha x Fortificação	2	0,36200	0,18100	0,04850	0,9527 (ns)
Controle x Fatorial	1	0,51750	0,51750	0,13860	0,7098 (ns)
Resíduo	483	1.802,857	3,73300	-	-
Total	489	1.810,196	-	CV% = 33,20%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (ns) não significativo.

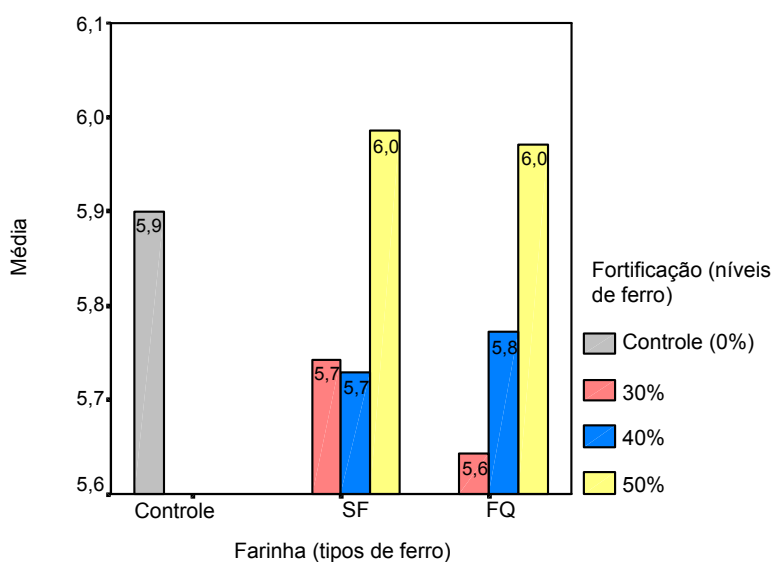


FIGURA 11 – Média de aceitação do sabor dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 13, em relação à avaliação do sabor, todas as combinações de farinha e fortificação apresentaram resultados semelhantes entre si e também não diferiram do bolo controle.

Na Figura 11 observa-se que a nota média nesta avaliação foi 5,82 (entre “nem gostei/nem desgostei”).

4.3.3.1.6 Aceitação geral

Na Tabela 14 encontra-se o resultado da análise de variância da aceitação geral dos bolos e na Figura 12 as notas médias de aceitação.

TABELA 14 – Análise de variância da aceitação geral dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	3,7350	0,62200	0,19300	0,97900 (ns)
Farinha	1	0,61000	0,61000	0,18960	0,66340 (ns)
Fortificação	2	0,03330	0,01670	0,00520	0,99480 (ns)
Farinha x Fortificação	2	2,43300	1,21700	0,37820	0,68530 (ns)
Controle x Fatorial	1	0,65870	0,65870	0,20470	0,65120 (ns)
Resíduo	483	1.554,529	3,21800	-	-
Total	489	1.558,263	-	CV% = 29,70%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (ns) não significativo.

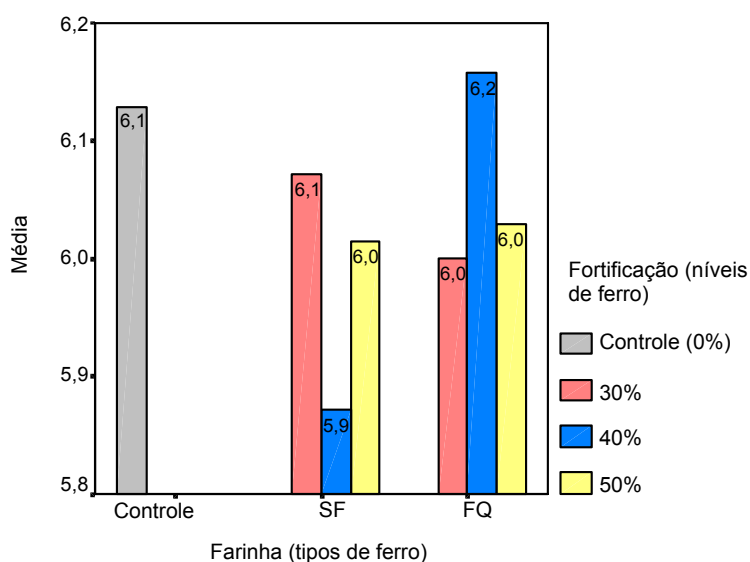


FIGURA 12 – Média da aceitação geral dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 14, em relação à aceitação geral dos bolos, todas as combinações de farinha e fortificação apresentaram resultados semelhantes entre si e também não diferiram do bolo controle. A nota média nesta avaliação foi 6,04 (“gostei ligeiramente”).

4.3.3.2 Escala de atitude de compra

Observa-se na Tabela 15 a análise de variância da atitude de compra dos bolos e na Figura 13 a nota média de aceitação.

TABELA 15 – Análise de variância da atitude de compra dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	1,678	0,280	0,2200	0,9700 (ns)
Farinha	1	0,467	0,467	0,3680	0,5444 (ns)
Fortificação	2	0,100	0,050	0,0394	0,9614 (ns)
Farinha x Fortificação	2	1,062	0,531	0,4184	0,6583 (ns)
Controle x Fatorial	1	0,049	0,049	0,0386	0,84443 (ns)
Resíduo	483	612,943	1,269	-	-
Total	489	614,620	-	CV = 34,70%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (ns) não significativo.

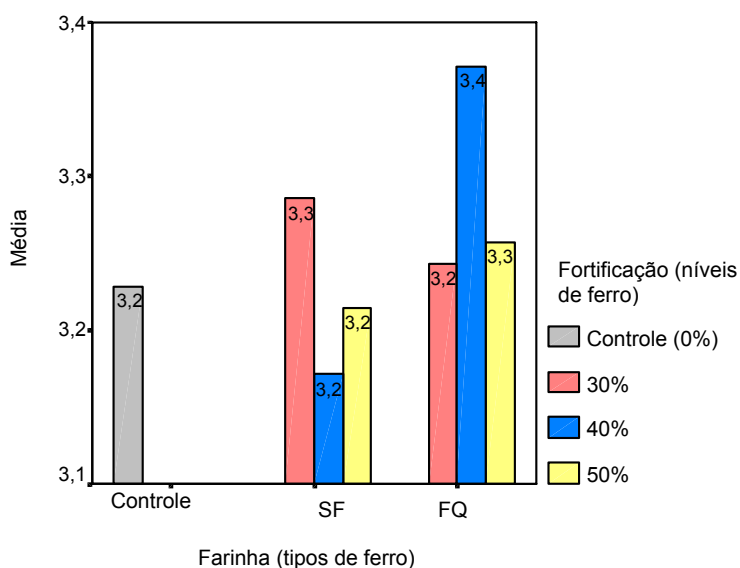


FIGURA 13 – Média da atitude de compra dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 15 em relação à avaliação da atitude de compra dos bolos, todas as combinações de farinha e fortificação apresentaram resultados semelhantes entre si e também não diferiram do bolo controle.

A Figura 13 mostra que a nota média nesta avaliação foi 3,25 (entre “teria dúvida se compraria ou não o produto” e “provavelmente compraria o produto”).

4.3.4 Teste de escala relativa ao ideal (“Just Right Scale”)

4.3.4.1 Intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados

A análise de variância da intensidade ideal da cor da crosta está mostrada na Tabela 16.

TABELA 16 – Análise de variância da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	18,486	3,081	2,129	0,049 (*)
Farinha	1	0,238	0,238	0,1645	0,6852 (ns)
Fortificação	2	1,662	0,831	0,5743	0,5635 (ns)
Farinha x Fortificação	2	5,319	2,6595	1,8379	0,1603 (ns)
Controle x Fatorial	1	11,267	11,267	7,7865	0,0055 (**)
Resíduo	483	699,114	1,447	-	-
Total	489	771,600	-	CV% = 23,91%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (*) significativo a 5%, (**) significativo a 1% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 16, existe pelo menos um dos tratamentos que difere do bolo controle ($p = 0,0055$).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da intensidade da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Dunnet para saber qual fortificação diferiu do controle (Tabela 17 e Figura 14).

TABELA 17 – Resultado do teste de Dunnet da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média (n = 70)	p
Média = 5,40 d.p. = 1,10 (n = 70)	SF	30%	4,84	0,032 (*)
		40%	4,90	0,068 (ns)
		50%	5,09	0,435 (ns)
	FQ	30%	5,20	0,832(ns)
		40%	4,86	0,039 (*)
		50%	4,91	0,081 (ns)

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

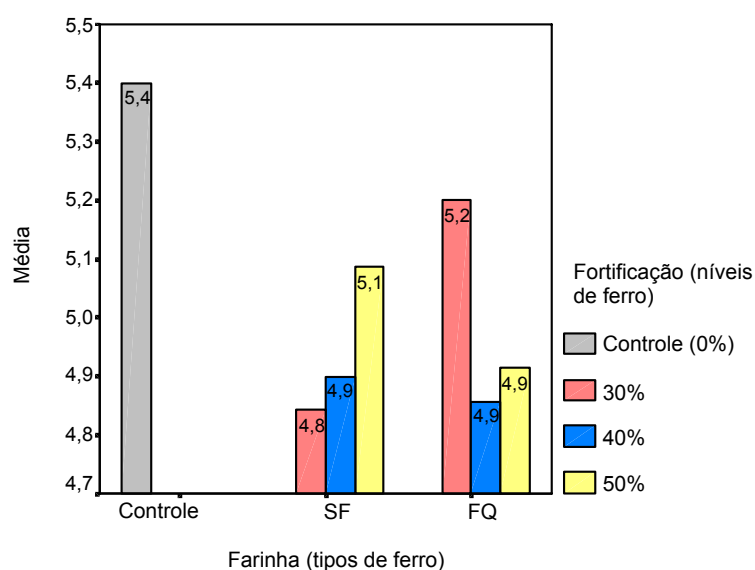


FIGURA 14 – Média da intensidade da cor da crosta dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 17 e Figura 14, o bolo controle apresentou média de intensidade igual a 5,40 (entre “ideal e ligeiramente mais escura que o ideal”) com relação à “intensidade da cor da crosta”, que foi significativamente superior à média 4,84 (entre “ligeiramente menos escura que o ideal e ideal”) do bolo SF 30% ($p = 0,032$). A nota do bolo controle também se mostrou superior à nota 4,86 do bolo FQ 40%. Para as demais combinações de farinha e fortificação, o bolo controle não apresentou diferença nas notas.

4.3.4.2 Intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados

Encontra-se na Tabela 18 a análise de variância da intensidade da cor do miolo dos bolos.

TABELA 18 – Análise de variância da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	11,563	1,9272	1,5345	0,165 (ns)
Farinha	1	0,467	0,467	0,3718	0,5423 (ns)
Fortificação	2	2,519	1,2595	1,0029	0,3676 (ns)
Farinha x Fortificação	2	8,033	4,0165	3,1981	0,0417 (*)
Controle x Fatorial	1	0,544	0,544	0,4332	0,5107 (ns)
Resíduo	483	606,643	1,2559	-	-
Total	489	618,206	-	CV% = 20,45%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 18, existe diferença significativa ($p = 0,0417$) na interação farinha x fortificação, ou seja, pelo menos uma combinação de farinha e fortificação apresentou média diferente.

Observa-se na Tabela 19 a estatística descritiva da intensidade da cor do miolo dos bolos e na Figura 15 as notas médias.

TABELA 19 – Estatística descritiva da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	5,29	1,07	2	9
	40%	20	5,79	1,24	3	9
	50%	20	5,41	1,16	2	8
FQ	30%	20	5,53	1,10	2	8
	40%	20	5,36	1,05	2	8
	50%	20	5,40	1,17	3	9
Farinha controle		20	5,56	1,04	3	7

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

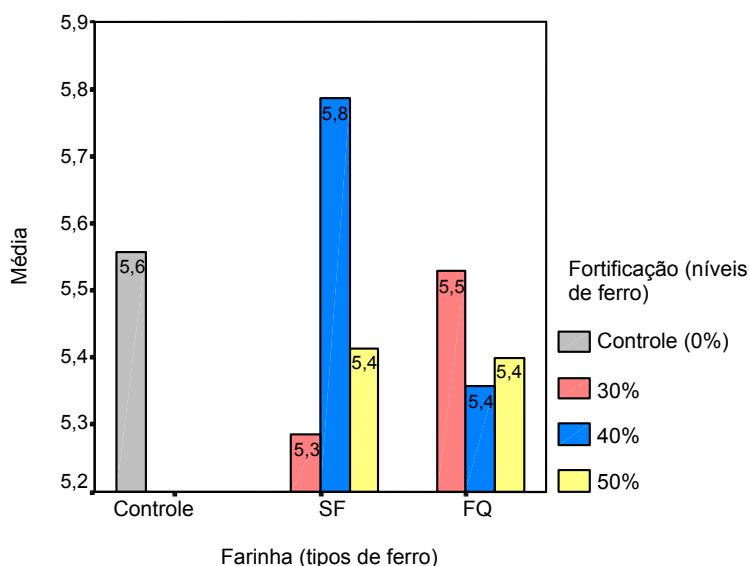


FIGURA 15 – Média da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 19 e Figura 15, observa-se que o bolo SF 40% obteve maior desvio padrão (d.p. = 1,24) e que a nota média de intensidade da cor do miolo dos bolos ficou na faixa entre “ideal” e “ligeiramente mais escura que o ideal”.

A partir do resultado encontrado na análise de variância da intensidade da cor do miolo dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 20).

TABELA 20 – Resultado do teste de Tukey da intensidade da cor do miolo dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	5,3 A a	5,5 A a
40%	5,8 A b	5,3 B a
50%	5,4 A a	5,4 A a

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Como mostra a Tabela 20, só houve diferença nas médias das notas na fortificação 40%, onde o bolo fortificado com SF apresentou média superior ao fortificado com FQ.

4.3.4.3 Intensidade da doçura dos bolos fortificados

O resultado do teste de escala relativa ao ideal em relação à intensidade da doçura dos bolos está representado na Figura 16.

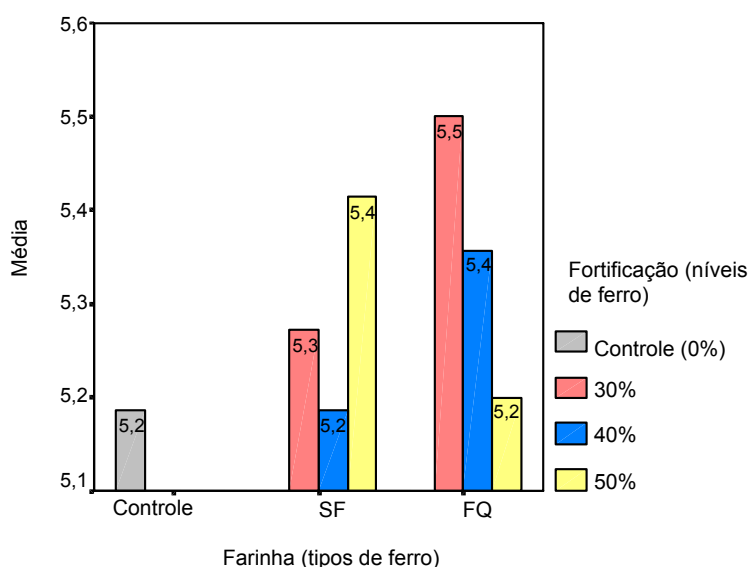


FIGURA 16 – Média da intensidade da doçura dos bolos fortificados

Pelo teste de homogeneidade de variâncias de Levene, as variâncias não foram consideradas homogêneas ($p = 0,05$). Assim, utilizou-se o teste de Kruskal Wallis para comparar todos os 7 tratamentos, obtendo-se então um nível descritivo para o teste de $p = 0,656$, concluindo-se então que, em relação à intensidade da doçura, todos os sete tipos de bolos (inclusive o controle) apresentaram notas médias iguais que foi de 5,30 (d.p. = 1,25) (“entre ideal e ligeiramente mais doce que o ideal”).

4.4 Análise instrumental dos bolos fortificados

4.4.1 Medida de textura instrumental

Observa-se na Tabela 21 o resultado da análise de variância da medida de textura dos bolos.

TABELA 21 – Análise de variância da medida de textura instrumental dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	68,330	11,388	46,70	0,000 (**)
Farinha	1	44,584	44,584	182,72	0,000(**)
Fortificação	2	15,292	7,646	31,34	0,000(**)
Farinha x Fortificação	2	6,612	3,306	13,55	0,000(**)
Controle x Fatorial	1	1,878	1,878	7,55	0,007(**)
Resíduo	133	32,431	0,244	-	-
Total	139	100,760	-	C.V% = 10,17%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 21, existe diferença significativa da textura do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,000$), para as diferentes fortificações ($p = 0,000$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,000$) e, para pelo menos uma da farinha x fortificação, a textura apresenta resultado diferente quando comparada com o bolo controle ($p = 0,000$).

Observa-se na Tabela 22 a estatística descritiva da medida de textura dos bolos.

TABELA 22 – Estatística descritiva da medida de textura instrumental dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	4,89	0,4759	3,88	5,76
	40%	20	4,02	0,4043	3,52	4,99
	50%	20	3,69	0,3684	3,16	4,34
FQ	30%	20	5,50	0,5986	4,26	6,55
	40%	20	5,78	0,6245	5,00	7,50
	50%	20	4,98	0,4775	4,00	6,12
Farinha controle		20	5,14	0,4527	4,42	5,92

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 22, observa-se que o bolo FQ 40% obteve maior desvio padrão (d.p. = 0,6245).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da medida de textura dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 23).

TABELA 23 – Resultado do teste de Tukey da medida de textura instrumental dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	4,9 A a	5,5 B a
40%	4,0 A b	5,8 B a
50%	3,7 A b	5,0 B b

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Como mostra a Tabela 23, os bolos fortificados com FQ apresentaram médias superiores aos fortificados com SF e na fortificação 40%, o bolo fortificado FQ apresentou média superior ao fortificados com SF.

A partir do resultado encontrado na análise de variância da medida de textura dos bolos, foi realizado o teste de Dunnet para saber qual fortificação diferiu do controle (Tabela 24).

TABELA 24 – Resultado do teste de Dunnett da medida de textura instrumental dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média	Diferença	p
Média = 5,14 (n = 20)	SF	30%	4,89	-,2526	0,392 (ns)
		40%	4,02	-1,1137	0,000 (**)
		50%	3,69	-1,4457	0,000 (**)
	FQ	30%	5,50	,3623	0,099 (*)
		40%	5,78	,6459	0,000 (**)
		50%	4,98	-,1630	0,794 (ns)

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%, (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados da Tabela 24, apenas as farinhas SF 30% e FQ 50% apresentaram médias de textura do bolo estatisticamente iguais às notas do bolo controle.

Observa-se nas Figuras 17 e 18, as médias instrumentais de textura dos bolos para as interações bolo x farinha e bolo x fortificação, respectivamente.

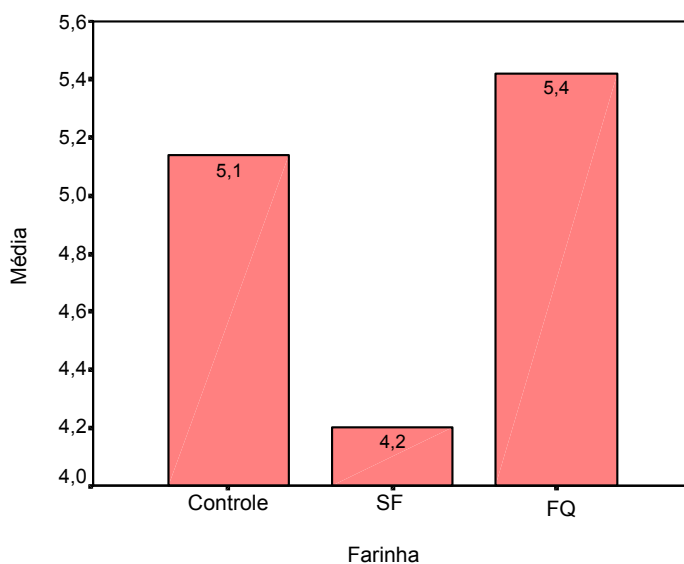


FIGURA 17 – Média da medida de textura instrumental do bolo x farinha

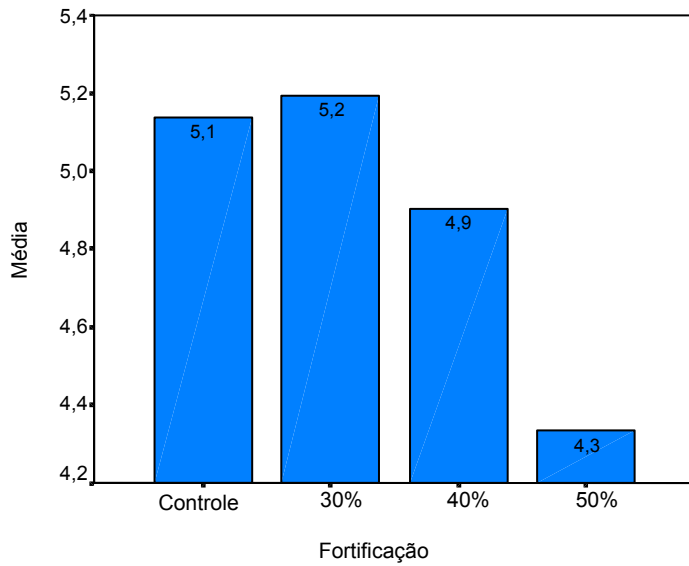


FIGURA 18 – Média da medida de textura instrumental do bolo x fortificação

A Figura 17 mostra que os bolos fortificados com FQ apresentaram notas médias superiores aos fortificados com SF e a Figura 18, mostra que a formulação 30% apresentou a maior média (5,2) estatisticamente superior às notas médias das formulações 40 e 50%, que não diferiram entre si.

Na Figura 19, observa-se as médias da medida instrumental de textura dos bolos x fortificação e farinha.

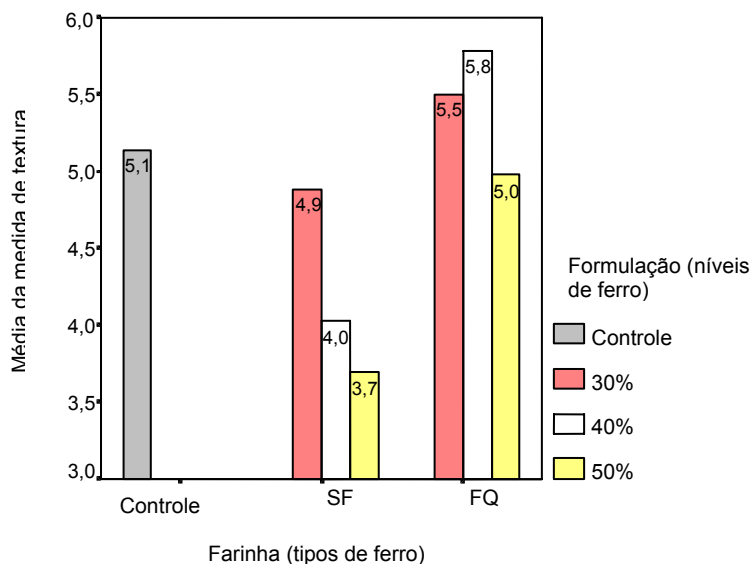


FIGURA 19 – Média da medida de textura instrumental do bolo x fortificação e farinha

Observa-se na Figura 19 que nos bolos fortificados com SF, a média da formulação 30% diferiu das demais e as demais não diferiram entre si e nos

fortificados com FQ, a formulação 30 e 40% apresentaram médias iguais e ambas diferindo da formulação 50%. Quanto ao nível de fortificação, em todos os três níveis (30, 40 e 50%) os bolos fortificados com FQ apresentaram médias estatisticamente superiores à apresentada pelos bolos fortificados com SF.

4.4.2 Medida de cor

4.4.2.1 Luminosidade (L^*) da cor da crosta

A luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos é observada na Tabela 25.

TABELA 25 – Análise de variância da luminosidade (L^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	543,877	90,646	17,876	0,0000 (**)
Farinha	1	166,687	166,687	32,871	0,0000 (**)
Fortificação	2	124,251	62,125	12,251	0,0000 (**)
Farinha x Fortificação	2	204,656	102,328	20,179	0,0000 (**)
Controle x Fatorial	1	48,283	48,283	9,521	0,0024 (**)
Resíduo	133	674,418	5,071	-	-
Total	139	1218,295	-	C.V% = 4,31%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 25, existe diferença significativa da luminosidade (L^*) da cor da crosta do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,0000$), para as diferentes fortificações ($p = 0,0000$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,0000$) e para, pelo menos uma da farinha x fortificação, a luminosidade (L^*) da cor da crosta apresenta resultado diferente quando comparada com o bolo controle ($p = 0,0024$).

Observa-se na Tabela 26 a estatística descritiva da luminosidade (L^*) da cor da crosta e na Figura 20 as médias.

TABELA 26 – Estatística descritiva da luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	53,9060	2,1742	48,09	59,44
	40%	20	52,3665	1,5845	50,02	56,30
	50%	20	53,1455	2,0973	50,31	59,56
FQ	30%	20	50,9040	3,0873	45,45	58,79
	40%	20	53,4815	1,7814	50,96	57,76
	50%	20	47,9610	1,8930	45,52	52,14
Farinha controle		20	53,6390	2,7516	48,58	59,38

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

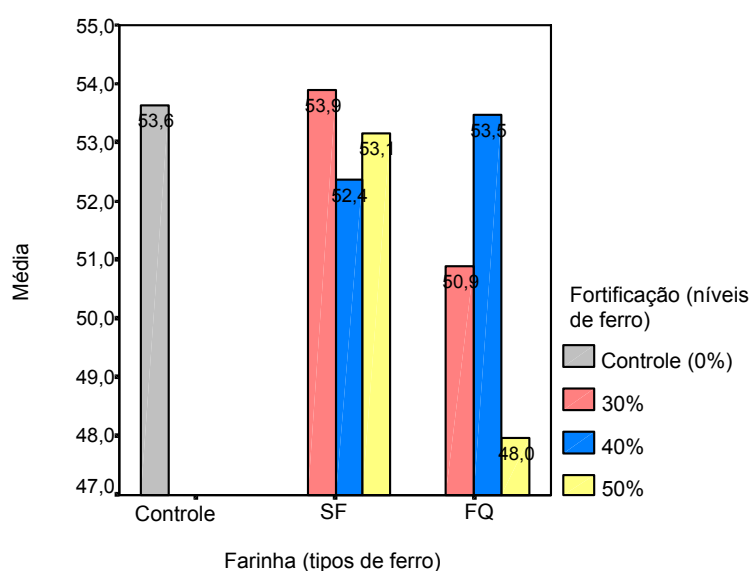


FIGURA 20 – Média da luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 26 e Figura 20, observa-se que o bolo FQ 30% obteve maior desvio padrão (d.p. = 3,0873) e que a nota média de luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos foi de 52,20.

A partir do resultado encontrado na análise de variância da luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 27).

TABELA 27 – Resultado do teste de Tukey da luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	53,9 A ⁽¹⁾ a ⁽²⁾	50,9 B a
40%	52,4 A a	53,5 A b
50%	53,1 A a	48,0 B c

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 27 que nos bolos fortificados com SF, as fortificações não apresentaram diferença estatística e nos fortificados com FQ, todas as fortificações apresentaram médias estatisticamente diferentes. Quanto ao nível de fortificação, o bolo SF apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo FQ nas fortificações 30 e 50%.

O teste de Dunnet foi usado para comparar às médias de luminosidade (L*) da cor da crosta do bolo controle x demais fortificações (Tabela 28).

TABELA 28 – Resultado do teste de Dunnet da luminosidade (L*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média	Diferença	p
Média = 53,64 (n = 20)	SF	30%	53,9060	,2670	0,998 (ns)
		40%	52,3665	-1,2725	0,294 (ns)
		50%	53,1455	-,4935	0,959 (ns)
	FQ	30%	50,9040	-2,7350	0,001 (**)
		40%	53,4815	-,1575	1,000 (ns)
		50%	47,9610	-5,6780	0,000 (**)

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados da Tabela 28, apenas o bolo FQ 30% e o FQ 50% apresentaram médias estatisticamente diferentes da nota do bolo controle. Ambas inferiores à média apresentada pelo uso do bolo controle.

4.4.2.2 Cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta

Na Tabela 29 encontra-se a análise de variância para a cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta dos bolos.

TABELA 29 – Análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	P
Tratamento	6	146,871	24,478	10,050	0,000 (**)
Farinha	1	51,182	51,182	21,011	0,000 (**)
Fortificação	2	24,995	12,497	5,130	0,007 (**)
Farinha x Fortificação	2	70,243	35,122	14,418	0,000 (**)
Controle x Fatorial	1	0,451	0,451	0,185	0,668 (ns)
Resíduo	133	323,959	2,436	-	-
Total	139	470,829	-	C.V% = 12,88%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 29, existe diferença significativa da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,000$), para as diferentes fortificações ($p = 0,007$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,000$) e para, pelo menos uma da farinha x fortificação, a da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta apresenta resultado diferente quando comparada com o bolo controle ($p = 0,000$).

Encontra-se na Tabela 30 a estatística descritiva para cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta e na Figura 21 as médias.

TABELA 30 – Estatística descritiva da cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	11,2775	1,7604	7,57	14,44
	40%	20	11,7695	1,2462	8,53	13,58
	50%	20	10,9830	1,4915	8,16	14,04
FQ	30%	20	13,3925	1,6932	9,84	15,75
	40%	20	10,9330	1,6477	8,55	13,95
	50%	20	13,6230	1,0901	11,47	15,40
Farinha controle		20	12,1585	1,8449	8,40	14,45

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

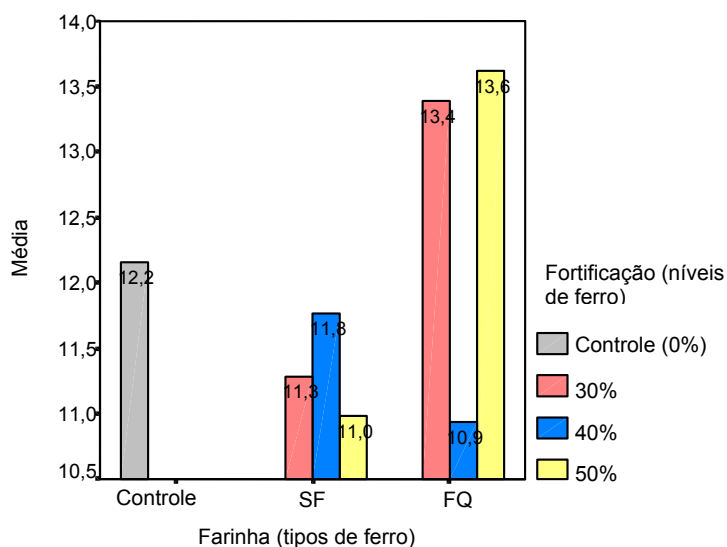


FIGURA 21 – Média da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 30 e Figura 21, observa-se que na cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta, o bolo controle obteve maior desvio padrão (d.p. = 1,8449) e o bolo FQ 50% a maior média (13,6230).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 31).

TABELA 31 – Resultado do teste de Tukey da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	11,3 A a	13,4 B a
40%	11,8 A a	10,9 A b
50%	11,0 A a	13,6 B a

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 31 que nos bolos fortificados com SF, as fortificações não apresentaram diferença estatística e nos fortificados com FQ, as

fortificações 30% e 50% apresentaram médias estatisticamente iguais, também consideradas as maiores. Quanto ao nível de fortificação, o bolo FQ apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo SF nas fortificações 30 e 50%.

4.4.2.3 Cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta

A análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos é observada na Tabela 32.

TABELA 32 – Análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	220,700	36,783	26,513	0,000 (**)
Farinha	1	135,873	135,873	97,962	0,000 (**)
Fortificação	2	20,291	10,145	7,314	0,001 (**)
Farinha x Fortificação	2	40,832	20,416	14,719	0,000 (**)
Controle x Fatorial	1	23,704	23,704	17,090	0,000 (**)
Resíduo	133	184,519	1,387	-	-
Total	139	405,220	-	C.V% = 3,41%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%.

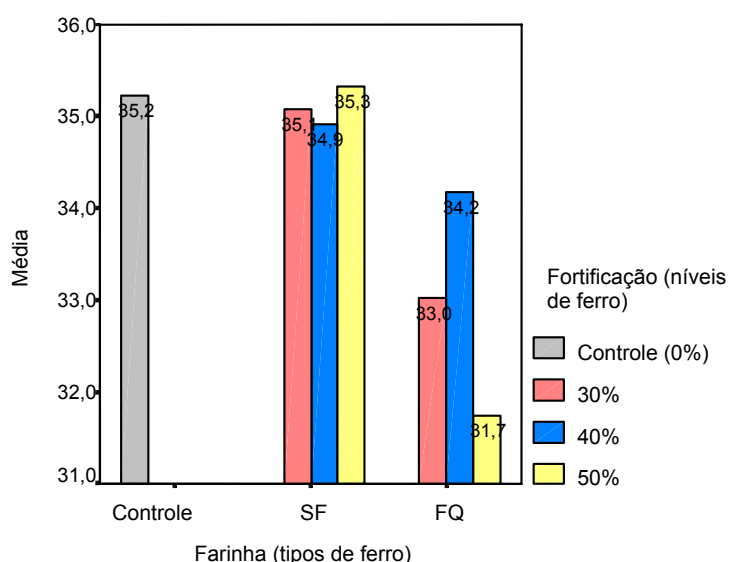
De acordo com os resultados apresentados na Tabela 32, existe diferença significativa da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,000$), para as diferentes fortificações ($p = 0,001$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,000$) e para, pelo menos uma da farinha x fortificação, a cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta do bolo apresenta resultado diferente quando comparada com o bolo controle ($p = 0,000$).

A Tabela 33 mostra a estatística descritiva para cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta e a Figura 22 as médias.

TABELA 33 – Estatística descritiva da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	35,0840	1,1964	32,95	38,08
	40%	20	34,9085	,9313	32,79	36,18
	50%	20	35,3290	1,1910	33,17	38,23
FQ	30%	20	33,0275	1,3153	31,05	35,75
	40%	20	34,1720	1,0497	32,62	36,12
	50%	20	31,7375	1,2584	29,51	33,88
Farinha controle		20	35,2190	1,2567	32,47	37,91

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

FIGURA 22 – Média da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 33 e Figura 22, observa-se que na cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta, o bolo SF 40% obteve menor desvio padrão (d.p. = ,9313) e o bolo FQ 50% a menor média (31,7375).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 34).

TABELA 34 – Resultado do teste de Tukey da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	35,1 A a	33,0 B a
40%	34,9 A a	34,1 A b
50%	35,3 A a	31,7 B c

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 34 que nos bolos fortificados com SF, as fortificações não apresentaram diferença estatística e nos fortificados com FQ, todas as fortificações apresentaram médias estatisticamente diferentes, sendo a maior média obtida com a fortificação 40%. Quanto ao nível de fortificação, o bolo SF apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo FQ nas fortificações 30 e 50%.

O teste de Dunnet foi usado para comparar às médias da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta do bolo controle x demais fortificações (Tabela 35).

TABELA 35 – Resultado do teste de Dunnet da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média	Diferença	p
Média = 35,22 (n = 20)	SF	30%	35,0840	-,1350	0,999 (ns)
		40%	34,9085	-,3105	0,910 (ns)
		50%	35,3290	,1100	1,000 (ns)
	FQ	30%	33,0275	-2,1915	0,000(**)
		40%	34,1720	-1,0470	0,029 (*)
		50%	31,7375	-3,4815	0,000 (**)

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%, (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados da Tabela 35, os bolos FQ 30%, 40% e 50% apresentaram médias estatisticamente diferentes da nota do bolo controle. Todas inferiores à nota média apresentada pelo bolo controle.

4.4.2.4 Análise do \square_E da cor da crosta

Na Tabela 36, encontra-se a análise de variância da medida da distância entre um ponto e o outro (\square_E) da cor da crosta do bolo.

TABELA 36 – Análise de variância do \square_E da cor da crosta dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Farinha	1	54,523	54,523	9,051	0,003 (**)
Fortificação	2	71,472	35,736	5,932	0,004 (**)
Farinha x Fortificação	2	23,231	11,615	1,928	0,150 (ns)
Resíduo	114	686,709	6,024	-	-
Total	119	835,934	-	C.V% = 48,41%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (**) significativo a 1%, (ns) não significativo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 36, existe diferença significativa do \square_E da cor da crosta do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,003$) e para as diferentes fortificações ($p = 0,004$), para a combinação da farinha x fortificação não existe diferença significativa ($p = 0,150$).

Na Tabela 37 encontramos o resultado da estatística descritiva do \square_E da cor da crosta dos bolos e na Figura 23 as médias.

TABELA 37 – Estatística descritiva do \square_E da cor da crosta dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	4,288	2,2368	0,81	11,02
	40%	20	4,049	2,0326	0,98	8,76
	50%	20	4,843	1,3379	3,07	8,30
FQ	30%	20	5,473	3,4357	1,22	13,09
	40%	20	4,411	1,8574	1,18	8,14
	50%	20	7,341	3,1566	3,15	15,75

Nota: SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

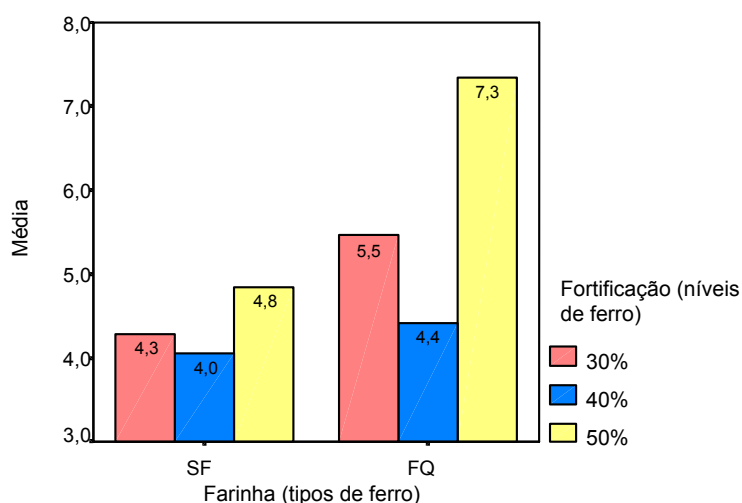


FIGURA 23 – Média do ΔE da cor da crosta dos bolos fortificados

Observa-se na Tabela 37 e Figura 23, que o ΔE da cor da crosta do bolo obteve maior média (7,341) no bolo FQ 50%.

A partir do resultado encontrado na análise de variância do ΔE da cor da crosta dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa nos diferentes tipos de farinha (Tabela 38) e nas diferentes fortificações (Tabela 39).

TABELA 38 – Resultado do teste de Tukey do ΔE da cor da crosta dos bolos fortificados com relação à farinha (tipo de ferro)

Farinha	Média
SF	4,39 a
FQ	5,74 b

Nota₁: SF = sulfato ferroso e FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram;

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

A Tabela 38 mostra que os bolos fortificados com FQ apresentaram média (4,39) estatisticamente superior à média dos bolos fortificados com SF (5,74).

TABELA 39 – Resultado do teste de Tukey do ΔE da cor da crosta dos bolos fortificados com relação à fortificação (níveis de ferro)

Fortificação	Média
30%	4,88 a
40%	4,23 a
50%	6,09 b

Nota₁: letras iguais significam que as médias não diferiram;

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 39 que a fortificação 50% apresentou a maior média (6,09) estatisticamente superior às médias das fortificações 40% e 30%, que não diferiram entre si.

4.4.2.5 Luminosidade (L^*) da cor do miolo

Observamos na Tabela 40 a análise de variância da luminosidade (L^*) da cor do miolo.

TABELA 40 – Análise de variância da luminosidade (L^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	189,0741	31,5124	20,2534	0,0000 (**)
Farinha	1	23,4702	23,4702	15,0846	0,0002 (**)
Fortificação	2	68,4367	34,2184	21,9927	0,0000 (**)
Farinha x Fortificação	2	32,0428	16,0214	10,2972	0,0001 (**)
Controle x Fatorial	1	65,1244	65,1244	41,8564	0,0000 (**)
Resíduo	133	206,9349	1,5559	-	-
Total	139	396,0091	-	C.V% = 1,81%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 40, existe diferença significativa da luminosidade (L^*) do miolo do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,0002$), para as diferentes fortificações ($p = 0,000$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,0001$) e para, pelo menos uma da farinha x fortificação, a luminosidade (L^*) da cor do miolo apresenta resultado diferente quando comparada com o bolo controle ($p = 0,000$).

Apresenta-se na Tabela 41 a estatística descritiva da luminosidade (L^*) da cor do miolo e na Figura 24 as médias.

TABELA 41 – Estatística descritiva da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	70,9330	1,6353	66,43	73,56
	40%	20	70,4300	0,9839	68,05	71,83
	50%	20	70,3670	0,9662	68,74	72,25
FQ	30%	20	71,3165	1,4088	67,11	73,66
	40%	20	69,5410	1,3193	67,03	71,57
	50%	20	68,2190	1,3143	65,55	70,16
Farinha controle		20	72,0835	0,9290	69,19	69,19

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

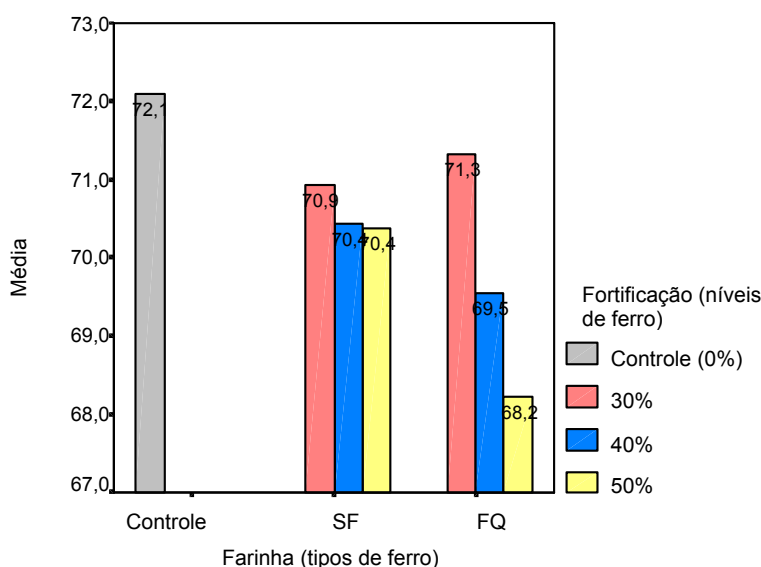


FIGURA 24 – Média da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 41 e Figura 24, observa-se que o bolo SF 30% obteve maior desvio padrão (d.p. = 1,6353) e que a maior média (72,0835) foi do bolo controle.

A partir do resultado encontrado na análise de variância da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 42).

TABELA 42 – Resultado do teste de Tukey da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	70,9 A a	71,3 B a
40%	70,4 A a	69,5 A a
50%	70,4 A a	68,2 B b

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 42 que nos bolos fortificados com SF, as fortificações não apresentaram diferença estatística e nos fortificados com FQ, as fortificações 40 e 50% não apresentaram médias estatisticamente diferentes. O valor médio diferente ocorreu na fortificação 30%, que também foi a estatisticamente superior. Quanto ao nível de fortificação, o bolo FQ apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo SF na fortificação 30% e nas fortificações 40 e 50%, o bolo SF apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo FQ.

Foi feito o teste de Dunnet para comparar a luminosidade (L*) da cor do miolo do bolo controle x demais tratamentos (Tabela 43).

TABELA 43 – Resultado do teste de Dunnet da luminosidade (L*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média	Diferença	p
Média = 72,0835 (n = 20)	SF	30%	70,9330	-1,1505	,021 (*)
		40%	70,4300	-1,6535	,000 (**)
		50%	70,3670	-1,7165	,000 (**)
	FQ	30%	71,3165	-,7670	,220 (ns)
		40%	69,5410	-2,5425	,000 (**)
		50%	68,2190	-3,8645	,000 (**)

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%, (*) significativo a 5% e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados da Tabela 43, apenas o bolo FQ 30% apresentou médias estatisticamente iguais à do bolo controle.

4.4.2.6 Cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo

A Tabela 44 mostra a análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos.

TABELA 44 – Análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	21,846	3,641	61,908	0,0000 (**)
Farinha	1	12,9626	12,9626	220,4073	0,0000 (**)
Fortificação	2	2,4893	1,2447	21,1640	0,0000 (**)
Farinha x Fortificação	2	5,9993	2,9997	51,0049	0,0000 (**)
Controle x Fatorial	1	0,3948	0,3948	6,7129	0,0000 (**)
Resíduo	133	7,822	0,0588	-	-
Total	139	29,669	-	C.V% = 38,30%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 44, existe diferença significativa ($p = 0,000$) da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) do miolo do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,000$), para as diferentes fortificações ($p = 0,000$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,000$) e para, pelo menos uma da farinha x fortificação, a cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo apresenta resultado diferente quando comparado com o bolo controle ($p = 0,000$).

A estatística descritiva da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo do bolo é mostrada na Tabela 45 e na Figura 25 as médias.

TABELA 45 – Estatística descritiva da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	0,7855	0,2725	0,3900	1,5100
	40%	20	-0,0440	0,1912	-0,3100	0,3800
	50%	20	0,1075	0,2035	-0,2300	0,6600
FQ	30%	20	0,8105	0,2824	0,4000	1,5200
	40%	20	0,9385	0,1530	0,6600	1,2200
	50%	20	1,072	0,3330	0,4000	1,6700
Farinha controle		20	0,7635	0,2132	0,2132	0,4100

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

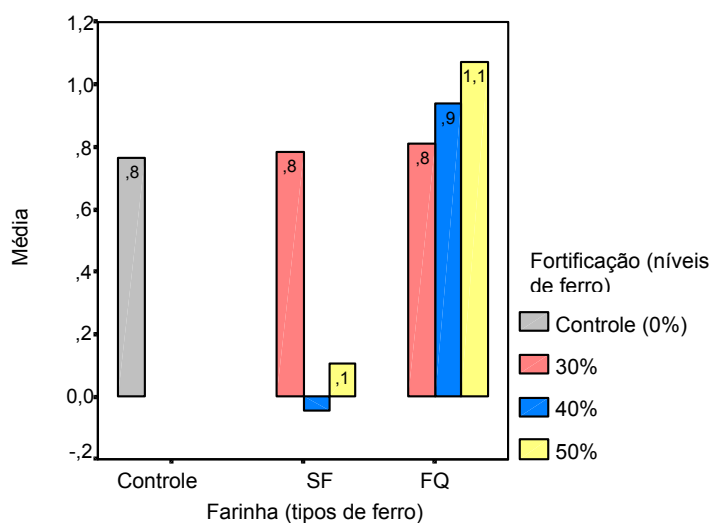


FIGURA 25 – Média da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 45 e Figura 25, observa-se que o bolo FQ 50% obteve maior desvio padrão (d.p. = 0,3330) e maior média (1,072).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 46).

TABELA 46 – Resultado do teste de Tukey da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	0,78 A a	0,81 A a
40%	-0,04 A b	0,94 B a
50%	0,11 A b	1,07 B b

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

A Tabela 46 mostra que nos bolos fortificados com SF, as fortificações 40 e 50% não apresentaram médias estatisticamente diferentes, apenas a fortificação 30%, sendo também a maior e nos fortificados com FQ, as fortificações 30 e 40% não apresentaram médias estatisticamente diferentes, apenas a fortificação 50%, sendo também a maior. Quanto ao nível de fortificação, não ocorreu diferença

estatística na fortificação 30% e na fortificação 40 e 50%, o bolo FQ apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo SF.

Foi realizado o teste de Dunnet para comparar a cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo do bolo controle x demais tratamentos (Tabela 47).

TABELA 47 – Resultado do Teste de Dunnet da cromaticidade eixo verde/vermelho (a^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Controle	Farinha	Fortificação	Média	Diferença	p
Média = 0,7635 (n = 20)	SF	30%	,7855	0,0220	1,000 (ns)
		40%	-0,0440	-,8075	0,000 (**)
		50%	,1075	-,6560	0,000 (**)
	FQ	30%	,8105	0,0470	0,977 (ns)
		40%	,9385	,1750	0,108 (ns)
		50%	1,0720	,3085	0,001 (**)

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; (**) significativo a 1%, e (ns) não significativo.

De acordo com os resultados da Tabela 47, os bolos SF 40 e 50% e FQ 50% apresentaram médias estatisticamente diferentes da nota do bolo controle.

4.4.2.7 Cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo

Podemos observar na Tabela 48 a análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo dos bolos.

TABELA 48 – Análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Tratamento	6	22,724	3,787	18,1810	0,0000 (**)
Farinha	1	5,9230	5,923	28,4760	0,0000 (**)
Fortificação	2	0,9055	0,4527	2,1764	0,1175
Farinha x Fortificação	2	15,7996	7,8998	37,9798	0,0000(**)
Controle x Fatorial	1	0,0959	0,0959	0,4611	0,4983
Resíduo	133	27,706	0,2083	-	-
Total	139	50,430	-	C.V% = 1,82%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 48, existe diferença significativa ($p = 0,000$) da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,000$) e para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,000$).

A estatística descritiva da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo do bolo é mostrada na Tabela 49 e na Figura 26 as médias.

TABELA 49 – Estatística descritiva da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
SF	30%	20	25,9345	0,5415	25,0800	27,5100
	40%	20	25,2145	0,4041	24,3400	26,0800
	50%	20	25,1285	0,5246	24,2500	26,1400
FQ	30%	20	25,4105	0,2971	24,9900	26,1300
	40%	20	25,8485	0,4381	25,2500	27,0000
	50%	20	26,3515	0,5203	25,4700	27,3200
Farinha controle		20	25,7230	25,7230	0,4190	24,5500

Nota: (controle) sem adição de ferro e ácido fólico; SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

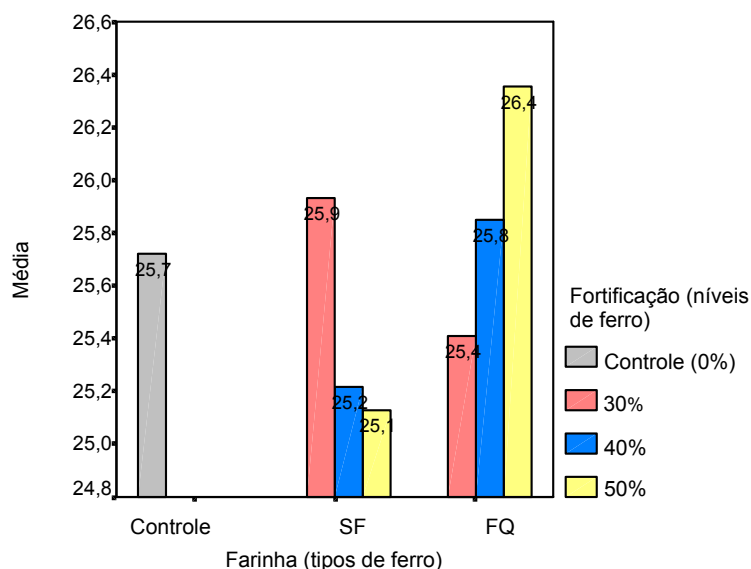


FIGURA 26 – Média da cromaticidade eixo azul/amarelo (b^*) da cor do miolo dos bolos fortificados

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 49 e Figura 26, observa-se que o bolo SF 30% obteve maior desvio padrão (d.p. = 0,5415) e maior média (25,9345).

A partir do resultado encontrado na análise de variância da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 50).

TABELA 50 – Resultado do teste de Tukey da cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	25,9 A a	25,4 B a
40%	25,2 A b	25,8 B b
50%	25,1 A c	26,3 B c

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

Observa-se na Tabela 50 que nos bolos fortificados com SF, a fortificação 30% apresentou a maior média, as demais fortificações 40 e 50% não apresentaram médias estatisticamente diferentes e nos fortificados com FQ, a fortificação 50% apresentou a maior média e a 30% a menor média, todas as médias foram estatisticamente diferentes. Quanto ao nível de fortificação, na fortificação 30%, o bolo SF apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo FQ e nas fortificações 40 e 50%, o bolo FQ apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo SF.

4.4.2.8 Análise do \square_E da cor do miolo

Na Tabela 51 temos a análise de variância da medida da distância entre um ponto e o outro (\square_E) da cor do miolo dos bolos.

TABELA 51 – Análise de variância do \square_E da cor do miolo dos bolos fortificados

F.V.	g.l.	S.Q.	Q.M.	F	p
Farinha	1	14,0772	14,0772	8,5824	0,0041 (**)
Fortificação	2	48,3571	24,1786	14,7409	0,0000 (**)
Farinha x Fortificação	2	17,9554	8,9777	5,4734	0,0054 (**)
Resíduo	114	186,9872	1,6402	-	-
Total	119	267,3769	-	C.V% = 52,73%	-

Nota: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (**) significativo a 1%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 51, existe diferença significativa do \square_E do miolo do bolo para os diferentes tipos de farinha ($p = 0,0041$), para as diferentes fortificações ($p = 0,000$), para a combinação da farinha x fortificação ($p = 0,0054$).

A estatística descritiva do \square_E da cor do miolo do bolo é mostrada na Tabela 52 e na Figura 27 as médias.

TABELA 52 – Estatística descritiva do \square_E da cor do miolo dos bolos fortificados

Farinha	Fortificação	N	Média	Desvio-Padrão
SF	30%	20	1,7043	0,2864
	40%	20	2,2387	0,2864
	50%	20	2,3228	0,2864
FQ	30%	20	1,5498	0,2864
	40%	20	2,7359	0,2864
	50%	20	4,0352	0,2864

Nota: SF = sulfato ferroso; FQ = ferro aminoácido quelato Ferrochel®.

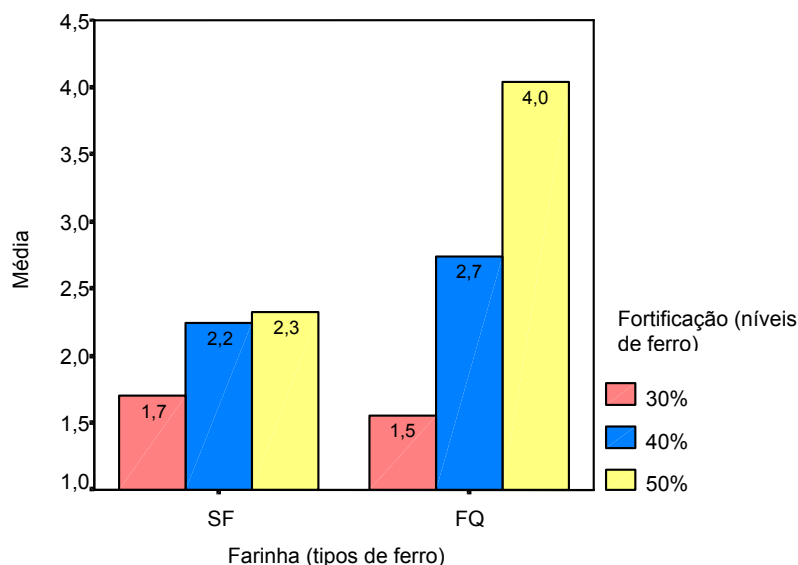


FIGURA 27 – Média do \square_E da cor do miolo dos bolos fortificados

Observa-se na Tabela 52 e Figura 27, que o \square_E da cor do miolo do bolo obteve maior média (4,0352) no bolo FQ 50%.

A partir do resultado encontrado na análise de variância do \square_E da cor do miolo dos bolos, foi realizado o teste de Tukey para identificar onde houve diferença significativa na interação farinha x fortificação (Tabela 53).

TABELA 53 – Resultado do teste de Tukey do \square_E da cor do miolo dos bolos fortificados

Fortificação	Farinha	
	SF	FQ
30%	1,7 A a	1,5 A a
40%	2,2 A a	2,7 A b
50%	2,3 A a	4,0 B c

Nota₁: (SF) sulfato ferroso; (FQ) ferro aminoácido quelato Ferrochel®; (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®); (fortificação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%).

Nota₂: letras iguais significam que as médias não diferiram; letras maiúsculas comparam as farinhas dentro de cada fortificação; letras minúsculas comparam as fortificações dentro de cada farinha.

Nota₃: Encontra-se no ANEXO 5 os valores do d.m.s.

A Tabela 53 mostra que nos bolos fortificados com SF, as fortificações não apresentaram médias estatisticamente diferentes e nos fortificados com FQ, todas as fortificações apresentaram médias estatisticamente diferentes, sendo na fortificação 50% a maior. Quanto ao nível de fortificação, as fortificações 30 e 40% não apresentaram médias estatisticamente diferentes e na fortificação 50%, o bolo FQ apresentou média estatisticamente superior à apresentada pelo bolo SF.

4.5 Análises físicas, físico-químicas e químicas dos bolos fortificados

4.5.1 Umidade

A Tabela 54 e a Figura 28 mostram as médias do teor de umidade dos bolos fortificados.

TABELA 54 – Estatística descritiva da umidade dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Umidade (%)	SF	20,9106 (0,1264)	21,1310 (2,911E-02)	21,6297 (0,0440)	19,3449 (0,0388)
	FQ	21,0451 (0,1908)	21,2060 (0,1415)	21,3883 (0,0088)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%, 40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

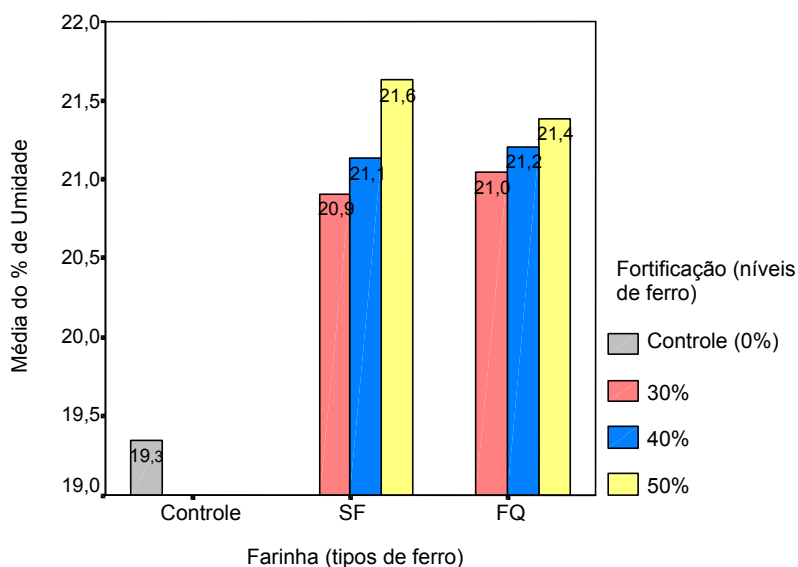


FIGURA 28 – Média do percentual de umidade dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 54 e Figura 28, o percentual de umidade não se mostrou diferente significativamente entre as farinhas e nem na interação da farinha x fortificação, contudo, mostrou-se diferente entre as fortificações. O controle apresentou um percentual de umidade diferente de pelo menos uma das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.2 Cinzas

Observa-se na Tabela 55 e na Figura 29 o teor de cinzas dos bolos fortificados.

TABELA 55 – Estatística descritiva das cinzas dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Cinzas (%)	SF	1,2568 (0,0035)	,9762 (0,1578)	1,2433 (8,351E-03)	0,7501 (0,1371)
	FQ	1,1702 (0,2260)	1,3026 (0,0116)	1,2634 (0,0458)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

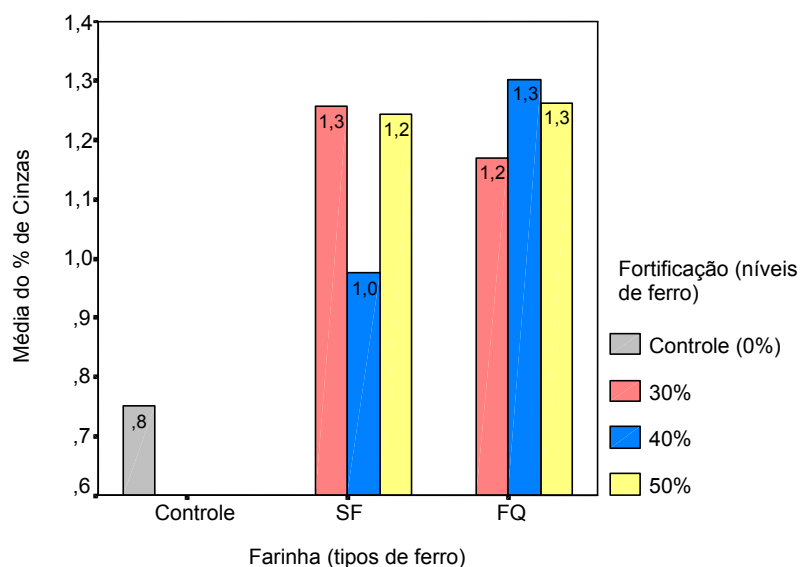


FIGURA 29 – Média do percentual de cinzas dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 55 e na Figura 29, o percentual de cinzas não se mostrou diferente significativamente entre as farinhas, entre as fortificações e nem na interação da farinha x fortificação. O controle apresentou um percentual de cinzas diferente de pelo menos uma das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.3 Proteínas

Na Tabela 56 e na Figura 30 temos o teor de proteínas dos bolos fortificados.

TABELA 56 – Estatística descritiva das proteínas dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Proteínas (%)	SF	6,4200 (0,0707)	5,7550 (0,3748)	7,0400 (2,3193)	6,3200 (0,3960)
	FQ	5,6400 (0,0828)	(5,6700) (0,9899)	5,7200 (0,3536)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.
Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

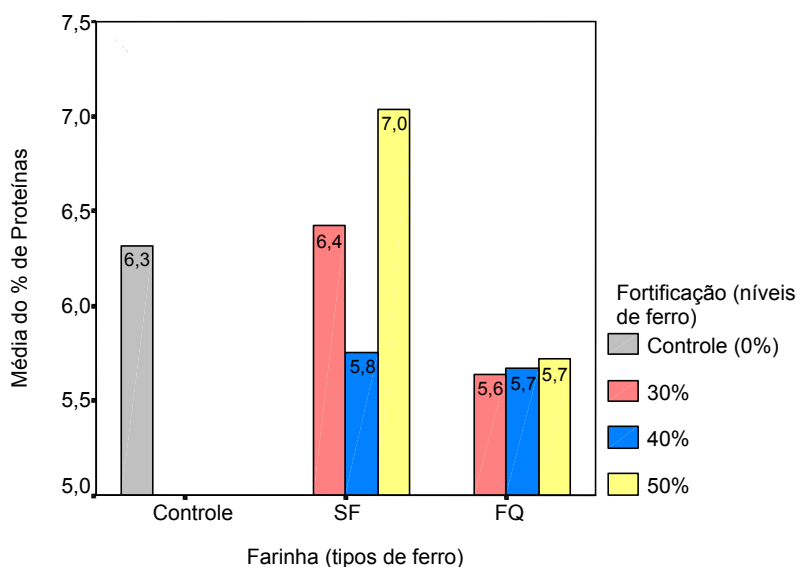


FIGURA 30 – Média do percentual de proteínas dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 56 e Figura 30, o percentual de proteínas não se mostrou diferente significativamente entre as farinhas, entre as fortificações e nem na interação da farinha x fortificação. Também o controle não apresentou um percentual de proteínas diferente das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.4 Lipídios

Encontra-se na Tabela 57 e Figura 31 o teor de lipídios dos bolos fortificados.

TABELA 57 – Estatística descritiva dos lipídios dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Lipídios (%)	SF	10,6750 (0,0778)	10,4400 (0,0141)	9,4450 (0,0354)	10,5600 (0,0141)
	FQ	10,3750 (0,2051)	10,2350 (0,1344)	9,9900 (0)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

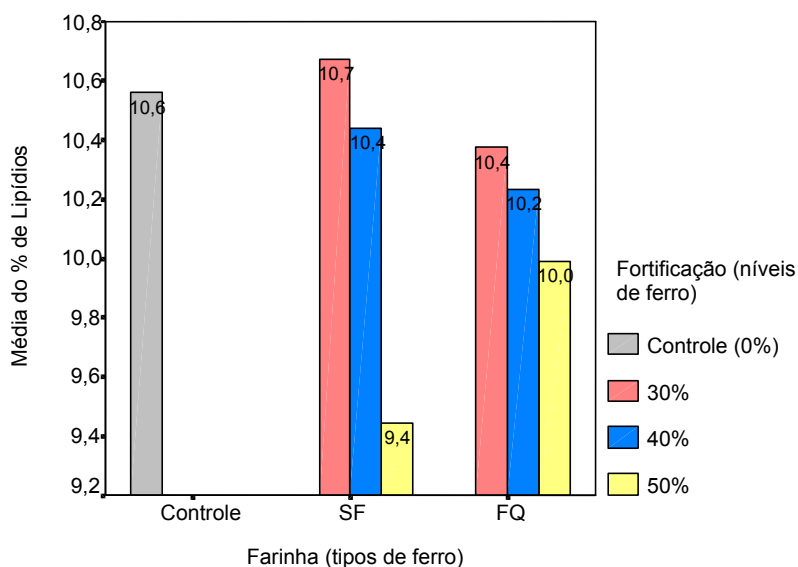


FIGURA 31 – Média do percentual de lipídios dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 57 e Figura 31, o percentual de lipídios não se mostrou diferente significativamente entre as farinhas; apresentou diferença significativa entre as fortificações, na interação da farinha x fortificação e o controle apresentou um percentual de lipídios diferente de pelo menos uma das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.5 Carboidratos

A Tabela 58 e a Figura 32 mostram o teor de carboidratos dos bolos fortificados.

TABELA 58 – Estatística descritiva dos carboidratos dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Carboidratos (%)	SF	60,7400 (0,2828)	61,6950 (0,4031)	60,6350 (2,3264)	63,0250 (0,2758)
	FQ	61,7700 (0,1980)	61,5850 (0,1061)	61,6400 (0,4101)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

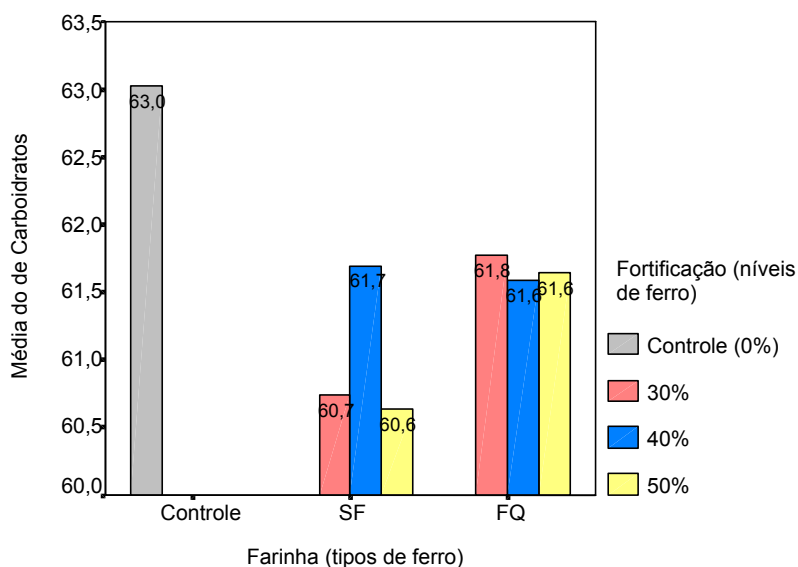


FIGURA 32 – Média do percentual de carboidratos dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 58 e na Figura 32, o percentual de carboidratos não se mostrou diferente significativamente entre as farinhas, nem entre as fortificações e nem na interação da farinha x fortificação. O controle apresentou um percentual de carboidratos diferente de pelo menos uma das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.6 Ferro

Observa-se na Tabela 59 e na Figura 33 o teor de ferro dos bolos fortificados.

TABELA 59 – Estatística descritiva do ferro dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
Ferro	SF	2,4787 (0,3865)	6,4390 (0,1291)	7,3356 (0,3827)	1,6613 (0,3822)
	FQ	6,2530 (0,3739)	8,2949 (0,1858)	10,9547 (0,5263)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

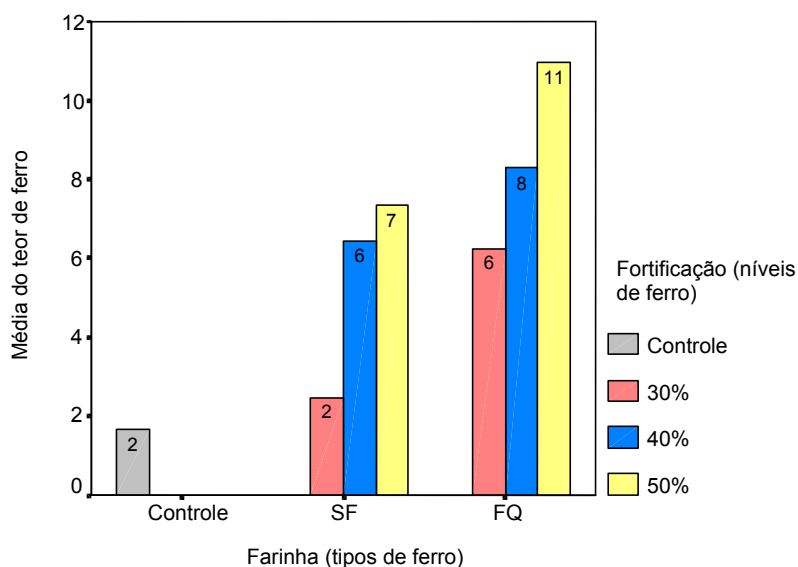


FIGURA 33 – Média do teor de ferro dos bolos fortificados

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 59 e na Figura 33, a análise teor de ferro mostrou-se diferente significativamente entre as farinhas, entre as fortificações e na interação de farinha x fortificação. O controle apresentou um teor de ferro diferente de pelo menos uma das demais combinações de farinha/fortificação.

4.5.7 pH

Na Tabela 60 e na Figura 34 temos o pH dos bolos fortificados.

TABELA 60 – Estatística descritiva do pH dos bolos fortificados

Parâmetro	Farinha	Formulação			Controle
		30%	40%	50%	
pH	SF	7,4900 (0)	7,7200 (0)	7,8200 (0)	7,4100 (0)
	FQ	7,2800 (0)	7,4900 (0)	7,6600 (0)	

Nota₁: (farinha) = tipos de ferro (sulfato ferroso (SF) e ferro aminoácido quelato Ferrochel®) (FQ); (formulação) = níveis de ferro (30%,40% e 50%); (controle) sem adição de ferro e ácido fólico.

Nota₂: Encontra-se no ANEXO 6 as ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados.

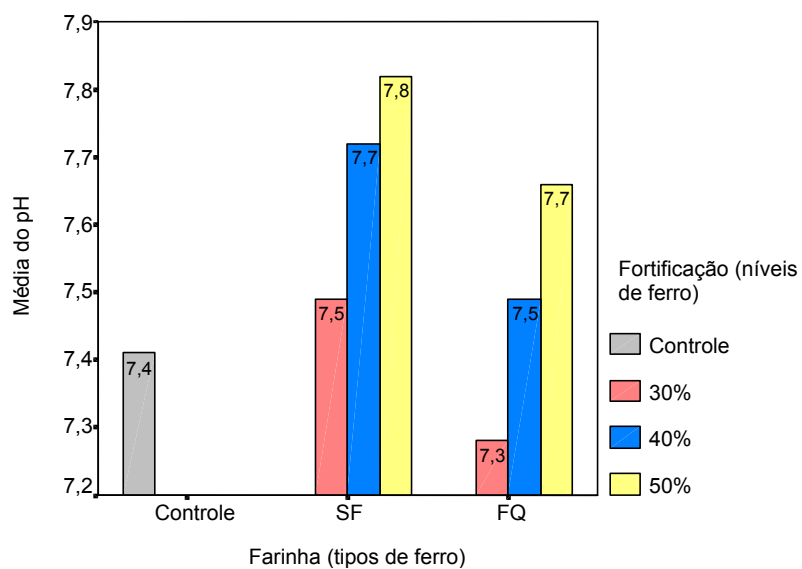


FIGURA 34 – Média do pH dos bolos fortificados

A Tabela 60 e a Figura 34 mostram que o pH não apresentou diferença significativa entre as farinhas, entre as fortificações e nem na interação da farinha x fortificação.

5 CONCLUSÕES

Tendo o consumo de bolo atingido uma frequência entre moderada e alta, confirma ser o bolo um alimento habitual da dieta e, portanto, adequado à fortificação com ferro e ácido fólico.

O processo de fortificação de bolos com sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato nos níveis de 30, 40 e 50% da IDR e ácido fólico manteve aceitável a qualidade sensorial do produto percebida pelos consumidores.

A utilização das fontes de ferro sulfato ferroso e ferro aminoácido quelato Ferrochel®, até o nível de 50% da IDR na produção de bolos pode ser recomendada como uma alternativa tecnológica viável em programa de fortificação de alimentos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n º 31, de 13 de janeiro de 1998**. Disponível em:
<http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/31_98.htm>. Acesso em: 10 set. 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n º 354, de 18 de julho de 1996**. Disponível em:
<<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=69>>. Acesso em: 13 set. 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002**. Disponível em:
<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/344_02rdc.htm#>. Acesso em: 10 set. 2003.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9th ed. St. Paul. 1995. 2.v.

ANDERSON, L. et al. Metabolismo mineral. In: . **Nutrição**. 17.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988a. cap. 6, p. 71-78.

ANDERSON, L. et al. Vitaminas hidrossolúveis. In: . **Nutrição**. 17.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988b. cap. 8, p. 134-136.

ARROYAVE, G. Nutricación de alimentos com énfasis en el agregado de micronutrientesa la harina de trigo. **Archivos Latinoamericanos de Nutrição**. Arlington, v.43, n.3, p. 186-190. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação**. NBR 12.994. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: Sidney Willians, 1985. 1298p.

BAIK, O. D.; MARCOTTE, M.; CASTAIGNE, F. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens. Part I. Characterization of baking conditions. **Food Research International**, Canadá, v. 33, n.7, p. 587-598. 2000a.

BAIK, O. D.; MARCOTTE, M.; CASTAIGNE, F. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens. Part II. Evaluation of quality parameters. **Food Research International**, Canadá, v. 33, n.7, p. 599-607. 2000b.

BARKER, M. E.; THOMPSON, K. A.; MACCLEN, S. I. Attitudinal dimensions of food choice and nutrient intake. *Br. J. Nutr.*, v. 74, n. 5, p. 649-659, 1995.

BIANCHI, M. L. P.; SILVA, H. C.; OLIVEIRA, J. E. D. Considerações sobre a biodisponibilidade do ferro dos alimentos. **Organo oficial de La Sociedad Latinoamericana de Nutrición**. v. 42, n. 2. 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 710, de 10 de Junho de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jun. 1999. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/base/visadoc/port/port\[2142-1-0\].htm](http://www.anvisa.gov.br/base/visadoc/port/port[2142-1-0].htm)>. Acesso em: 10 set. 2003.

BRUNKEN, G. S.; SZARFAC, S. C. Anemia ferropriva em pré-escolares: conseqüências, formas de controle e histórico das políticas nacionais de redução da deficiência. **Cadernos de Nutrição**, v. 17, p. 1-19, 1999.

CAMPBELL, W. P.; LEE, J. W. Structure function in some components of the wheat grain. **Lebensmittel Wissen Schart and Technology**, v.15, n. 1, p. 1-4, 1982.

CAMPINO, A. C. C. Critérios econômicos para a escolha de produtos a fortificar. In: **Enriquecimento e restauração de alimentos com micronutrientes: uma proposta para o Brasil**. São Paulo: International Life Sciences Instituto Brasil, 2000. p. 43-52.

CAMPOS, H. de. **Estatística Aplicada à Experimentação com Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CAMPOS, H. de. **Estatística Experimental Não-Paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ-USP, 1983. 349p.

CARVALHO JÚNIOR, D. **Tecnologia de biscoitos, qualidade de farinhas e função dos ingredientes**. Curitiba: Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia, GRANOTEC DO BRASIL, 1999. 64 p.

CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T. Ácido fólico e folatos em alimentos – uma revisão. **Bol. SBCTA**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 79-82, jan./jun. 2002.

CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T. Otimização da determinação de ácido fólico em leites enriquecidos através da análise de superfície de resposta. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 326-329, set./dez. 2001.

CENTRO REGIONAL DE TREINAMENTO EM MOAGEM E PANIFICAÇÃO – CERTREM. **Avaliação da qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo**. Fortaleza: SENAI/CERTREM, 2003. 100p.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Nutrição. In: . **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996a. cap. 27, p. 317.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Vitaminas. In: . **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996b. cap. 28, p. 331-332.

CRAWFORD, A. M. Misturas com farinhas, pães e bolos. In: . **Alimentos: seleção e preparo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Record, 1985. cap. 13, p. 310-360.

CZAJKA-NARINS, D. M. Minerais. In: MAHAN, L. K., ARLIN, M. T. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8.ed. São Paulo: Roca, 1995. cap. 7, p. 123-127.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

FISBERG, M. et al. Feijão enriquecido com ferro na prevenção de anemia em pré-escolares. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 59, p. 10-18, mar./abr. 2003.

FLORES, H. et al.. Enriquecimento de alimentos: presente e futuro. **SBCTA**, v. 30, n. 1, p. 49-55, jan./jun. 1996.

FRANCO, G. Ácido fólico. In: . **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1995a. p. 45-48.

FRANCO, G. Ferro. In: . **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1995b. p. 244-246.

FRANCO, G. Composição química dos alimentos e valor energético. In: . **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1995c. p. 127.

GRISWOLD, R. M. Bolos e pastelaria. In: . **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1972. cap. 12, p. 330-370.

GUYTON, A. C. Células sangüíneas, hemoglobina e resistência à infecção. In: . **Fisiologia humana**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. cap. 24, p. 319-320.

HARFENIST, E. J.; MURRAY, R. K. Proteínas plasmáticas, imunoglobulinas & fatores de coagulação. In: MURRAY, R. K. et al. **Harper: bioquímica**. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 1994. cap. 58, p. 651-652.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL CHEMISTRY – ICC. **Standard nº 107: determination of the “Falling Number” according to Hagberg-Perten as a measure of the degree of alpha-amylase activity in grain and flour**. Vienna, Aprovado: 1960.

LAWLESS, H. T. Getting results you can trust from sensory evaluation. **Cereal Foods World**, v. 39, n. 11, p. 809-814. 1994.

LIN, S. D.; HWANG, C. F.; YEH, C. H. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. **Journal of Food Science**. v. 68, n. 6, p. 2107-2110. 2003.

LOFTI, M. et al. **Micronutrient fortification of foods: current practices, research and opportunities**. Ottawa, Canadá Research Center and International Agriculture Center, 1996. 107p.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall test. **Journal of Sensory Studies**. Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, Connecticut, n. 4. p.129-148. 1989.

MAHAN, L. K.; ARLIN, M. T. Cuidado nutricional na anemia. In: . **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8.ed. São Paulo: Roca, 1995a. cap. 32, p. 591-595.

MAHAN, L. K., ARLIN, M. T. Vitaminas. In: . **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8.ed. São Paulo: Roca, 1995b. cap. 6, p. 95-97.

MATOS, C. H. et al. Anemia ferropriva em adolescentes de escolas municipais de Balneário Camboriú-SC. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 60, p. 48-51, maio/jun. 2003.

MAYES, P. A. Estrutura e função das vitaminas hidrossolúveis. In: MURRAY, R. K. et al. **Harper: bioquímica**. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 1994. cap. 53, p. 593-595.

MEDEIROS, M. M. L. **Estudo comparativo das características tecnológicas, panificáveis e sensoriais de farinhas de trigo fortificadas com ferroaminoácido quelato e sulfato ferroso**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2001.

MEILGAARD, M. et al. **Sensory evaluation techniques**. 2nd ed. Boca Raton, Florida: CRC, 1998.

MEISELMAN, H. L. Consumer studies of food habits. In: PIGGOTT, J. R. **Sensory analysis of foods**. New York: Elsevier Applied Science, 1984. p. 243-303.

MEISELMAN, H. L. Critical evaluation of sensory techniques. **Food Qual. Prefer.**, v. 4, n. 1/2, p. 33-40. 1993.

Microsoft Word 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Anemia ferropriva**. Disponível em: <http://www.portalweb01.saude.gov.br/alimentacao/deficiencia_ferro.cfm>. Acesso em: 13 set. 2004a.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Ferro e ácido fólico enriquecem farinha**. Disponível em: <http://www.portalweb01.saude.gov.br/alimentacao/def_ferro.cfm>. Acesso em: 13 set. 2004b.

MONTGOMERY, D. C. **Designs and Analysis of Experiments**. 3rd ed., John Wiley, New York. 1991. 649p.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 8.ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1993. 93p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Dietary reference intakes: for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B₆, folate, vitamin B₁₂, pantothenic acid, biotin and choline**. Washington DC, National Academic Press, 1998, 564p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Dietary reference intakes: for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc.** Washington DC, National Academic Press, 2001.

ORNELLAS, L. H. Cereais. In: **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos.** 6.ed. São Paulo: Atheneu, 1995. p. 219-238.

PARRAGA, I. M. Determinants of food consumption. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 90, n. 5, p. 661-663, 1990.

PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v.11, n.9, p. 9-14, 1954.

PIGGOTT, J. R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Qual. Prefer.**, v. 6, n. 4, p. 217-220. 1990.

PIMENTEL, G. F. **Curso de Estatística Experimental.** 6.ed. São Paulo: Nobel, 1976. 430p.

POMERANZ, Y. **Modern cereal science and technology.** New York: VHC Publishing, 1988. 485 p.

PYLER, E. J. **Baking science & technology.** 2nd ed. Chicago: Siebel Publishing Company, 1982. v. 1.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2004. ISBN 3-900051-00-3, URL <http://www.R-project.org>.

ROCHA, F. L. et al. Avaliação da influência dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23, n.2, p. 129-134, maio/ago. 2003.

SARANTÓPOULOS, L. M.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas: CETEA ITAL, 2001. 215 p.

SCHILLER, G. W. Bakery flour specifications. **Cereal Foods World**, v. 29. n. 10, p.647-651, oct. 1984.

SIZER, F.; WHITNEY, E. Água e minerais. In: . **Nutrição: conceitos e controvérsias**. São Paulo: Manole, 2002a. cap. 8, p. 284-288.

SIZER, F.; WHITNEY, E. Vitaminas. In: . **Nutrição: conceitos e controvérsias**. São Paulo: Manole, 2002b. cap. 7, p. 227-229.

SHEPHERD, R. Attitutes and beliefs as determinants of food choice. In: MCBRIDE, R. L.; MACFIE, H. J. H. **Psychological basis of sensory evaluation**. New York: Elsevier Applied Science, 1990. p. 141-161.

SLOAN, E. A.; STIEDEMANN, M. K. Food fortification: from public-health solution to contemporary demand. **Food Technology**, p. 100-108, jan. 1996.

SMITH, G. L. statistical analysis of sensory data. In: PIGGOTT, J. R. **Sensory analysis of foods**. New York: Elsevier Appied Science, 1984. p. 305-349.

STONE, H.; SIDEL, J. B. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. Redwood City, CA: Tragon Corporation, 1993.

SULTAN, W. J. **Practical Baking**. Westport, Conecticut: Avi Publishing Company, 1981. 599p.

TORRES, M. A. A. et al. Fortificação do leite fluido na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças menores de 4 anos. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 350-357, 1996.

VELLOZO, E. P.; FAGIOLI, D.; SILVA, R. da. Pão enriquecido com ferro - prevenção da anemia de crianças matriculadas em creches da prefeitura do município de São Paulo. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 63, p. 32-42, nov./dez. 2003.

WADE, P. **Biscuits, cookies e crackers**. The principles of the craft. New York: Elsevier Applied Science, v. 1, 1988. 176 p.

WILLIAMS, P. et al. **Crop quality evaluation methods and guidelines**. 2.ed. Aleppo, Syria: ICARDA, 1988. 145 p.

ANEXOS

ANEXO 1

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLO

Data: ___/___/___

Nome: _____

OBSERVE CADA AMOSTRA e dê sua nota marcando com um **X** nos quadrados abaixo o quanto você **gostou** ou **desgostou** de cada amostra.

Em relação à **APARÊNCIA GLOBAL.**

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação à **COR DA CROSTA.**

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação à **COR DO MIOLO.**

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação à **APARÊNCIA DO MIOLO.**

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Agora, por favor, **dirija-se à cabine** para concluir os testes.

PROVE O BOLO e dê sua nota marcando com um **X** nos quadrados abaixo o quanto você **gostou** ou **desgostou**.

Em relação ao **AROMA.**

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação ao **SABOR**.

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação à **TEXTURA**.

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Em relação à **ACEITAÇÃO GERAL** (aparência, aroma, sabor e textura).

	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 2

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Bloco	Provador	Seqüência de Apresentação						
		1	2	3	4	5	6	7
1	1	6	5	4	1	3	7	2
	2	4	6	3	5	2	1	7
	3	3	4	2	6	7	5	1
	4	7	2	1	3	5	4	6
	5	1	7	5	2	6	3	4
	6	5	1	6	7	4	2	3
	7	2	3	7	4	1	6	5
	8	5	6	1	4	7	3	2
	9	3	2	4	7	6	1	5
	10	7	1	2	5	3	6	4
	11	4	3	6	2	5	7	1
	12	2	7	3	1	4	5	6
	13	1	5	7	6	2	4	3
	14	6	4	5	3	1	2	7
2	15	6	5	7	3	1	4	2
	16	7	6	1	5	2	3	4
	17	3	4	5	2	6	1	7
	18	1	7	2	6	4	5	3
	19	5	3	6	4	7	2	1
	20	2	1	4	7	3	6	5
	21	4	2	3	1	5	7	6
	22	2	4	1	3	7	5	6
	23	7	1	6	2	5	4	3
	24	4	3	2	5	1	6	7
	25	1	2	7	4	6	3	5
	26	5	6	3	7	4	1	2
	27	6	7	5	1	3	2	4
	28	3	5	4	6	2	7	1
3	29	1	5	6	7	3	2	4
	30	7	2	5	4	1	3	6
	31	3	6	4	1	2	5	7
	32	2	4	7	3	5	6	1
	33	6	1	3	5	4	7	2
	34	5	7	1	2	6	4	3
	35	4	3	2	6	7	1	5
	36	5	1	7	6	2	3	4
	37	7	5	2	1	4	6	3
	38	6	3	1	4	5	2	7
	39	3	4	6	2	1	7	5
	40	1	6	5	3	7	4	2
	41	2	7	4	5	3	1	6
	42	4	2	3	7	6	5	1

Bloco	Provedor	Seqüência de Apresentação						
		1	2	3	4	5	6	7
4	43	2	5	1	6	7	3	4
	44	4	7	3	1	6	2	5
	45	5	6	2	3	1	4	7
	46	1	2	7	5	4	6	3
	47	6	3	5	4	2	7	1
	48	3	4	6	7	5	1	2
	49	7	1	4	2	3	5	6
	50	2	1	5	7	6	4	3
	51	3	6	4	5	7	2	1
	52	1	7	2	4	5	3	6
	53	6	5	3	2	4	1	7
	54	5	2	6	1	3	7	4
	55	4	3	7	6	1	5	2
	56	7	4	1	3	2	6	5
5	57	3	7	4	2	5	1	6
	58	4	3	5	7	6	2	1
	59	5	4	6	3	1	7	2
	60	1	6	2	5	7	4	3
	61	2	1	7	6	3	5	4
	62	7	2	3	1	4	6	5
	63	6	5	1	4	2	3	7
	64	7	3	2	4	1	5	6
	65	5	6	4	1	3	2	7
	66	1	2	6	7	5	3	4
	67	4	5	3	6	7	1	2
	68	6	1	5	2	4	7	3
	69	3	4	7	5	2	6	1
	70	2	7	1	3	6	4	5

Legenda da Seqüência de Apresentação:

- 1 – Bolo controle
- 2 – Bolo SF 30%
- 3 – Bolo SF 40%
- 4 – Bolo SF 50%
- 5 – Bolo FQ 30%
- 6 – Bolo FQ 40%
- 7 – Bolo FQ 50%

ANEXO 3**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BOLO FORTIFICADO**

Data: ___/___/___

Nome: _____

Sexo: () M () F Escolaridade: _____

Idade: () menos de 18 anos () de 18 a 35 anos

() de 35 a 50 anos () mais de 50 anos

Por gentileza, responda às seguintes perguntas:

1. Com que frequência você costuma comer bolo?

- () Diariamente () 2 a 3 vezes / semana () 1 vez / semana
 () Quinzenalmente () Mensalmente () Semestralmente
 () Nunca

2. Que tipo de bolo você costuma comer?

- () Fofó () Mole

Por favor, avalie a **APARÊNCIA GLOBAL** das amostras marcando na escala abaixo:

	_____	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Por favor, avalie a **COR DA CROSTA** das amostras marcando na escala abaixo:

	_____	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Agora, avalie a intensidade da **COR DA CROSTA** das amostras marcando na escala abaixo:

Extremamente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito – escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Por favor, avalie a **COR DO MIOLO** das amostras marcando na escala abaixo:

Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Agora, avalie a intensidade da **COR DO MIOLO** das amostras marcando na escala abaixo:

Extremamente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente + escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito – escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente - escura que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Por favor, avalie a **TEXTURA** das amostras marcando na escala abaixo:

	_____	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Por favor, avalie o **SABOR** das amostras marcando na escala abaixo:

	_____	_____	_____	_____
Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Agora, avalie a intensidade de **DOÇURA** das amostras marcando na escala abaixo:

	_____	_____	_____	_____
Extremamente + doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito + doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente + doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente + doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente - doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moderadamente - doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito - doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente - doce que o ideal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Por favor, avalie **DE UM MODO GERAL** cada amostra marcando na escala abaixo:

Gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nem gostei / Nem desgostei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Baseado na aceitação global, se este produto estivesse à venda, você:

Certamente compraria o produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Provavelmente compraria o produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teria dúvida se compraria ou não este produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Provavelmente não compraria o produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certamente não compraria este produto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO 4

ANOVAS dos parâmetros das formulações testadas

Parâmetro	Fontes de Variação	S.Q.	gl	Q.M.	F	P-valor
Aparência Geral	Formulação	48,111	2	24,056	10,686	0,000 (**)
	Resíduo	276,881	123	2,251	-	-
	Total	324,992	125	-	-	CV=21,41%
Cor da Crosta	Formulação	14,714	2	7,357	3,596	0,030 (*)
	Resíduo	251,643	123	2,046	-	-
	Total	266,357	125	-	-	CV=20,23%
Cor do Miolo	Formulação	52,333	2	26,167	17,222	0,000 (**)
	Resíduo	186,881	123	1,519	-	-
	Total	239,214	125	-	-	CV=17,08%
Aparência do Miolo	Formulação	70,302	2	35,151	15,626	0,000 (**)
	Resíduo	276,690	123	2,250	-	-
	Total	346,992	125	-	-	CV=21,40%
Aroma	Formulação	26,476	2	13,238	5,976	0,003 (**)
	Resíduo	272,452	123	2,215	-	-
	Total	298,929	125	-	-	CV=22,40%
Sabor	Formulação	116,714	2	58,357	22,144	0,000 (**)
	Resíduo	324,143	123	2,635	-	-
	Total	440,857	125	-	-	CV=24,70%
Textura	Formulação	121,540	2	60,770	17,716	0,000 (**)
	Resíduo	421,929	123	3,430	-	-
	Total	543,468	125	-	-	CV=29,06%
Aceitação Geral	Formulação	108,905	2	54,452	22,302	0,000 (**)
	Resíduo	300,310	123	2,442	-	-
	Total	409,214	125	-	-	CV=24,22%

Nota: (**) significativo a 1%.

ANEXO 5

Valores do d.m.s. para o teste de Tukey na comparação das formulações⁽¹⁾, para cada farinha, e na comparação das farinhas⁽²⁾, para cada fortificação.

Parâmetros	Farinha ⁽¹⁾	Fortificação ⁽²⁾
	$\Delta_{\alpha\%} = q_{(3;483)} \cdot \sqrt{\frac{QMRes}{70}}$	$\Delta_{\alpha\%} = q_{(2;483)} \cdot \sqrt{\frac{QMRes}{70}}$
Textura	$\square_{5\%} = 0,714$	$\square_{5\%} = 0,597$
Intensidade da cor do miolo	$\square_{5\%} = 0,443$	$\square_{5\%} = 0,371$
Parâmetros	Farinha ⁽¹⁾	Fortificação ⁽²⁾
	$\Delta_{\alpha\%} = q_{(3;133)} \cdot \sqrt{\frac{QMRes}{20}}$	$\Delta_{\alpha\%} = q_{(2;133)} \cdot \sqrt{\frac{QMRes}{20}}$
Medida de textura	$\square_{5\%} = 0,3711$	$\square_{5\%} = 0,3059$
Luminosidade (L*) da cor da crosta	$\square_{5\%} = 1,6919$	$\square_{5\%} = 1,4099$
Cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor da crosta	$\square_{5\%} = 1,1726$	$\square_{5\%} = 0,9772$
Cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor da crosta	$\square_{5\%} = 0,8848$	$\square_{5\%} = 0,7374$
Luminosidade (L*) da cor do miolo	$\square_{5\%} = 1,1491$	$\square_{5\%} = 0,2832$
Cromaticidade eixo verde/vermelho (a*) da cor do miolo	$\square_{5\%} = 0,2234$	$\square_{5\%} = 0,1974$
Cromaticidade eixo azul/amarelo (b*) da cor do miolo	$\square_{5\%} = 0,4248$	$\square_{5\%} = 0,3715$
Análise do \square_E da cor do miolo	$\square_{1\%} = 1,1799$	$\square_{1\%} = 1,0424$

Nota: (farinha) tipos de ferro; (fortificação) níveis de ferro.

ANEXO 6

ANOVAS dos parâmetros dos bolos fortificados

Parâmetros	Fontes de Variação	Somas de Quadrados	F	p
Ferro	Farinha	28,516	219,354	28,516(ns)
	Fortificação	46,681	179,538	23,340(ns)
	Farinha x Fortificação	2,271	8,738	1,136(ns)
	Controle x Fatorial	48,120	370,154	48,120(ns)
	Resíduo	0,910	-	0,130(ns)
	Total	126,497	CV%=5,81%	-
Umidade (%)	Farinha	0,0003	0,027	0,874(ns)
	Fortificação	0,5810	26,651	<0,001(**)
	Farinha x Fortificação	0,0817	3,748	0,0782(ns)
	Controle x Fatorial	6,0159	551,926	<0,001(**)
	Resíduo	0,07677	-	-
	Total	6,756	CV%=0,5%	-
Cinzas (%)	Farinha	0,0225	2,184	0,1830(ns)
	Fortificação	0,0268	1,291	0,3332(ns)
	Farinha x Fortificação	0,0919	4,456	0,0565(ns)
	Controle x Fatorial	0,3498	33,961	0,0006(**)
	Resíduo	0,0724	-	-
	Total	0,5640	CV%=8,9%	-
Proteínas (%)	Farinha	1,591	1,191	0,311(ns)
	Fortificação	0,892	0,537	0,607(ns)
	Farinha x Fortificação	0,767	0,461	0,648(ns)
	Controle x Fatorial	0,133	0,160	0,701(ns)
	Resíduo	5,817	-	-
	Total	9,200	CV%=15,0%	-
Lipídios (%)	Farinha	0,0005	0,0515	0,8270(ns)
	Fortificação	1,4290	73,6082	0,001(**)
	Farinha x Fortificação	0,4290	22,0619	0,001(**)
	Controle x Fatorial	0,2295	23,6597	0,002(**)
	Resíduo	0,0678	-	-
	Total	2,156	CV%=0,96%	-
Carboidratos (%)	Farinha	1,235	1,453	0,267(ns)
	Fortificação	0,553	0,3247	0,733(ns)
	Farinha x Fortificação	0,848	0,4988	0,627(ns)
	Controle x Fatorial	4,843	5,6980	0,0484(*)
	Resíduo	5,949	-	-
	Total	13,428	CV%=1,5%	-

Nota: (farinha) tipos de ferro; (fortificação) níveis de ferro; (controle) sem adição de ferro; (ns) não significativo; (*) significativo a 5%; (**) significativo a 1%.