

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

RAFAEL JAREMTCHUK

MASSA FRESCA TIPO PASTEL COM ADIÇÃO DE ÁCIDO FUMÁRICO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PONTA GROSSA
2014**

RAFAEL JAREMTCHUK

MASSA FRESCA TIPO PASTEL COM ADIÇÃO DE ÁCIDO FUMÁRICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, do Departamento Acadêmico de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Luiz Alberto Chaves Ayala
Co-orientador: Maria Helene Giovanetti Canteri

PONTA GROSSA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Graduação e Educação Profissional



TERMO DE APROVAÇÃO

MASSA FRESCA TIPO PASTEL COM ADIÇÃO DE ÁCIDO FUMÁRICO

por

RAFAEL JAREMTCHUK

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em três de outubro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^o. Msc. Luis Alberto Chavez Ayala
Prof. Orientador.

Prof^a Dra. Maria Helene Giovanetti Canteri
Membro titular.

Prof. Dra. Sabrina Àvila Rodrigues
Membro titular.

Dedico este trabalho a meus familiares e amigos, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Ms.Luiz Alberto Chaves Ayala, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

A todos os professores, em especial à Prof^a .D.ra Maria Helene Giovanetti Canteri, pelos conhecimentos passados durante minha formação acadêmica.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

A toda equipe do laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em trigo da empresa Bunge Alimentos, pela colaboração com o presente trabalho.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

O desejo mais profundo, sincero e honesto é a matéria-prima mais valiosa que você pode ter ou desenvolver para alcançar seus sonhos (WIZARD, Carlos, 100 secrets of success, volume 1)

RESUMO

JAREMTCHUK, Rafael. **Massa fresca tipo pastel com adição de ácido fumárico**: 2014. 38 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

Este trabalho teve como objetivo verificar a aplicabilidade do ácido fumárico em massas frescas tipo pastel, com a finalidade de reduzir o escurecimento do produto ao longo de seu shelf life. Os resultados foram obtidos a partir da coleta de três amostras de farinhas destinadas à indústria de massas, coletadas no diagrama de moagem de trigo da empresa Bunge Alimentos S.A.. As amostras coletadas foram analisadas puras e posteriormente com a adição de dois mil ppm de ácido fumárico. Após as análises, realizou-se a elaboração experimental de massas frescas tipo pastel, com uma formulação padrão e, nas mesmas condições, com adição de ácido fumárico. As massas foram monitoradas diariamente por um período de quatro semanas. Aplicou-se o teste de Tukey para verificar o grau de significância do tratamento utilizado. Para a aplicação desse teste foi utilizado o software de análises estatísticas Sasm Agri. Obtiveram-se resultados satisfatórios na redução do escurecimento, no entanto, houve alteração nos valores reológicos da análise de farinografia.

Palavras-chave: Escurecimento 1. Ácido Fumárico 2. Massas Frescas 3.

ABSTRACT

JAREMTCHUK, Rafael. **Fresh pasta pastel type with the addition of fumaric acid**: 2014. 38 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Alimentos - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa , 2014.

This study aimed to verify the applicability of fumaric acid in fresh pastel type masses, in order to reduce the darkening of the product throughout its shelf life. The results were obtained from three samples of flour intended for mass industry, collected in the wheat milling diagram of Bunge Alimentos SA. The samples were analyzed pure and later with the addition of two thousand ppm of fumaric acid . After the analysis, there was the experimental preparation of fresh pasta pastel type with a standard formulation and under the same conditions and with the addition of fumaric acid. The masses were monitored daily for four weeks. Was applied the Tukey test to check the level of significance of the treatment used. To apply this test we used the statistical analysis software MSSA Agri. There was obtained satisfactory results in the reduction of browning, however, there was a change in rheology values of the farinograph analysis.

Keywords: Darkening 1. Fumaric Acid 2. Fresh Pasta 3.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Processamento do Grão de Trigo	15
Figura 2 Espaço Cielab	18
Figura 3 Espaço Cielab L* C* h*	19
Figura 4 Hue angle	23
Figura 5 Fotos das massas com e sem tratamento no 1 ^o , 7 ^o , 14 ^o , 21 ^o e 28 ^o dia.....	25
Figura 6 Resultados comparativos das análises físico químicas e reológicas da farinha de trigo com e sem a adição do ácido fumárico	27
Figura 7 Resultados comparativos de L* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria.....	29
Figura 8 Resultados comparativos de a* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria.....	31
Figura 9 Resultados comparativos de b* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria.....	32
Figura 10 Resultados comparativos de C* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria.....	33
Figura 11 Resultados comparativos de h* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de Tukey, parâmetro L^* , escala $L^*a^*b^*$	26
Tabela 2 – Teste de Tukey, parâmetro a^* , escala $L^*a^*b^*$	28
Tabela 3 – Teste de Tukey, parâmetro b^* , escala $L^*a^*b^*$	30
Tabela 4 – Teste de Tukey, parâmetro C^* , escala $L^*C^*h^*$	32
Tabela 5 – Teste de Tukey, parâmetro h^* , escala $L^*C^*h^*$	33

SUMÁRIO

RESUMO	19
ABSTRACT	20
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	21
1 INTRODUÇÃO	13
PROCESSAMENTO DO GRÃO DE TRIGO	13
2 MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.1 MATERIAIS	21
2.2 MÉTODOS	21
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÃO	36
5.REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Massa fresca pode ser caracterizada pela mistura de uma massa coesa elaborada a partir de farinha de cereais, raízes ou tubérculos. As mesmas devem apresentar umidade inferior a 35,0 %. O prazo médio de validade de massas encontradas no mercado é de sessenta dias. As principais alterações indesejáveis durante o seu período de armazenamento são: Escurecimento e perda da tonalidade amarelada da massa causado por atividade enzimática e microbiológica.

O uso de aditivos como acidulantes e conservantes, pode retardar as alterações indesejadas na coloração da massa fresca tipo pastel durante o período de armazenagem. O ácido fumárico é um acidulante de baixo custo, utilizado em diversos alimentos, tais como: Gelados comestíveis, flans, balas, farinhas e pré-misturas. Este ácido pode ser utilizado como acidulante em massa fresca tipo pastel, com o intuito de alterar o pH do produto e retardar o escurecimento, por isso foi testado nesse trabalho, visando melhorar a coloração da massa durante seu armazenamento.

PROCESSAMENTO DO GRÃO DE TRIGO

O trigo é um cereal amiláceo, presente em nossa dieta desde os primórdios da civilização. Os seus grãos eram triturados com pedaços de rochas misturados com outros alimentos e consumidos como uma espécie de papa (O Trigo na história, ABITRIGO, 2013, p. 1).

A descoberta do pão foi atribuída aos egípcios há cerca de 4000 a. C., a partir da descoberta do processo de fermentação (O Trigo na história, ABITRIGO, 2013, p. 1).

No Brasil, o trigo chegou a meados do ano de 1534 e o clima quente dificultou o seu cultivo. O cultivo em larga escala começou na década de 40, nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, principais produtores nacionais.

No país, o consumo de farinha de trigo se destina aos seguintes usos:

- Doméstico: 13,83%;
- Massas: 14,44 %;
- Biscoitos: 9,98 %;
- Panificação: 54,23 %;

– Outros segmentos: 7,51%.

(Derivados, ABITRIGO, 2013, p.1)

O grão de trigo é um cereal constituído basicamente de três estruturas: pericarpo, endosperma e gérmen. O pericarpo ou casca (farelo) corresponde de 14 a 18% e é basicamente constituído de fibras e minerais, sendo utilizado principalmente para nutrição animal. O gérmen detém de 2% a 3% da massa do grão e corresponde à estrutura embrionária da planta. É também rico em lipídeos, açúcares e minerais. O endosperma equivale de 82% a 84% da massa do grão. É a farinha de trigo propriamente dita. Constitui-se basicamente de proteínas e amido (ORTOLAN, 2006, p. 18)

As proteínas dividem-se em solúveis e insolúveis em água. Das solúveis são as albuminas e globulinas, as quais correspondem a enzimas, enzimas inibidoras, lipoproteínas e lecitinas. Insolúveis em água correspondem às gliadinas e gluteninas, que através de água e trabalho mecânico interagem formando o glúten. O glúten é o componente atuante nas características viscoelásticas da massa. (EMBRAPA, 1994, p. 9).

Existem várias etapas para a obtenção da farinha (Figura 1), tais como:

- Limpeza: Retirada de impurezas e materiais estranhos, como pedras, terra, pedaços de planta, sementes de outras espécies, entre outras.
- Umidificação: Adição de água à massa do grão com o intuito de deixar sua casca (farelo) maleável para facilitar a extração da farinha.
- Descanso: Tempo que a massa umidificada permanece estocada, até que a água adicionada penetre ao máximo no grão.
- Moagem: processo de obtenção da farinha, através de moinho de rolos. Também se utilizam conjuntos de peneiras denominados plansifters.

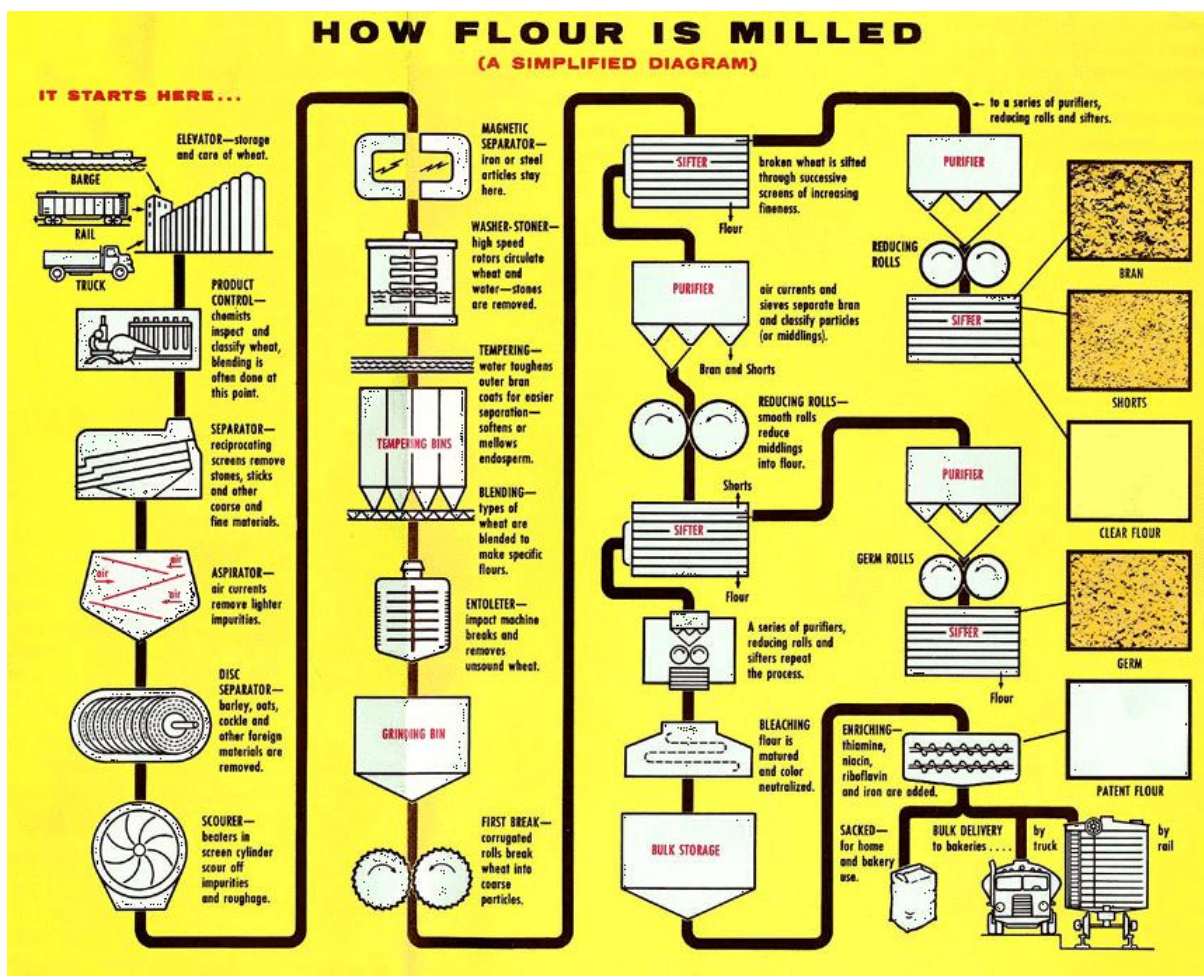


Figura 1 – Processamento do grão de trigo
Fonte: namamillers.org

Para a produção de massas alimentícias, normalmente são utilizadas as melhores farinhas, oriundas de trigos panificáveis, com alto valor e força de glúten e baixa atividade enzimática. Da mesma maneira, essas farinhas devem possuir ausência de fragmentos de pericarpo e da camada de aleurona, pois estes causam o cisalhamento das redes de glúten, o que conseqüentemente diminui a resistência da massa. O aleurona é rico em aminoácidos não sulfurados e carboidratos de baixo peso molecular, o que aumenta a extensibilidade da massa, promove a reação de Maillard e perda de sólidos no cozimento (GRANOTEC; 2002, p. 15).

Segundo a RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000, massa alimentícia é definida como produto não fermentado, apresentado sob várias formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico de farinha de trigo comum e ou sêmola/semolina de trigo durum e ou farinha integral de trigo durum e ou derivados de cereais, leguminosas, raízes ou tubérculos, adicionados ou não de outros ingredientes e acompanhado ou não de temperos ou complementos, isoladamente ou adicionados diretamente à massa. (BRASIL; ANVISA, 2000, p. 2).

A massa pode ser classificada quanto ao teor de umidade, em seca ou fresca. Massas alimentícias secas são submetidas a processo de secagem até que o produto final apresente umidade máxima de 13,0 %. Por outro lado, as frescas não são submetidas ao processo de secagem, devendo, dessa forma, o produto final apresentar um percentual de umidade inferior a 35,0%. De acordo com Carolina Garib, a massa fresca deve ser clara e possuir uma coloração amarela uniforme, livre de fragmentos de pericarpo e gérmen (GARIB, 2002, p. 47).

Define-se o processo de produção de massas frescas como a extrusão, corte ou laminação de uma massa coesa e consistente obtida pelo amassamento de uma mistura equilibrada de farinha de trigo e água (GRANOTEC, 2002, p. 31).

A modelagem das massas frescas é realizada através do processo de laminação. A massa é laminada diversas vezes até obter a espessura adequada. O corte e a espessura da massa dependem da especificação do produto final, os mais comuns são: Talharim, lasanha, raviole e capeleti (GARIB, 2002, p. 56).

As massas alimentícias possuem alta atividade de água, e assim tornam-se suscetíveis a várias alterações causadas por enzimas.

As enzimas responsáveis pelas alterações indesejadas de massas frescas são as amilolíticas, como as amilases, e as oxidativas, como a polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) e lipoxigenase (LOX). Estes problemas ocorrem geralmente com trigos de extração mais elevada e que contêm maior contaminação de fragmentos de pericarpo e gérmen na farinha, causando pigmentações escuras indesejadas. (ORTOLAN; 2002, p.59).

O ácido fumárico é obtido através do processo de isomerização do ácido maléico ou através do processo de fermentação biológica. Este ácido apresenta baixa solubilidade em água e não é higroscópico. É utilizado como acidulante em farinhas de trigo e pré-misturas, balas, pudins e flans". (FOOD INGREDIENTS BRASIL Nº 19 – 2011 p. 25).

Segundo a RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010, tratando do assunto de aditivos alimentares, o limite máximo permitido para a utilização do ácido fumárico é de 2000 ppm (BRASIL; ANVISA, 2010, p. 13).

A aplicação da farinha de trigo relaciona-se diretamente com suas características físico químicas e reológicas, determinadas pelas seguintes análises: umidade, cinzas, *falling number*, percentual de glúten e alveografia.

Umidade é a quantidade de água livre na farinha, que conforme a legislação brasileira, não deve ultrapassar 15,0% em farinhas integrais, comuns e especiais (BRASIL; MAPA, Instrução normativa nº 8, 2005, p. 3).

O *Falling number* mede a atividade da enzima α -amilase no grão e na farinha e a expressa em segundos. O método consiste na capacidade das enzimas amilolíticas, presentes no trigo, em liquefazer uma suspensão de amido gelatinizado através da tomada de tempo, em que uma haste passa pelo gel expressando o valor em segundos, registrado diretamente pelo aparelho (AACC, nº 56-81B, 2000).

O percentual de glúten é medido pela lavagem da farinha em solução salina, lixiviando o amido paralelamente com a agitação e formação de glúten. O método separa o glúten dos demais componentes da farinha (AACC, nº 38-12, 2000).

A análise de cinzas ou resíduo mineral fixo da farinha determina-se submetendo a amostra a 900 °C durante um período de 3 horas (AACC, nº 08-12, 2000).

O teste de alveografia consiste na determinação da resistência, extensibilidade e elasticidade da massa, através da produção de uma massa que posteriormente é inflada até sua ruptura, com sensores que registram os valores durante este processo (AACC, nº 54-30, 1995).

A farinografia é a análise que determina a absorção de água, o tempo de desenvolvimento da massa, o índice de tolerância, a estabilidade ao trabalho mecânico e o tempo de quebra da massa. (AACC, nº 54-21, 1983).

Pode se determinar a cor da farinha e das massas em colorímetro Minolta, em escalas $L^* a^* b^*$ e $L^* C^* h^*$. Em escala $L^* a^* b^*$, o L^* corresponde a luminosidade, sendo valores de 0 a 100, quanto mais próximos de 100, mais próximo do branco, e quanto mais próximo do 0, mais próximo do preto o material analisado se encontra. Para os valores de a^* positivos, quanto maior o valor, a amostra tem uma tendência para a cor vermelha. Para valores negativos, quanto maior o valor há uma tendência para a coloração verde. Os valores de b^* positivos apresentam uma tendência para a tonalidade amarela e, em relação aos valores negativos, existe a tendência para a tonalidade azul. O espaço CIELAB que ilustra estes parâmetros está expresso abaixo na figura 2.

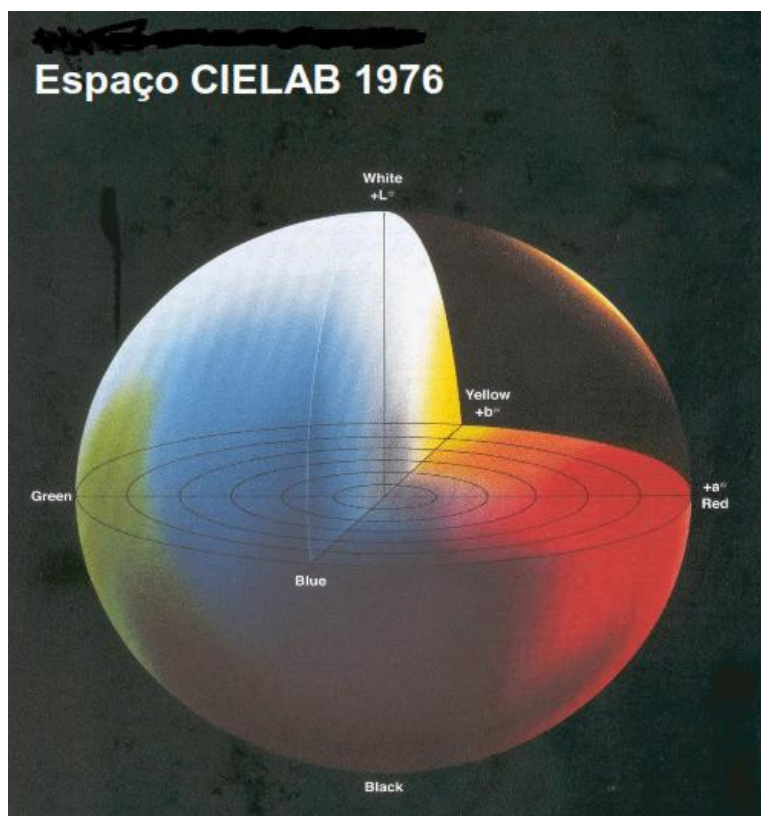


Figura 2 – Espaço CIELAB
Fonte: CRQ-SP Colorimetria

Na escala $L^* C^* h^*$, o L^* representa a luminosidade da mesma maneira que na escala $L^* a^* b^*$. O C^* refere-se à cromaticidade da amostra. Este valor representa a escala de saturação da cor, ou seja, quanto maior o valor de C^* , mais intensa é a cor, conforme a figura 3. (PUC Rio de Janeiro, 2009).

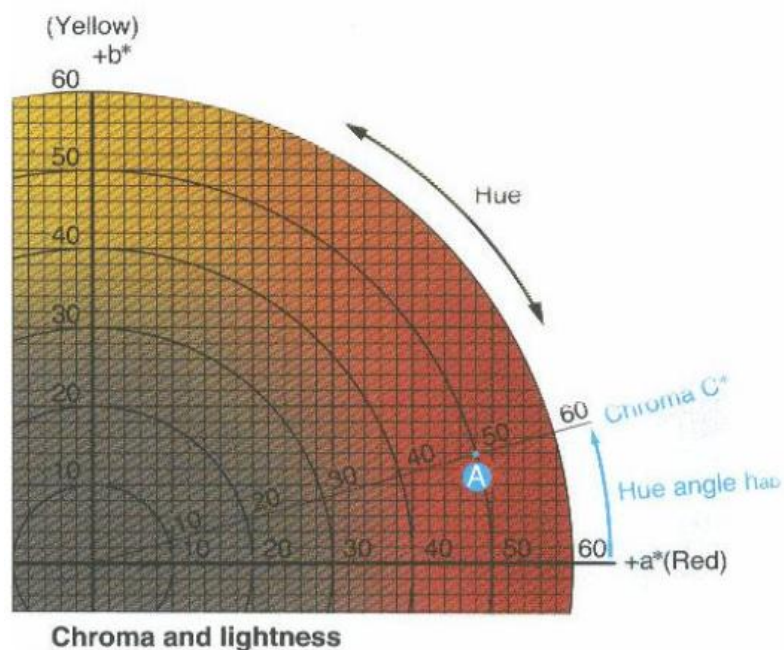


Figura 3 – Espaço CIELAB L*C*h
 Fonte: CRQ-SP Colorimetria

O valor de h^* corresponde à tonalidade da cor, expresso como um valor angular das cores vermelho, amarelo, verde e azul, conforme a figura abaixo. (PUC Rio de Janeiro, 2009).

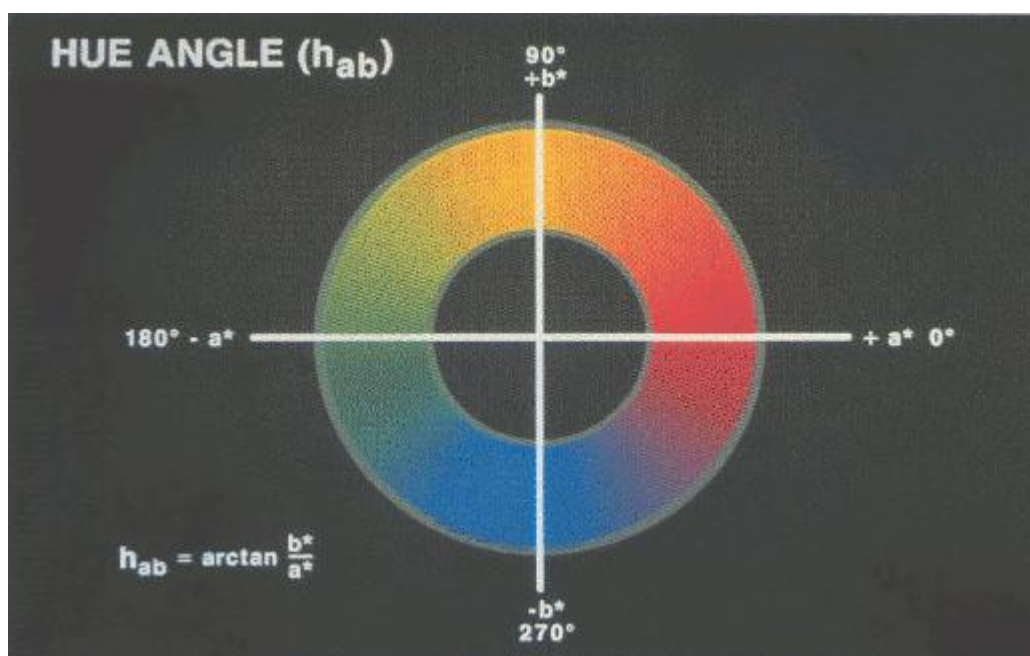


Figura 4 – Hue Angle
 Fonte: CRQ-SP Colorimetria

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da adição do ácido fumárico adicionado à formulação de massa fresca tipo pastel de retardar alterações indesejadas na coloração do produto por um período de 30 dias. Estudar a influência deste ácido nas características físico químicas da farinha de trigo, como umidade, pH e cinzas. Verificar o comportamento reológico da farinha de trigo com a adição de ácido fumárico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Coletou-se 6 Kg de amostra de três farinhas de passagens destinadas à produção de massas do diagrama de moagem da empresa Bunge alimentos. Cada amostra foi dividida em duas partes de 3 Kg, sendo que em uma das partes foram adicionadas 2000 pmm de ácido fumárico comercial.

Para a preparação das amostras e análises foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Homogeneizador Chopin;
- Termobalança Brabender;
- Falling Number Perten;
- Alveógrafo Chopin;
- Farinógrafo Brabender;
- Colorímetro Minolta;
- pHmetro tecnal;
- Cilindro para massas Lieme;
- Refrigerador Brastemp;
- Câmera fotográfica Sony Sybershot.

Utilizou-se para a produção das massas tipo pastel os seguintes materiais:

- Ovos;
- Óleo de soja;
- NaCl comercial;
- Água potável;
- Ácido fumárico comercial.

2.2 MÉTODOS

Foram realizadas as análises de umidade, segundo o método AACC nº 54-15, 1995. Cinzas, de acordo com AACC nº 08-01, 1995. Falling number, conforme AACC nº 56-81B, 2000. Teor de glúten, segundo AACC nº 38-10, 1995. Cor L* a* b*,

de acordo com o sistema CIELAB. Também foi executada a análise de alveografia, conforme AACC. nº 54-30, 1995, que expressa os parâmetros a seguir: W, P, L, P/L, índice de elasticidade. Determinou-se também os dados da análise de farinografia conforme AACC nº 54-21, 1983. Para a determinação de pH da farinha seguiu-se a metodologia em conformidade com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985, p.27).

O teste de massa fresca tipo pastel foi realizado utilizando as seguintes proporções: a farinha de trigo como o ingrediente de referência, adicionado de 30,0% de água, 10,0% de ovos, 3,0% de óleo de soja e 2,0% de sal. Elaborou-se a massas das amostras com a formulação padrão para o controle, e utilizando a mesma formulação com a adição de 2000ppm de ácido fumárico comercial, para testar a eficiência deste. Este procedimento foi realizado com as três amostras de farinhas coletadas.

Para cada amostra foram elaboradas duas massas divididas em 30 partes. As massas não foram armazenadas no formato de rolo devido ao centro do rolo receber menos incidência de luminosidade e presença de oxigênio em relação à área mais externa do rolo. Todas as massas foram embaladas individualmente em filme de polietileno e armazenadas sob refrigeração em temperatura média de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

A cada dia foi realizada a retirada de uma massa de cada amostra, com e sem ácido, assim como também foi feita a determinação da cor em L^* a^* b^* e C^* h^* . Posteriormente, as massas foram fotografadas. Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey em nível de 99% de confiança.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os testes nos quais foram aplicados ácido fumárico comprovaram significativa redução no escurecimento das massas, tanto em escala $L^* a^* b^*$ quanto em escala $L^* C^* h^*$. No entanto, devem-se considerar as alterações nas características reológicas.

Observou-se visualmente o retardo da coloração desde a primeira semana de monitoramento, o que é possível observar na figura abaixo.

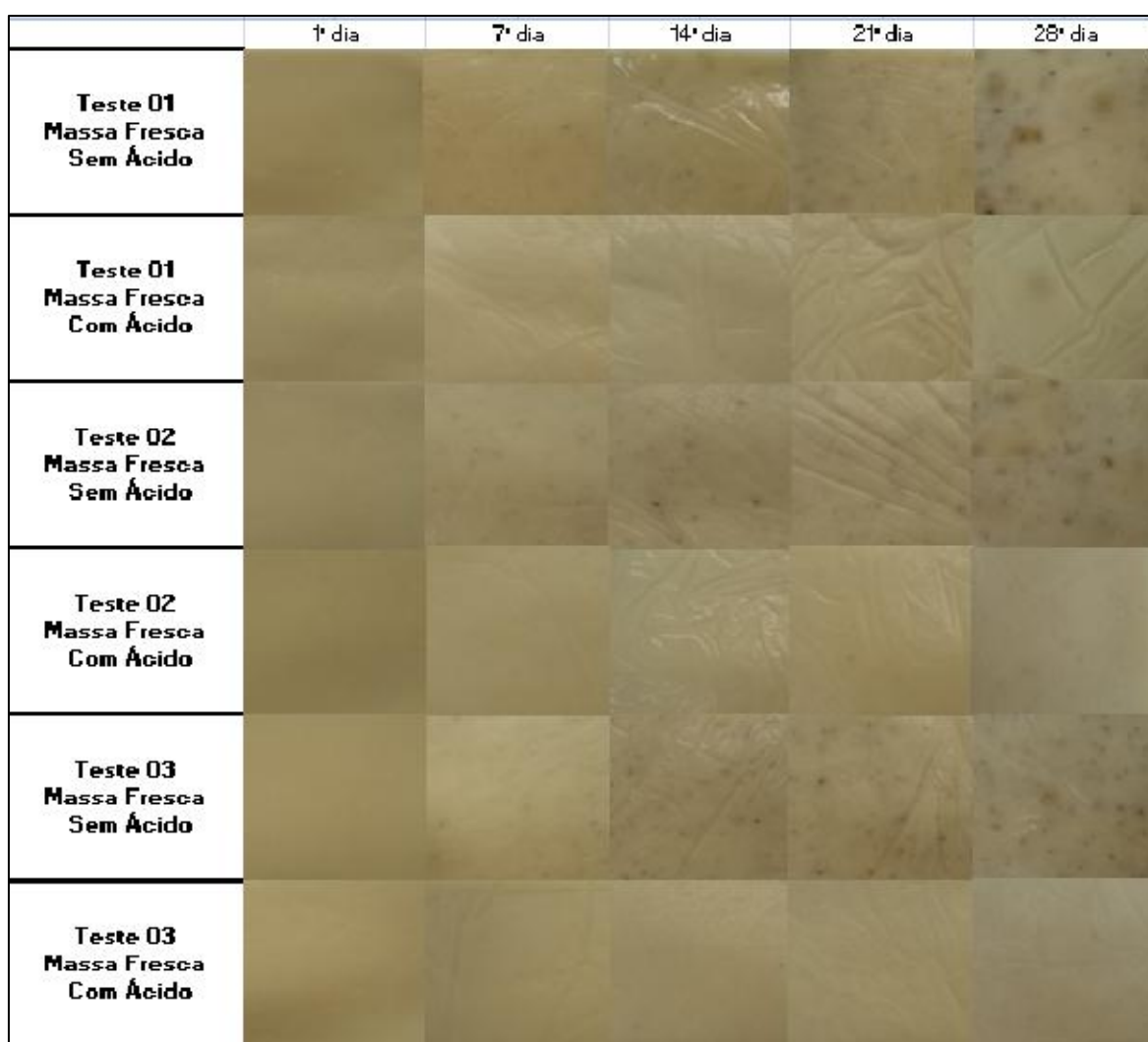


Figura 5 – Fotos das massas com e sem tratamento no 1º, 7º, 14º, 21º e 28º dia.
Fonte: Autoria própria.

Pôde-se observar na tabela 9 que não há mudança significativa nos parâmetros físico químicos, exceto o valor de pH, ocorrido nas farinhas adicionadas de ácido fumárico.

Ainda na tabela 9, avaliando os parâmetros reológicos da análise de alveografia, observa-se que o valor de W, parâmetro que avalia a força do glúten em Joules foi alterado significativamente em dois dos três testes. Indicando o enfraquecimento das cadeias de glúten, fator que impacta na resistência ao rompimento das massas durante o processamento. Para os valores de P, em dois dos três testes, ocorreu uma redução significativa, indicando a redução da tenacidade da massa, fator que pode influenciar negativamente na qualidade do produto final. A redução dos valores de P/L indica que a massa se tornou mais extensível e menos elástica. Característica indesejada para valores inferiores a 2,0 mmH₂O. Nos testes realizados com a adição do ácido fumárico a redução não foi significativa.

Observou-se na análise reológica de farinografia, redução significativa no parâmetro estabilidade, índice de tolerância e tempo de quebra. A redução desses valores, expressos na tabela 9, indicam que a farinha com a adição de ácido fumárico tolera ser trabalhada mecanicamente um período de tempo menor, tomando isto como ponto crítico de controle, pois caso o trabalho mecânico exceda a estabilidade da farinha, o produto final pode se romper facilmente, durante o processo de cocção, seja ele cozimento ou fritura.

	Parâmetros	Teste 1		Teste 2		Teste 3	
		sem ácido	com ácido	sem ácido	com ácido	sem ácido	com ácido
Cor	L*	94,61	94,54	94,61	94,69	94,22	94,51
	a*	-0,23	-0,66	-0,70	-0,70	-0,64	-0,61
	b*	9,52	9,44	9,45	9,53	9,44	9,56
Alveografia	W	233,33	222,00	221,67	163,67	270,33	214,67
	P	170,00	139,33	188,00	142,67	151,67	143,00
	L	31,33	40,33	30,00	23,00	43,00	33,33
	G	12,63	13,47	11,65	11,23	14,53	13,23
	IE	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00
	P/L	5,42	3,76	6,82	5,84	3,44	4,17
Farinografia	Absorção	62,00	63,00	63,50	65,00	63,20	64,00
	Estabilidade	28,50	9,00	25,50	7,00	26,50	7,00
	T. desenv.	9,50	4,50	9,50	2,00	13,50	2,00
	ITM	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00	10,00
	T. Quebra	30,00	9,50	28,50	9,50	29,50	9,00
Falling Number (s)		307,00	293,00	305,33	291,33	312,33	284,33
Glúten Úmido		24,01	23,10	24,03	24,14	24,80	24,12
Glúten Index		95,37	97,73	97,87	97,42	97,57	96,63
Umidade		14,00	14,00	13,70	13,70	13,50	13,50
pH		6,15	5,87	6,27	5,97	6,19	5,92

Figura 6 – Resultados comparativos das análises físico químicas e reológicas da farinha de trigo com e sem a adição do ácido fumárico.

De modo geral, os testes nos quais foram aplicados ácido fumárico comprovaram significativa redução no escurecimento enzimático, tanto em escala L* a* b* quanto em escala L* C* h*. No entanto, devem-se considerar as alterações nas características físico químicas e reológicas.

Observou-se visualmente a redução da coloração desde a primeira semana de monitoramento, o que é possível observar na figura abaixo.

Para as análises de cor no sistema L* a* b*, no parâmetro L*, valor o qual representa uma escala em valores de zero a cem, onde zero representa o negro absoluto e cem representa o branco absoluto. Farinhas em geral apresentam valores de L* entre 89,0 e 95,0. A cor das massas logo após a elaboração apresentaram valores de L* na faixa de 78,0 a 81,0, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 – Teste de Tukey parâmetro L* - Escala L*a*b*

Semanas	1	2	3	4
Teste 1 com o ácido	80,75 a $\pm 0,1861$	80,34 a $\pm 0,5470$	80,57 a $\pm 0,8335$	80,29 a $\pm 0,7787$
Teste 1 sem o ácido	77,21 b $\pm 1,5776$	73,77 c $\pm 1,1109$	71,34 d $\pm 0,8527$	68,64 e $\pm 0,9342$
Teste 2 com o ácido	80,49 a $\pm 0,6954$	79,48 a $\pm 0,5043$	78,92 a $\pm 0,5365$	78,90 a $\pm 0,8321$
Teste 2 sem o ácido	78,79 b $\pm 1,6325$	74,94 c $\pm 0,9788$	72,64 d $\pm 0,6533$	71,17 e $\pm 0,5675$
Teste 3 com o ácido	80,32 a $\pm 0,8817$	79,73b $\pm 0,5489$	79,01 c $\pm 0,8310$	78,63 d $\pm 0,7338$
Teste 3 sem o ácido	77,87 d $\pm 2,0289$	73,65 e $\pm 1,4333$	69,64 f $\pm 0,7707$	67,74 g $\pm 0,7616$

***Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 1%, pelo teste de Tukey. Valores médios (\pm desvio padrão) de triplicatas**

Durante as quatro semanas de monitoramento pode-se observar o retardo do escurecimento visivelmente e estatisticamente comprovado para o teste de Tukey ao nível de significância de 1,0%. Os valores médios obtidos e tratados

estatisticamente estão expressos na tabela 2 xpressa anteriormente e na figura 1, a,b e c.

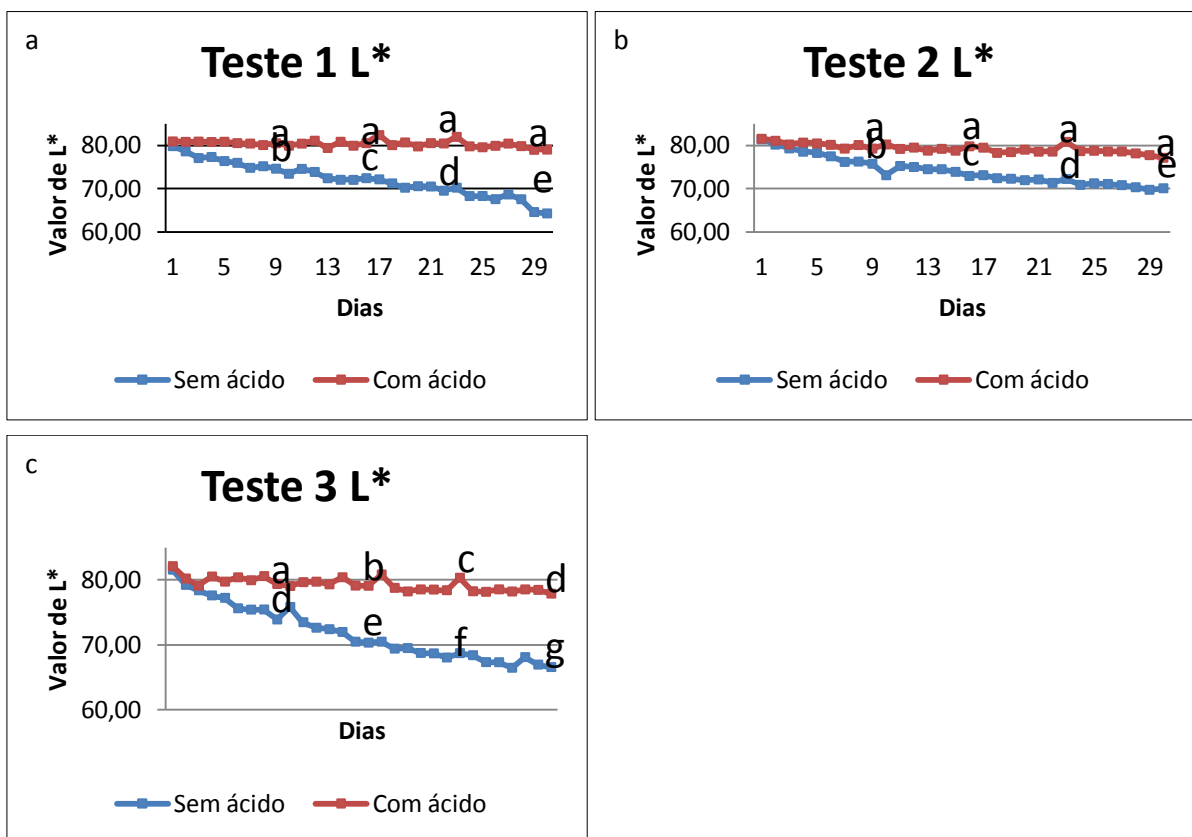


Figura 7 – Resultados comparativos de L* com e sem a adição de ácido fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria

O parâmetro a^* do sistema $L^*a^*b^*$, onde em uma escala entre valores de -60,0 e +60,0, onde valores negativos representa tendência à coloração verde e valores positivos representam tendência à coloração vermelha. Os testes realizados apresentaram valores de a^* negativos e próximos a 0,0 para as amostras com a adição de ácido fumárico e valores positivos próximos a 0,0 para as massas sem a adição do ácido, conforme a tabela 4 expressa abaixo.

Tabela 2 – Teste de Tukey parâmetro a* - Escala L*a*b

Semanas	1	2	3	4
Teste 1 com o ácido	-0,97 f \pm 0,4607	-0,89 f \pm 0,1314	-0,73 f \pm 0,1121	-0,30 e \pm 0,2631
Teste 1 sem o ácido	0,02 d \pm 0,2195	0,45 c \pm 0,2555	0,86 b \pm 0,2354	1,48 a \pm 0,2942
Teste 2 com o ácido	-0,23 e \pm 0,1477	-0,22 e \pm 0,2033	0,20 d \pm 0,2364	0,26 d \pm 0,1492
Teste 2 sem o ácido	0,38 d \pm 0,2766	0,95 c \pm 0,1929	1,23 b \pm 0,1662	1,64 a \pm 0,2448
Teste 3 com o ácido	-0,47 g \pm 0,2043	-0,18 f \pm 0,1443	0,06 e \pm 0,1806	0,26 d \pm 0,2167
Teste 3 sem o ácido	0,93 d \pm 0,1703	1,18 c \pm 0,1742	1,47 b \pm 0,0992	1,78 a \pm 0,1874

***Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 1%, pelo teste de Tukey. Valores médios (\pm desvio padrão) de triplicatas**

O retardo na alteração da cor das massas com a adição de ácido fumárico pôde ser comprovado estatisticamente ao nível de significância de 1,0% a partir da primeira semana de monitoramento. As massas apresentavam valores próximos a zero. Os testes com a adição de ácido permaneceram mais estáveis em relação as massas sem a adição. Os valores médios semanais estão espessos na tabela 4 e na figura 4, a,b e c.

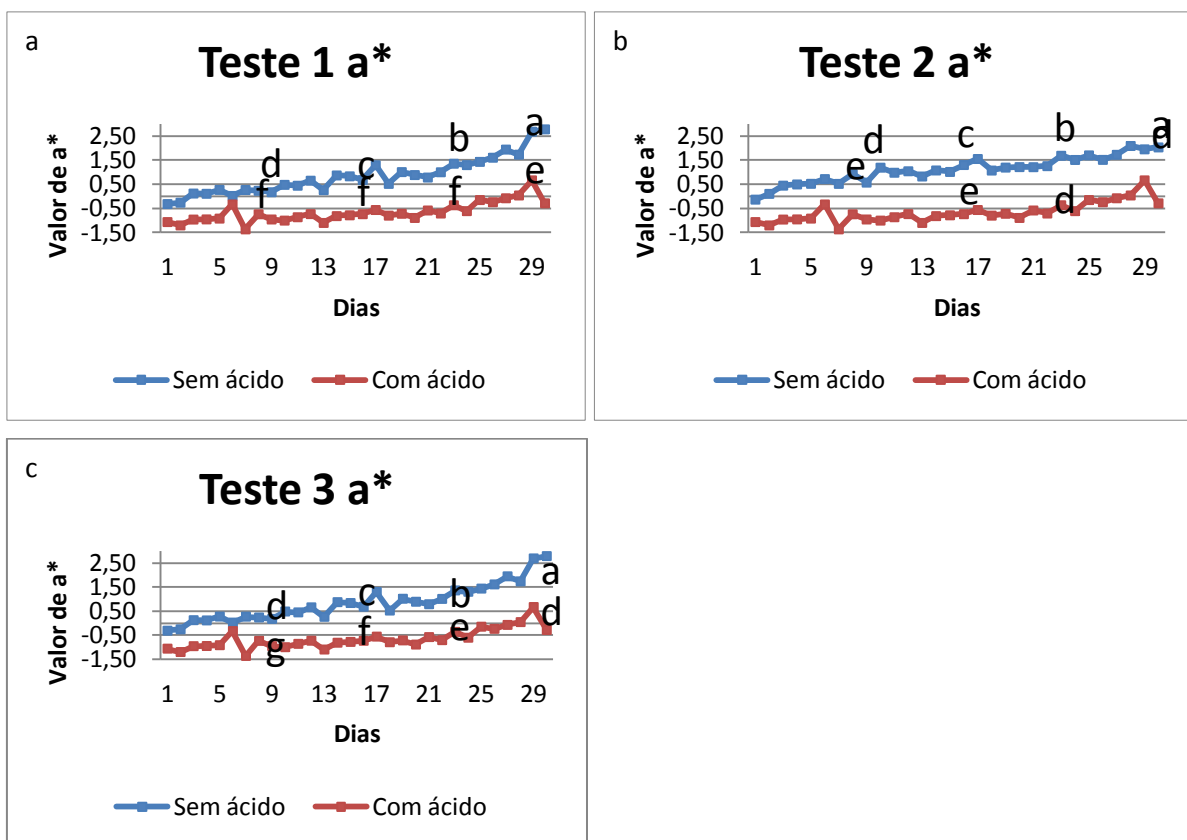


Figura 8 – Resultados comparativos de a* com e sem a adição de ácido fumárico testes fumárico testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria

Os Valores de b* do sistema L*a*b* apresentam escala de -60,0 a +60,0, onde valores negativos representam tendência a coloração azul, e valores positivos apresentam tendência a coloração amarela. As massas apresentaram valores de b* positivos e acima de 20,0. As amostras adicionadas de ácido fumárico obtiveram valores mais estáveis ao longo das 4 semanas de monitoramento. As amostras sem a adição do ácido apresentaram redução significativa em valor de b* ao nível de 1,0% para o teste de Tukey. Esta redução é característica da ação da enzima lipoxigenase, a qual oxida pigmentos carotenoides, os quais são responsáveis pela coloração levemente amarelada característica e desejável na massa.

Tabela 3 – Teste de Tukey parâmetro b* - Escala L*a*b

Semanas	1	2	3	4
Teste 1 com o ácido	20,36 c \pm 0,7162	19,59d \pm 0,6178	19,84d \pm 2,1507	19,40 e \pm 0,6933
Teste 1 sem o ácido	23,43a \pm 0,4040	21,98 b \pm 0,9547	20,56 c \pm 1,6013	18,68 e \pm 0,9077
Teste 2 com o ácido	22,35 a \pm 4,8911	21,24 b \pm 1,1712	21,62 b \pm 1,1649	21,17 b \pm 0,4162
Teste 2 sem o ácido	20,21 c \pm 0,5074	18,50 d \pm 0,8325	17,36 e \pm 0,9631	16,45 f \pm 0,4162
Teste 3 com o ácido	20,34 a \pm 0,6148	20,14 b \pm 0,8002	20,50 b \pm 1,2398	20,10 d \pm 0,7418
Teste 3 sem o ácido	21,23 b \pm 0,6620	18,43 c \pm 0,8884	16,98 d \pm 0,7725	15,27 e \pm 0,7001

***Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 1%, pelo teste de Tukey. Valores médios (\pm desvio padrão) de triplicatas**

As amostras adicionadas de ácido fumárico obtiveram valores mais estáveis ao longo das 4 semanas de monitoramento. As amostras sem a adição do ácido apresentaram redução significativa em valor de b* ao nível de 1,0% para o teste de Tukey, conforme a tabela 5 e na figura 3, a, b, e c. Esta redução é característica da ação da enzima lipoxigenase, a qual oxida pigmentos carotenoides, os quais são responsáveis pela coloração levemente amarelada característica e desejável na massa.

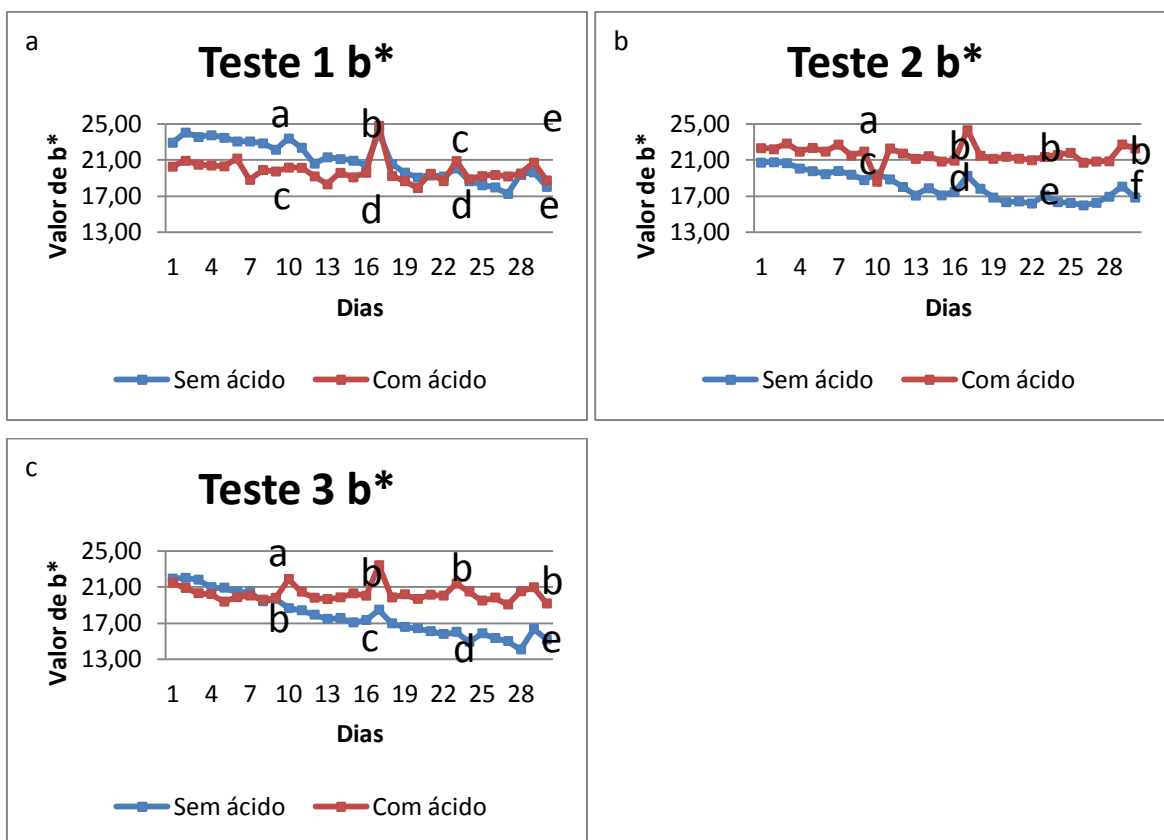


Figura 9 – Resultados comparativos de L* com e sem a adição de ácido fumárico testes testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria

O grau de saturação da cor é expresso pelo parâmetro C* no sistema L*C*h*. Este parâmetro mede a intensidade da cor em valores de 0,0 a 60,0, onde 0,0 representa um valor acromático e 60 representa a intensidade máxima da cor. Farinhas representam valores entre 0,0 e 20,0. As massas apresentaram valores de C* próximos a 20,0 logo após o preparo, valores observados na tabela 7.

Tabela 4 – Teste de Tukey parâmetro C* - Escala L*C*h*

Semanas	1	2	3	4
Teste 1 com o ácido	20,38 a \pm 0,6758	19,57 b \pm 0,6135	19,92 c \pm 2,1808	19,51 c \pm 0,6302
Teste 1 sem o ácido	23,27 c \pm 0,3678	21,79 d \pm 0,8746	20,48 c \pm 1,6013	18,7 e \pm 0,8050
Teste 2 com o ácido	22,58 a \pm 0,3347	21,50 b \pm 1,0909	21,80 b \pm 1,0536	21,28 b \pm 0,3426
Teste 2 sem o ácido	20,39 c \pm 0,4993	18,68 d \pm 0,8020	17,52 e \pm 0,8955	16,69 f \pm 0,3800
Teste 3 com o ácido	20,57 a \pm 0,6065	20,37 b \pm 0,7433	20,53 b \pm 1,3767	20,27 b \pm 0,6104
Teste 3 sem o ácido	21,67 b \pm 4,7712	18,91 c \pm 4,2034	17,26 d \pm 0,7081	15,67 e \pm 0,4570

*Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 1%, pelo teste de Tukey. Valores médios (\pm desvio padrão) de triplicatas

Durante as quatro semanas de monitoramento, verificou o retardo na alteração da coloração em valores de C*, ou seja, a intensidade da coloração permaneceu mais estável nas massas que foram adicionadas de ácido fumárico, conforme valores expressos na tabela e graficamente ilustrados na figura 9 a, b e c.

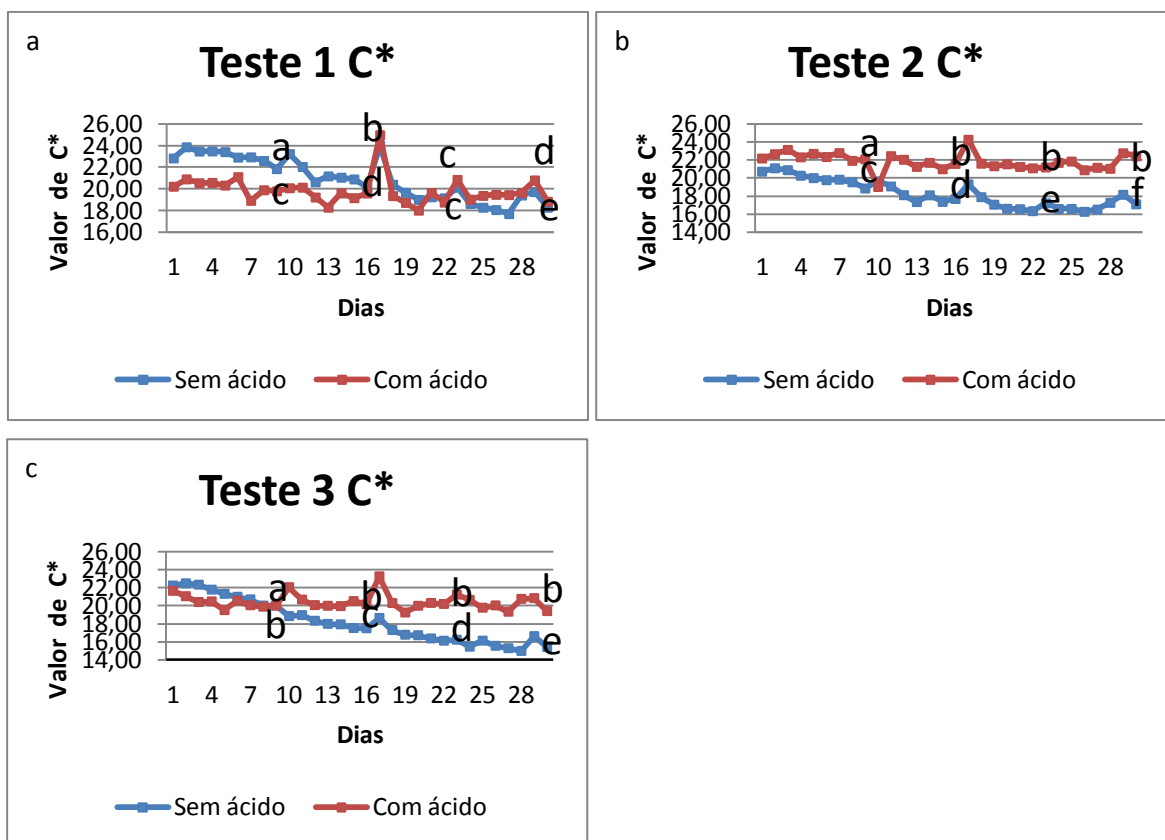


Figura 10 – Resultados comparativos de C* com e sem a adição de ácido fumárico testes testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria

O parâmetro h^* , apresenta um valor angular de cor, $0,0^\circ$ representa tendência para a coloração vermelha, 90° para a coloração amarelada, 180° , para a coloração verde e 270° para a coloração azul. As apresentaram valores de C* próximos a 90 logo após sua elaboração, estes expressos na tabela 8.

Tabela 8 – Teste de Tukey parâmetro h* - Escala L*C*h*

Semanas	1	2	3	4
Teste 1 com o ácido	93,00 a \pm 0,5678	92,65a \pm 0,4116	92,12 b \pm 0,4745	90,91 c \pm 0,7944
Teste 1 sem o ácido	89,89 d \pm 0,5699	88,69 e \pm 0,6304	87,55 f \pm 0,5531	85,38 g \pm 1,0033
Teste 2 com o ácido	90,72 a \pm 0,3795	90,75 a \pm 0,5549	89,58 b \pm 0,6129	89,36 c \pm 0,4235
Teste 2 sem o ácido	89,06 c \pm 0,4495	87,17 d \pm 0,5781	85,96 e \pm 0,4718	84,33 f \pm 0,7532
Teste 3 com o ácido	91,45 a \pm 0,5146	90,64 b \pm 0,4071	89,96 c \pm 0,5228	89,30 d \pm 0,6092
Teste 3 sem o ácido	87,74 e \pm 0,5188	86,58 f \pm 0,6119	85,15 g \pm 0,3485	83,57 h \pm 0,7031

***Médias nas linhas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 1%, pelo teste de Tukey. Valores médios (\pm desvio padrão) de triplicatas**

Pode-se observar que as amostras com a adição de ácido fumárico permaneceram com valores próximos a 90, ou seja, valores com tendência a cor amarelada. Os testes realizados sem a adição do ácido, demonstraram redução significativa a partir da primeira semana. A redução dos valores de h* indicam que as massas se distanciaram da coloração amarela, tendenciando para a coloração amarelada, característica indesejável na massa fresca tipo pastel. Essa mudança está expressa na tabela 8 e ilustrada graficamente na figura 11, a, b, e c.

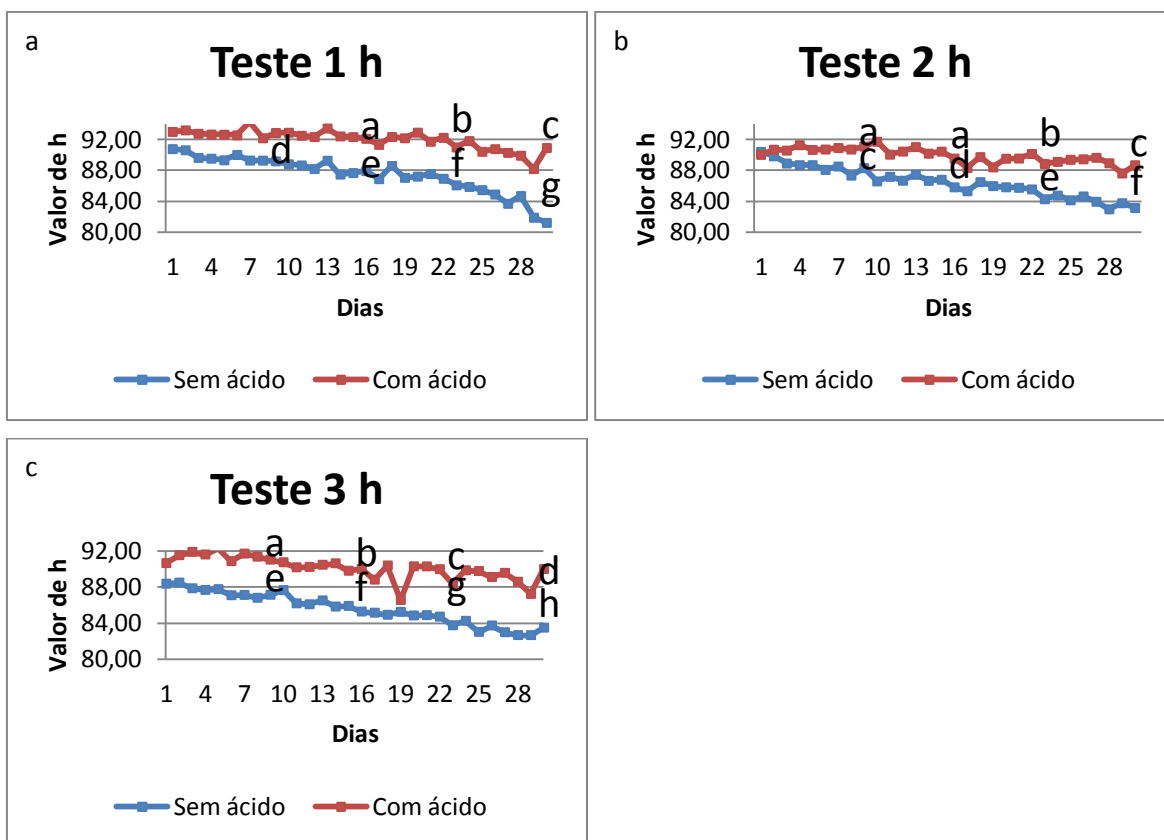


Figura 11 – Resultados comparativos de h^* com e sem a adição de ácido fumárico testes testes 1, figura a , 2, figura b e 3, figura c; Fonte: Autoria própria

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação do ácido fumárico em massas frescas tipo pastel retarda de maneira significativa o escurecimento do produto, que foi observado a partir da primeira semana após a sua elaboração. Em relação às características físico-químicas e reológicas, quando foi utilizado a dosagem máxima permitida pela legislação, observou-se redução de alguns parâmetros, levando a sugerir novos estudos em relação a dosagem utilizada.

5. REFERÊNCIAS

AACC international. Approved methods of analysis. 11th ed.: Disponível em: <http://methods.aaccnet.org/login.aspx?ReturnUrl=%2fmethods%2farchived%2fdeletedmeth.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2013.

ANVISA. Regulamento Técnico para a fixação de identidade e qualidade de massa fresca: Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/59cd1a004745896b9384d73fbc4c6735/RDC_93_2000.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 25 jul. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. Sobre o trigo. São Paulo: Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.00.00>. Acesso em: 08 jun. 2013.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: Componentes do trigo: elaboração. Londrina, 1994, p. 9.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê de enzimas; p.30; ed. nº19; 2011: <http://www.revista-fi.com/materias/196.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2013.

GARIB, Carolina Costa. **Alimentação Balanceada: Uma proposta para a merenda escolar**: um estudo em Florianópolis SC. 2002. P. 18. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2002. <http://www.rebrae.com.br/artigo/tese_ae.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico químicos para análises de alimentos, 3^o ed. São Paulo: IMESP, 1985.p.27.

GRANOTEC DO BRASIL. **MASSAS ALIMENTÍCIAS, QUALIDADE DAS FARINHAS E FUNÇÃO DE INGREDIENTES**: Núcleo de desenvolvimento e tecnologia. Curitiba, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 8**: informação e documentação: referências: elaboração. Junho, 2005, p. 3.

NORTH AMERICANS MILLERS. Wheat Milling Process. How Flour is Milled: Disponível em: < <http://www.namamillers.org/wp-content/uploads/2012/10/how-flour-milled.jpg> >. Acesso em: 11 nov. 2013.

ORTOLAN, Fernanda. **Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004. Caracterização e fatores relacionados à alteração de cor da farinha**: um estudo em Santa Maria RS. 2006, p. 30. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

PUC RIO DE JANEIRO. Fundamentos da Colorimetria. Rio de Janeiro: Disponível em: < http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0621484_09_cap_02.pdf >. Acesso em: 20 jun. 2013.