

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

LUCIANE GELINSKI

**INFLUÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO E DA AZODICARBONAMIDA
NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DA
FARINHA DE TRIGO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PONTA GROSSA
2011**

LUCIANE GELINSKI

**INFLUÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO E DA AZODICARBONAMIDA
NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DA
FARINHA DE TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação. Apresentado a disciplina de trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Coordenação de Alimentos – COALM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção de título de Tecnóloga em Alimentos.

Orientador: Prof^a Msc. Luiz Alberto Chavez Ayala.

PONTA GROSSA

2011



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria
Nome da Coordenação
Nome do Curso



TERMO DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DO ÁCIDO ASCÓRBICO E DA AZODICARBONAMIDA NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO

por

LUCIANE GELINSKI

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado(a) em oito de novembro de 2011 de como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc Luis Alberto Chavez Ayala
Prof.(a) Orientador(a)

Prof. Dra Maria Helene G. Canteri
Membro titular

Prof. Dr José Luis Ferreira Trindade
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Aos que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la:
Antonio Leonardo Gelinski e Maria de Lourdes Gelinski.
Ao meu esposo Jean Francisco dos Santos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida e por ter me proporcionado força e perseverança para a conclusão deste curso.

Aos meus pais Antonio Leonardo Gelinski e Maria de Lourdes Gelinski, pelo apoio não só financeiro, mas também moral, sacrificando-se muitas vezes para tornar possível minha formação, deixando-me a herança mais valiosa: o estudo.

Ao meu esposo Jean Francisco dos Santos, por estar sempre ao meu lado pelo companheirismo, paciência e incentivo com que me encorajou durante as dificuldades.

Ao professor Luis Alberto Chavez Ayala pela orientação e suporte na realização desse trabalho.

Agradeço a empresa S.A Moageira e Agrícola e seus colaboradores que me proporcionaram a oportunidade de estágio e pela disponibilização do material, instalações e apoio profissional, em especial a Eng. De Alimentos Tatiane Battistelli pela colaboração na escolha do tema e desenvolvimento prático do projeto.

Enfim, certamente estes parágrafos não atenderão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante etapa da minha vida. Portanto, peço desculpas àqueles que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certas que fazem parte de minha gratidão.

"As pessoas que alcançam seu potencial
pensam em aperfeiçoamento."

(John Maxwell)

RESUMO

SOBRENOME, Prenome do Autor do Trabalho. **Influência do ácido ascórbico e da azodicarbonamida nas características físico-químicas e reológicas da farinha de trigo.** 2011. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

Os aditivos constituem um grupo de produtos de grande importância para a tecnologia de panificação, sendo dentre esses os agentes oxidantes produtos de maior importância na tecnologia de panificação. Essas substâncias atuam diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede formada através da formação de ligações dissulfídicas. Os oxidantes mais utilizados são o ácido ascórbico e a azodicarbonamida. O objetivo do trabalho foi verificar a influência do uso de diferentes concentrações de ácido ascórbico e de azodicarbonamida sobre as características reológicas da farinha de trigo. Foram avaliados cinco tratamentos para cada oxidante sendo uma amostra controle (A) e as demais aditivadas nas concentrações (mg a cada 500g) de B: 0,05; C: 0,08; D: 0,13; E: 0,15 de farinha de trigo para o ácido ascórbico e B: 0,01; C: 0,013; D: 0,016; E: 0,020 para a azodicarbonamida. As amostras foram homogeneizadas e realizadas as análises de umidade, glúten, cinzas, falling number, alveografia, farinografia. Para análise de resultados foi realizado o Teste de Tukey a 0,05%. Os resultados apontaram que as alterações significativas foram nas características de tenacidade e extensibilidade da massa, sendo que houve um aumento de P (tenacidade) e diminuição do L (extensibilidade), conseqüentemente aumentando os valores de P/L e W (força de glúten), fazendo com que a massa fique mais forte e tenaz, podendo, portanto passar por trabalho mecânico sem que sejam rompidas as redes de glúten. Houve diminuição da absorção de água da farinha, devido à liberação de moléculas durante a reação dos oxidantes. Com as características reológicas dos tratamentos B e C de ambos os oxidantes a farinha pode ser segmentada para a indústria de panificação, e os tratamentos D e E para a indústria de massas alimentícias.

Palavras-chave: Aditivos. Oxidantes. Rede de Glúten. Ácido Ascórbico. Azodicarbonamida.

ABSTRACT

GELINSKI. Luciane. . **Influence of ascorbic acid and azodicarbonamide in physical characteristics and chemical and rheological properties of wheat** . 2011. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Alimentos - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2011

The additives are a group of products of great importance to the technology of baking, and among these oxidizing agents most important products in bakery technology. These substances act directly on the structure of gluten proteins, reinforcing the network formed by disulfide bond formation. The most commonly used oxidants are ascorbic acid and azodicarbonamide. The objective of this study was to investigate the influence of using different concentrations of ascorbic acid and azodicarbonamide on the rheological properties of wheat flour. Five treatments were evaluated for each oxidant and a control sample (A) and the other doped concentrations (mg every 500g) B: 0.05 C: 0.08 D: 0.13, E: 0.15 flour for ascorbic acid and B: 0.01 C: 0.013 D: 0.016, E: 0.020 to azodicarbonamide. The samples were homogenized and held the moisture, gluten, ash, falling number, alveography, farinograph. For analysis of results was performed by Tukey test at 0.05%. The results showed that significant changes were the characteristics of tenacity and extensibility of the dough, and there was an increase of P (tenacity) and decrease of L (extensibility), therefore increasing the values of P / L and W (gluten strength) , so that the dough is stronger and more tenacious, and can therefore pass through mechanical work without the broken chains of gluten. A reduction of water absorption of flour, due to the release of molecules during the reaction of oxidants. With the rheological characteristics of the treatments B and C in both oxidizing the flour can be targeted to the baking industry, and treatments D and E for the pasta industry.

Keywords: Additives. Oxidants. Gluten Network. Ascorbic Acid. Azodicarbonamide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Produção Mundial de Trigo	15
Figura 2: Regiões do Trigo	16
Figura 3: Regiões do trigo e seus principais componentes	17
Figura 4: Diagrama de Moagem	21
Figura 5: Principais classes de aditivos e suas indicações.	26
Figura 6: Efeito dos agentes oxidantes - alveografia.....	28
Figura 7: Oxidação do ácido ascórbico pelo oxigênio e da GSH pelo DHAA e mecanismo de formação PSSG.	30
Figura 8: Ação da Azodicarbonamida	31
Figura 9: Kett, medidor de umidade.	32
Figura 10: Colorímetro Minolta	33
Figura 11: Medidor de Falling Number	34
Figura 12: Ilustração do preparo da amostra para análise do Falling Number.....	34
Figura 13: Cadinho com farinha já incinerada sendo retirado da mufla.	35
Figura 14: Alveógrafo Chopin.....	36
Figura 15: Lâmina de farinha sendo inflada.	36
Figura 16: Alveogramas de farinhas com diferentes propriedades.	37
Figura 17: Farinógrafo Brabender.	38
Figura 18: Gráficos de Farinografia (farinograma)	38
Figura 19: Alveogramas do tratamento A e E do Ácido Ascórbico e da Azodicarbonamida.....	45
Figura 20: Farinogramas	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais constituintes do grão de trigo	17
Tabela 2: Vitaminas presentes no trigo.	20
Tabela 3: Composição centesimal de farinha de trigo com diferentes taxas de extração.....	24
Tabela 4: Principais constituintes da farinha de trigo.	24
Tabela 5 : Tratamentos realizados	39
Tabela 7 : Resultados Falling Number, AA e ADA	41
Tabela 8: Resultados Glúten.....	42
Tabela 9: Resultados das análises de cor do Ácido Ascórbico	43
Tabela 10: Resultados das análises de cor da Azodicarbonamida	43
Tabela 11: Resultados cinzas AA e ADA	43
Tabela 12: Resultado da análise de alveografia do Ácido Ascórbico	45
Tabela 13: Resultado da análise de alveografia da Azodicarbonamida.	45
Tabela 14: Resultados da análise de farinografia do Ácido Ascórbico.....	46
Tabela 15: Resultados da análise de farinografia da Azodicarbonamida.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 TRIGO	14
2.2 QUÍMICA DO TRIGO	15
2.2.1 Água.....	17
2.2.2 Lipídeos.....	18
2.2.3 Proteínas.....	18
2.2.4 Carboidratos.....	18
2.2.5 Matéria Mineral.....	19
2.2.6 Enzimas.....	19
2.2.7 Vitaminas.....	20
2.3 MOAGEM DE TRIGO.....	20
2.3.1 CONDICIONAMENTO À MOAGEM.....	21
2.3.2 MOAGEM PROPRIAMENTE DITA	22
2.4 FARINHA DE TRIGO.....	23
2.5 ADITIVOS E COADJUVANTES	24
2.6 OXIDANTES.....	27
2.7 ÁCIDO ASCÓRBICO.....	29
2.8 AZODICARBONAMIDA.....	30
2.9 ANÁLISES DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO	32
2.9.1 Umidade	32
2.9.2 Cor.....	32
2.9.3 Falling Number	33

2.9.4 Cinzas	35
2.9.5 Glúten.....	35
2.9.6 Alveografia	35
2.9.7 Farinografia	37
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 MATERIAL	39
3.2 MÉTODOS	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Umidade.....	41
4.2 Falling Number	41
4.3 Glúten.....	42
4.4 Cor.....	42
4.5 Cinzas	43
4.6 Alveografia	44
4.7 Farinografia	46
5 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A qualidade das massas e produtos panificáveis depende de características únicas apresentadas pelas proteínas do trigo. No Brasil, a diversidade de cultivares produzidos associada às diferenças na procedência do trigo importado, torna difícil a manutenção das propriedades reológicas da farinha e conseqüentemente da qualidade do produto final (JUNQUEIRA-JR, 2007).

Os fatores de qualidade da farinha de trigo podem ser divididos em dois grupos básicos: os inerentes ao trigo, resultantes da composição genética e das condições de crescimento da planta e os que dependem do processo de armazenamento e moagem do trigo em farinha. As proteínas formadoras do glúten (gliadina e glutenina), o amido, os lipídeos e outros compostos hidrossolúveis são essenciais para garantir o potencial de panificação, dependendo do teor e da qualidade destes na farinha (AQUARONE *et al.*, 2001).

Se a farinha não apresentar bons resultados no produto final, poderá ser suplementada com aditivos, que farão o seu tratamento, visando corrigir características funcionais. Os aditivos são substâncias que inibem, enaltecem, complementam, otimizam ou alteram componentes ou características da farinha de trigo (QUEJI *et al.*, 2006).

Os aditivos constituem um grupo de produtos de grande importância para a tecnologia de panificação. Os processos atuais de fabricação dos produtos de panificação, e a grande escala de produção exigida pelo mercado foram os principais responsáveis pela utilização de aditivos em panificação. Embora os aditivos não sejam consideradas matérias-primas essenciais, a sua presença é fundamental para a obtenção de produtos de qualidade, principalmente os que atuam na correção de possíveis deficiências na qualidade da farinha de trigo (PAVANELLI, 2009).

Dentre os melhoradores de farinha, os agentes oxidantes são os produtos de maior importância na tecnologia de panificação, atuando diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede através da formação de ligações dissulfídicas. Estas ligações formadas afetam a reologia da massa, aumentando a resistência à extensão (tenacidade) e diminuindo a extensibilidade. (NUNES *et al* 2006).

Os principais agentes oxidantes usados no mundo são o bromato de potássio (proibido no Brasil), a azodicarbonamida (liberada apenas para uso em moinhos) e o ácido ascórbico (CARVALHO, 2001).

Segundo JUNQUEIRA-JR, 2007, o uso de compostos oxidantes na panificação confere as seguintes vantagens:

- Aceleração no processo de maturação da farinha: a mudança nas propriedades reológicas e sensoriais da farinha recentemente moída proporcionando às mesmas características de produção obtidas através da maturação da farinha.
- Branqueamento: a redução da cor amarelo-pálida promovida pelos pigmentos carotenóides, presentes naturalmente na farinha;
- O fortalecimento da matriz do glúten necessário para suportar o estresse dos sistemas de manuseio mecânicos de alta velocidade e para conferir melhor volume final ao pão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a influência do uso dos oxidantes ácido ascórbico e azodicarbonamida, separadamente, a fim de comparar as amostras avaliando as diferentes concentrações e possíveis alterações físico-químicas e reológicas sob a farinha de trigo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Estimar a concentração ideal de adição dos oxidantes na farinha de trigo;
- Realizar análises físico-químicas e da farinha adicionada de oxidantes
- Avaliar o comportamento reológico da farinha adicionada de oxidantes;
- Estabelecer comparação com dados da literatura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TRIGO

Historicamente o trigo é um dos cereais mais importantes, senão o mais importante, para o cotidiano humano. Sua história inicia-se há cerca de 10 a 12 mil anos, contribuindo de maneira vital à fixação do homem à terra, sendo um símbolo nas mais diversas religiões. Esteve, por exemplo, presente em momentos marcantes do cristianismo, quando da passagem do Cristo, e está presente no dia-a-dia da maior parte da população mundial (CARVALHO -JR, 2006).

Os cientistas acham que o trigo foi cultivado pela primeira vez, entre os rios Tigre e Eufrates, na antiga Mesopotâmia (atual Iraque). Em 1948, o cientista norte-americano Robert Braindwood descobriu sementes de trigo de dois tipos cultivados atualmente, no Iraque, que datam aproximadamente 6700 a. C. O trigo chegou a América na época dos descobrimentos, quando Colombo trouxe algumas sementes da Europa, em 1493. O Brasil foi o primeiro país das Américas a exportar trigo, graças às plantações em São Paulo, Rio de Janeiro e outras regiões (BARCELLOS, 2003).

O trigo é uma cultura melhor adaptada às regiões secas e de temperaturas amenas, porém correção de solo e abundância de água são fatores que propiciam a produção do cereal mesmo nas regiões mais quentes (BARCELLOS, 2003).

No Brasil, o trigo é uma das matérias-primas alimentícias mais utilizadas e tem grande importância econômica para agricultura, bem como para a economia de modo geral considerando seus derivados. A diversidade de produtos implica em necessidades específicas para cada nicho de mercado, parâmetros físico-químicos e reológicos adequados para cada tipo, visando à obtenção de máximo rendimento e qualidade. (EMBRAPA, 2011)

O Brasil possui uma superfície de 2,3 milhões de hectares ocupada pela cultura do trigo, com rendimento médio 2,1 toneladas por hectares (IBGE, 2006). As regiões que se destacam na produção de trigo localizam-se nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, representando 90% do trigo produzido no país. No Rio Grande do Sul, o trigo ocupa uma superfície de 0,84 milhões de hectares, com rendimento médio de 1,85 toneladas por hectare (CONAB, 2011).

Os maiores exportadores mundiais de trigo são os EUA, o Canadá, Comunidade Européia, Austrália e Argentina, sendo o bloco dos países da antiga União Soviética e China os maiores produtores, mas também, os maiores importadores. A figura 1 ilustra a produção mundial de trigo desde o ano de 2007 até a estimativa para 2012.

PRODUÇÃO MUNDIAL DE TRIGO										
Países	2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		* 2011/12 (JUNHO)	
	MILHÕES (t)	%	MILHÕES (t)	%	MILHÕES (t)	%	MILHÕES (t)	%	MILHÕES (t)	%
Argentina	18.600	3,04	11.000	1,61	11.000	1,61	15.000	2,31	15.000	2,26
Australia	13.569	2,22	21.420	3,14	21.923	3,20	26.000	4,01	25.000	3,76
Canada	20.054	3,28	28.611	4,19	26.848	3,92	23.167	3,57	25.000	3,76
China	109.298	17,86	112.464	16,47	115.120	16,82	115.180	17,77	115.500	17,39
Egypt	8.275	1,35	7.977	1,17	8.523	1,25	7.200	1,11	8.700	1,31
EU-27	120.133	19,63	151.122	22,13	138.672	20,27	135.659	20,93	131.504	19,79
India	75.810	12,39	78.570	11,51	80.680	11,79	80.800	12,46	84.000	12,64
Iran	15.887	2,60	7.957	1,17	13.485	1,97	15.500	2,39	13.750	2,07
Kazakhstan	16.467	2,69	12.538	1,84	17.052	2,49	9.700	1,50	15.000	2,26
Morocco	1.583	0,26	3.730	0,55	6.400	0,94	4.887	0,75	5.900	0,89
Pakistan	23.295	3,81	20.959	3,07	24.000	3,51	23.900	3,69	24.000	3,61
Russia	49.368	8,07	63.765	9,34	61.770	9,03	41.508	6,40	53.000	7,98
Turkey	15.500	2,53	16.800	2,46	18.450	2,70	17.000	2,62	17.400	2,62
Ukraine	13.938	2,28	25.885	3,79	20.866	3,05	16.844	2,60	19.000	2,86
Uzbekistan	6.200	1,01	6.000	0,88	6.200	0,91	6.500	1,00	6.500	0,98
Others	48.297	7,89	45.976	6,73	52.896	7,73	49.294	7,60	49.075	7,39
Subtotal	556.274	90,88	614.774	90,04	623.885	91,18	588.139	90,73	608.329	91,57
United States	55.821	8,18	68.016	9,96	60.366	8,82	60.103	9,27	56.008	8,43
World Total	612.095	100,00	682.790	100,00	684.251	100,00	648.242	100,00	664.337	100,00

Figura 1: Produção Mundial de Trigo
Fonte: Abitrigo (2011).

2.2 QUÍMICA DO TRIGO

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum*, que contém cerca de 30 tipos geneticamente diferenciados, entre os quais apenas três são produzidos comercialmente, o *Aestivum Vulgaris*, o *Turgidum Durum* e o *Compactum*. O *Durum* é utilizado na produção de macarrão e outras massas, o *Compactum* é um trigo de baixo teor de glúten, produzido em pequena proporção, utilizado para fabricar biscoitos suaves, enquanto que o *Aestivum* é responsável por mais de quatro quintos da produção mundial, por ser o adequado a panificação (ABITRIGO, 2011).

Os grãos de trigo apresentam variação de tamanho e cor e formato oval, com extremidades arredondadas. Numa das extremidades, encontra-se o germe e na outra, cabelos finos. Ao longo do lado ventral nota-se uma reentrância, conhecida como "crease". O trigo pode ser dividido, a grosso modo, em três partes: gérmen, pericarpo e semente, conforme pode-se observar na figura 2 (BARCELLOS, 2003).

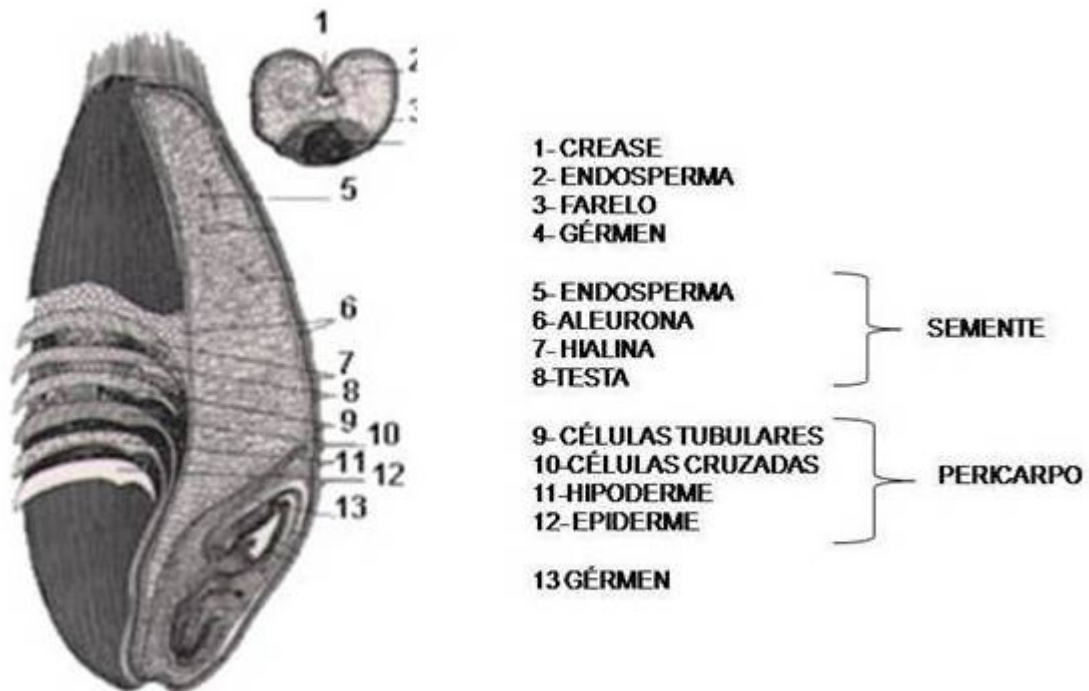


Figura 2: Regiões do Trigo
 Fonte: EMBRAPA-CTAA (2011)

A massa do endosperma corresponde a cerca de 80-83% do total de grãos de trigo, sendo percentual e economicamente a região mais importante do cereal, conforme mostra a figura 3.

REGIÃO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS			
	% no grão	Sub divisões		Principais compostos e substâncias
Gérmen	2 - 3	• Escutelo	• Epitélio • Parênquima • Tecido provascular	Lipídeos e açúcares
		• Eixo embrionário	• Plúmula • Raiz primária • Raízes laterais secundárias	
		• Epiblasto		
Pericarpo	14 - 18	• Camada externa	• Epiderme • Hipoderme • Remanescentes da parede celular	Fibras e minerais
		• Camada interna	• Células intermediárias • Células cruzadas • Células tubulares	
Semente	80 - 83	• Cobertura da semente	• Testa • Camada hialina	Proteínas e amido
		• Endosperma	• Camada aleurona • Endosperma amiláceo	

Figura 3: Regiões do trigo e seus principais componentes
Fonte: Granotec do Brasil (2009)

Conforme CHULA (2007), o percentual médio dos principais constituintes do grão de trigo é fornecido na tabela 1.

Tabela 1: Principais constituintes do grão de trigo

CONSTITUINTE	%
Água	12 - 15
Matéria Mineral	0,35 - 1,35
Lipídeos	0,8 - 1,4
Proteína	7,0 - 15,0
Carboidratos	72,0 - 78,0
Enzimas	mensurável via atividade

Fonte: Chula (2007)

2.2.1 Água

Apesar do teor de umidade ser diretamente relacionado com a quantidade de água presente no grão, as duas características não são representadas pelo mesmo valor numérico. A umidade do trigo determinada pelos processos analíticos refere-se à umidade livre, pois certa quantidade de água que compõe o grão permanece retida. A água constituinte do grão de trigo está dispersa nas proteínas, no amido e principalmente na celulose (CARVALHO-JR, 2006).

2.2.2 Lipídeos

O conteúdo de lipídeos na farinha é pequeno, chegando a menos de 1%. A maior parte dos lipídeos do trigo se encontra no germe, sendo eliminado em sua maioria, no processo de moagem. No trigo os lipídeos estão presentes em uma taxa de 1,5 – 3,0% e são encontrados, principalmente, como em outros cereais, o ácido palmítico, o ácido oléico e ácido linoléico, também são observados consideráveis teores de fosfolipídios. (QUAGLIA, 1991).

2.2.3 Proteínas

São complexos de grande tamanho, formados por cadeias de unidades que se repetem, chamadas aminoácidos, constituídos por carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. A quantidade de proteínas varia entre 7-15%, dependendo do tipo de trigo que foi utilizado em sua elaboração e do processo de moagem (GRANOTEC DO BRASIL, 2002).

As proteínas do trigo se dividem em: proteínas solúveis (globulinas e albuminas) e proteínas insolúveis (glutenina e gliadina). A gliadina e glutenina são as frações mais importantes que junto com a água e os sais minerais formam o glúten (GRANOTEC DO BRASIL, 2002).

Glúten é um composto com propriedades simultâneas de elasticidade e extensibilidade, sendo suas características de força e resistência fator preponderante à segmentação do trigo e de suas farinhas. Apresenta grande capacidade de absorção d' água (de duas a três vezes o seu próprio peso) (CARVALHO-JR, 2006).

2.2.4 Carboidratos

Os carboidratos abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos encontrados na natureza, e juntamente com as proteínas formam os constituintes principais dos organismos vivos. Além de ser a mais abundante e econômica fonte de energia do homem. A natureza através do processo de fotossíntese, a partir do dióxido de carbono e água, sintetiza carboidratos, principalmente o amido, celulose e

sacarose, dos quais, por hidrólise, são obtidas a glicose e frutose (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

A periferia do grão de trigo é rica em açúcares livres, respectivamente, gérmen, pericarpo e cobertura são os locais onde principalmente se encontram fibras e pentosanas. O polissacarídeo mais importante é o amido constituindo a maior parte do cereal, presente no interior do trigo (endosperma amiláceo) (GRANOTEC DO BRASIL, 2002).

Somando-se ao amido, os carboidratos mais importantes do trigo são a maltose, a sacarose, a frutose, a xilose, a rafinose e arabinose. Estes açúcares, direta ou indiretamente fermentencíveis, conferem padrão característico aos alimentos derivados do trigo (CARVALHO JR, 2006).

O amido existe em forma de grânulos na farinha de trigo e constitui cerca de 75% da farinha. Estruturalmente é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas alfa (1,4), originando uma cadeia linear. Já amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em alfa (1,4), e alfa (1,6), formando uma estrutura ramificada (WALTER *et al.*, 2005).

2.2.5 Matéria Mineral

As matérias minerais encontradas no trigo são: potássio, magnésio e cálcio. Tendo maior concentração na periferia do grão e diminuindo nas regiões centrais do cereal (BARCELLOS, 2003).

As farinhas possuem um conteúdo de fibra entre 0,4 – 0,7%, com base a 80% de extração. A medida que as farinhas são mais integrais, ou seja, com maior extração, aumenta o conteúdo de enzimas que é em função do conteúdo de fibra, devido a que aumentam os percentuais de farelos incorporados na farinha (GRANOTEC DO BRASIL, 2002).

2.2.6 Enzimas

Amilases são as principais enzimas das farinhas de trigo. Tem a função de converter o amido em açúcares diretamente fermentáveis. A beta-amilase

normalmente encontra-se nas farinhas de trigo em quantidades estáveis, porém a alfa-amilase (diástase) varia de trigo para trigo (CERTREM, 2004).

2.2.7 Vitaminas

O trigo possui considerável número de vitaminas, em especial as do complexo B, que estão dispostas principalmente no gérmen e na camada da aleurona (CARVALHO-JR, 2006).

Segundo RANKEN (1993), a quantidade média em que as vitaminas se encontram naturalmente na farinha de 72% de extração está ilustrado na tabela 2.

Tabela 2: Vitaminas presentes no trigo.

Vitamina	Quantidade mg/100g
B1	0,11
Riboflavina	0,035
Ácido nicotínico	0,72
E	1,5

Fonte: Ranken (1993)

2.3 MOAGEM DE TRIGO

A moagem de trigo tem como principal objetivo a extração do endosperma amiláceo do grão. Este processo consiste em seqüentes fragmentações e separações, através de moinhos de rolos e peneiração das partículas do grão (CERTREM, 2004).

Segundo CARVALHO-JR (2006), os procedimentos de moagem podem ser destacados sequencialmente em *condicionamento à moagem e moagem propriamente dita*, sendo a primeira etapa dividida em limpeza e umidificação dos grãos e a segunda, em trituração ou ruptura, redução e compressão, conforme a figura 4:

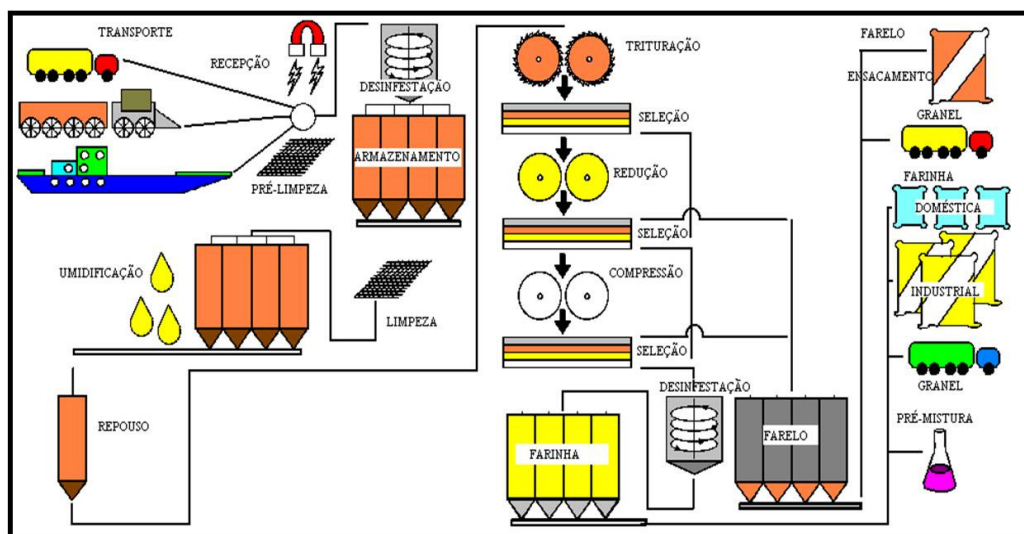


Figura 4: Diagrama de Moagem
Fonte: Granotec do Brasil (2009)

2.3.1 CONDICIONAMENTO À MOAGEM

Normalmente, como a maioria das matérias-primas, o trigo necessita de ajustes em suas características para que seja convenientemente moído e dele sejam extraídas, da melhor e mais econômica maneira, as farinhas desejadas. O condicionamento à moagem é dividido em:

- **Limpeza do Trigo**

A limpeza do trigo pode ser chamada de seleção dos grãos à moagem. Esta fase completa a limpeza menos criteriosa promovida antes do armazenamento do trigo na unidade moageira, separando os grãos sadios dos corpos estranhos, das impurezas e dos grãos defeituosos por processos baseados no tamanho, na forma, na densidade do grão de trigo e em propriedades físicas do grão.

A limpeza do trigo é de fundamental importância para a moagem, pois busca garantir maior extração e melhor qualidade tecnológica das farinhas.

- **Umidificação**

A umidificação do trigo tem como principal objetivo facilitar a separação casca-endosperma. De forma extremamente controlada, adiciona-se água ao trigo limpo afim de elevar sua umidade à faixa 15 – 16%. Após a adição da água, o trigo

fica armazenado em silos por um período de 16 a 24 horas, tempo necessário para que a água fique uniforme e equilibradamente distribuída no grão.

2.3.2 MOAGEM PROPRIAMENTE DITA

Ao contrário do que se possa imaginar a moagem do trigo efetua-se de dentro para fora do grão, ocorrendo a partir da quebra do grão que, com a sua porção interna exposta, tem o endosperma raspado sucessivamente.

As seqüentes quebras do grão e pulverização do endosperma amiláceo são realizadas por moinhos de rolos, que podem ser lisos ou raiados. As etapas da moagem são:

- Trituração

A trituração ou ruptura é a primeira fase da moagem propriamente dita e consiste, basicamente, na quebra dos grãos através da ação de moinhos de rolos raiados. Da quebra do grão originam-se pelo menos três produtos, um grosseiro, com endosperma agregado á casca, grandes grânulos de endosperma e uma pequena quantidade de farinha.

Cada um dos produtos obtidos na primeira trituração, separados por peneiração, recebe tratamento específico. O produto mais grosseiro segue para uma nova trituração; os grandes grânulos de endosperma, ou sêmola, seguem para bancos de cilindros lisos, onde serão reduzidos; e a farinha de passagem é encaminhada á constituição de uma farinha final.

- Redução

A fase da redução tem por objetivo purificar e minimizar as partículas da sêmola vestida. São utilizadas nesta etapa moinhos de rolos lisos e os pequenos fragmentos de casca separados granulometricamente. Habitualmente elege-se a farinha obtida na terceira redução como o “termômetro” da moagem, por representar bem a qualidade do processo e das farinhas obtidas de determinado trigo.

- Compressão

Conforme a fase anterior, na compressão são usados rolos lisos. Nesta etapa a semolina é convertida a farinha, desfechando a moagem.

Cada trigo apresenta rendimento de extração de farinha próprio e a otimização deste valor depende em muito do processo empregado, das máquinas e equipamentos e dos conhecimentos técnicos dos que dirigem a moagem. Para um mesmo diagrama de moagem, um trigo de melhor valor tecnológico oferece maior aproveitamento de farinhas que um de baixo potencial. No primeiro caso, como exemplo, todas as passagens podem ser aproveitadas na constituição de farinha (s), no segundo, as passagens de cauda são separadas e destinadas à indústria de cola ou agregadas ao farelo.

2.4 FARINHA DE TRIGO

É um produto que deve ser obtido a partir de grãos de trigosãos, limpos em perfeito estado de conservação. A qualidade da farinha de trigo pode ser definida de modo geral, como a capacidade de produzir uniformemente um produto final atrativo, custo competitivo sob condições impostas pelas unidades processadoras. Essa qualidade será relacionada para cada usuário final. Cada tipo de produto requer uma farinha de trigo com características tecnológicas específicas a sua elaboração (RIBAS JÚNIOR, 2007).

A composição química da farinha de trigo está diretamente ligada, em primeiro lugar, à composição do trigo do qual ela foi extraída, e depois, à taxa de extração com que ela foi produzida (PUPP, 1996).

A tabela 3 demonstra a composição centesimal de farinha de trigo com diferentes taxas de extração.

Tabela 3: Composição centesimal de farinha de trigo com diferentes taxas de extração.

Taxa de extração (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)	Fibra Bruta (%)	Cinza (%)
100	12,2	2,4	64,1	2	1,55
85	12,1	1,6	69,8	0,4	0,76
80	11,7	1,4	70,2	0,21	0,6
70/72	11,3	1,1	72	0,1	0,41
40	10	0,8	74,5	Traços	0,34

Fonte: Germani (2007)

Conforme Nasseh (2007), a composição da farinha de trigo é fornecida segundo a tabela 4.

Tabela 4: Principais constituintes da farinha de trigo.

CONSTITUINTE	%
Matéria Mineral	<0,5
Lipídeos	<2
Proteína	12
Amido	65

Fonte: Nasseh (2007)

2.5 ADITIVOS E COADJUVANTES

Os aditivos constituem um grupo de produtos de grande importância para a tecnologia de panificação. Os processos atuais de fabricação dos produtos de panificação, e a grande escala de produção exigida pelo mercado foram os principais responsáveis pela utilização de aditivos em panificação. Embora os aditivos não sejam considerados matérias-primas essenciais, a sua presença é fundamental para a obtenção de produtos de qualidade, principalmente aqueles aditivos que atuam na correção de possíveis deficiências na qualidade da farinha de trigo (PAVANELLI, 2011).

Segundo a SBRT (2007), o uso de aditivos é fundamental para corrigir deficiências da farinha de trigo, e permitir a padronização da qualidade dos produtos finais. Para isto, no entanto, é preciso que os aditivos sejam utilizados nas dosagens corretas, de acordo com o tipo de produto final desejado, as matérias-primas utilizadas e o processo de panificação escolhido.

Os aditivos atuam, de maneira geral, corrigindo ou neutralizando deficiências da farinha de trigo, o que facilita a padronização da qualidade dos produtos finais; eles também podem alterar o comportamento reológico das massas, melhorando características de extensibilidade e elasticidade das massas; outra função extremamente importante dos aditivos é o prolongamento da vida-de-prateleira, o que reduz as perdas do fabricante por retorno de produto; e ainda os aditivos proporcionam maior segurança contra falhas no processo, como por exemplo, períodos prolongados de amassamento mecânico ou fermentações mais longas. Todos estes efeitos dos aditivos resultam em melhor qualidade do produto final. No entanto, é importante salientar que a obtenção destes benefícios só é possível com a utilização correta dos aditivos, ou seja, sua dosagem deve ser sempre adequada ao tipo de farinha, ao produto final desejado e ao processo de panificação que se está utilizando (PAVANELLI, 2011).

Na figura 5 estão listados os grupos de aditivos para o tratamento de farinha de trigo.

Tratamento de Farinhas de Trigo			
PRODUTOS	SUBSTÂNCIAS ATIVAS OU COMPONENTES	INDICAÇÃO	EFEITO
Suplementos Proteicos	Glúten de Trigo Vital.	Farinhas deficientes em quantidade e/ou qualidade de glúten destinadas à panificação e massas alimentícias.	Panificação: maior absorção d'água, resistência ao trabalho mecânico e tolerância à fermentação da receita e maior volume específico e melhor aspecto geral dos pães; Massas Alimentícias: maior resistência ao trabalho mecânico, melhor performance na extrusão, equilíbrio na secagem e cocção, menores índices de quebra e perda de sólidos.
Espessantes	CMC – Carboximetil Celulose de Sódio.	Farinhas de baixa capacidade de absorção d'água destinadas à panificação.	Panificação: maior rendimento, pães com melhor textura de miolo e maior shelf - life.
Condicionadores de Massa	Glúten Enriquecido.	Farinhas deficientes em quantidade e/ou qualidade de glúten destinadas à panificação e massas alimentícias; Farinhas deficientes em quantidade e/ou qualidade de glúten e escassas em enzimas e/ou escuras destinadas à panificação.	Panificação: maior absorção d'água, resistência ao trabalho mecânico e tolerância à fermentação da receita e maior volume específico, miolo mais claro e melhor aspecto geral dos pães; Massas Alimentícias: maior resistência ao trabalho mecânico, melhor performance na extrusão, equilíbrio na secagem e cocção, menores índices de quebra e perda de sólidos.
Emulsificantes	Polisorbato, DATEM, SSL ou CSL, Mono e Diglicerídeos e Lecitina de Soja.	Farinhas destinadas à panificação, massas alimentícias e biscoitos.	Panificação: melhor aeração da massa e distribuição de água e gordura, melhor maquinabilidade, maior tolerância à fermentação, volume específico e melhor textura de miolo; Massas Alimentícias: maior plasticidade da massa, fortalecimento do glúten, retardo da retrogradação do amido, menor índice de quebra, maior brilho e translucidez, menor perda de sólidos; Biscoitos: maior plasticidade da massa, melhor distribuição de água e gordura, melhor formação e moldagem, melhor índice de expansão, menor efeito checking.
Branqueadores	Peróxido de Benzoila.	Farinha de trigos imaturos ou não maturadas, escuras, destinadas ao uso doméstico e panificação.	Panificação: pães com miolos mais claros; Uso Doméstico: farinha melhor apresentável na gôndola.
Enriquecedores vitamínicos	Vitaminas do Complexo B, Vitamina PP e Ferro.	Farinha destinadas ao uso doméstico, panificação, massas e biscoitos.	Geral: Suplementação vitamínica com consequente inibição do surgimento de moléstias.
Maturadores / Oxidantes	Azodicarbonamida e Ácido Ascórbico.	Farinhas deficientes em quantidade e/ou qualidade de glúten destinadas à panificação e massas alimentícias.	Panificação: maior suavidade da massa, aceleração da formação do filme de glúten, menor índice de retração, maior volume específico, crosta mais fina e miolo macio. Massas Alimentícias: (só o azodicarbonamida) maior resistência ao trabalho mecânico, melhor plasticidade da massa, fortalecimento do glúten, menor índice de quebra, maior brilho e translucidez, menor perda de sólidos.
Redutores	Cisteína (Cloridrato de L-Cisteína).	Farinhas extremamente fortes e/ou elásticas destinadas à panificação ou produção de biscoitos.	Panificação: maior resistência ao trabalho mecânico, melhor maquinabilidade e tolerância à fermentação da massa, maior volume específico e melhor textura de miolo; Biscoitos: melhor plasticidade da massa, facilidade no escoamento, formação e moldagem, melhor índice de expansão e melhor textura.
Suplementos Enzimáticos	Alfa-amilase, Amiloglucosidase, Hemicelulase, Xilanase, Glucose Oxidase, Lipoxigenase, Lipase, Protease e seus complexos.	Farinhas deficientes destinadas à panificação e produção de biscoitos; Incremento de qualidade em farinhas destinadas à panificação e produção de biscoitos.	Panificação: incremento de qualidade em todas as fases do processo e no produto final (cada enzima com ação específica); Biscoitos: incremento de qualidade em todas as fases do processo e no produto final (cada enzima com ação específica).
Inibidores Enzimáticos	Modificadores do meio agregados a acondicionadores	Farinhas de alta atividade enzimática destinadas à panificação e massas alimentícias.	Panificação: maior absorção d'água, resistência ao trabalho mecânico e tolerância à fermentação da receita e maior volume específico, miolo mais claro e melhor aspecto geral dos pães; Massas Alimentícias: maior resistência ao trabalho mecânico, melhor performance na extrusão, equilíbrio na secagem e cocção, produtos mais claros com menores índices de quebra e perda de sólidos.

Figura 5: Principais classes de aditivos e suas indicações.

Fonte: Carvalho – Jr (2006)

2.6 OXIDANTES

Dentre os melhoradores de farinha, os agentes oxidantes são os produtos de maior importância na tecnologia de panificação. Eles atuam diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede de glúten através da formação de ligações dissulfídicas. Estas ligações formadas afetam a reologia da massa, aumentando a resistência à extensão e diminuindo a extensibilidade. Como consequência direta da ação reforçadora dos oxidantes sobre o glúten, a capacidade de retenção de gases é aumentada, o que resulta em pães com maior volume. Os agentes oxidantes também aumentam o “oven-rise”, ou salto de forno, que é o aumento rápido de volume que ocorre nos primeiros minutos após a massa entrar no forno (Nunes *et al.*, 2006).

Os oxidantes de farinhas quase sempre não possuem valor nutritivo, mas possuem propriedades que modificam a reologia das massas, tornando-as mais elásticas e menos extensíveis. Substâncias como o bromato e o iodato de potássio, azodicarbonamida e o ácido ascórbico são os oxidantes mais utilizados na panificação no mundo inteiro, embora haja vasta preferência pelo uso do ácido ascórbico por ser uma substância que fortalece as massas e pelo fato de este poder ser utilizado sem limite (LOPES *et al.*, 2007).

Segundo JUNQUEIRA-JR, 2007, o uso de compostos oxidantes na panificação conferem as seguintes vantagens:

- Aceleração no processo de maturação da farinha: a mudança nas propriedades reológicas e sensoriais da farinha recentemente moída proporcionando às mesmas características de produção obtidas através da maturação da farinha.
- Branqueamento: a redução da cor amarelo-pálida promovida pelos pigmentos carotenóides, presentes naturalmente na farinha;
- O fortalecimento da matriz do glúten necessário para suportar o estresse dos sistemas de manuseio mecânicos de alta velocidade e para conferir melhor volume final ao pão.

A função dos agentes oxidantes nas massas formadas por farinha de trigo é, a grosso modo, transformar as ligações SH intermoleculares em SS, elevando o potencial elástico da rede protéica formadora do glúten (CARVALHO-JR, 2006).

A ação oxidante favorece a união de cadeias de proteínas. Por ação da energia mecânica proporcionada à massa na fase de amasse, estas cadeias vão formar uma rede de glúten cada vez mais forte. O reforço da massa traduz-se, primeiramente, em uma maior tolerância das massas, que se mostram menos pegajosas e portanto de mais fácil manuseio. A malha de glúten reforçada permite, ainda, uma maior retenção de gases liberados na fermentação (GRANOTEC DO BRASIL, 2010).

A figura 6 ilustra a ação dos agentes oxidantes sobre os parâmetros medidos pela análise de alveografia, onde a farinha corrigida com oxidantes ficou mais tenaz e menos extensível, ou seja, a farinha irá suportar um trabalho mecânico maior.

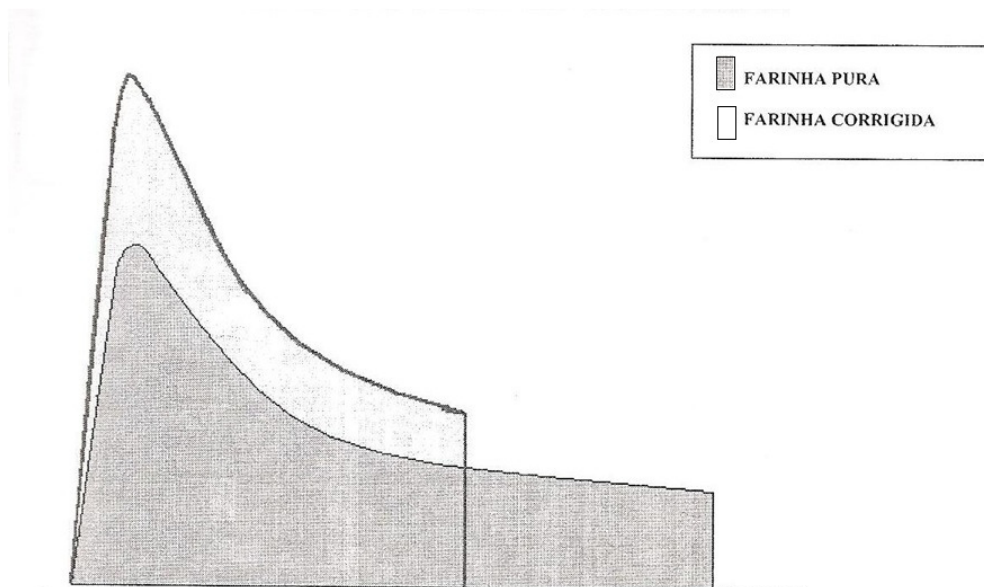


Figura 6: Efeito dos agentes oxidantes - alveografia
Fonte: Carvalho-JR (2006)

Os principais agentes oxidantes usados no mundo são o bromato de potássio (proibido no Brasil), azodicarbonamida (liberada apenas para uso em moinhos) e ácido ascórbico (CARVALHO - JR, 2006).

2.7 ÁCIDO ASCÓRBICO

O ácido ascórbico (ou vitamina C), que teve seus efeitos como oxidante registrados pela primeira vez em 1935, é o aditivo mais usado na panificação européia. Está presente na formulação da maior parte dos melhoradores comerciais e é utilizado pelos moinhos de trigo no tratamento e tipificação de farinhas (GRANOTEC DO BRASIL, 2010).

O ácido ascórbico tem sido extensivamente utilizado na indústria alimentícia como oxidante em uma grande variedade de produtos (LARSON, 1997, citado por JUNQUEIRA-JR, 2007). Em 1935, Jorgensen observou que 20 a 30 mg L-treo- ácido ascórbico (AA)/kg de farinha de trigo, causavam um aumento pronunciado na força da massa com conseqüente aumento no volume do pão. Atualmente, o ácido ascórbico é um dos ingredientes mais utilizados na formulação de misturas aditivas melhoradoras para a indústria de panificação (AAMODT *et al*, citado por JUNQUEIRA-JR, 2007).

O ácido ascórbico é uma substância com importantes funções metabólicas e tecnológicas. Do ponto de vista metabólico, em função de suas propriedades oxirredutoras (capacidade de atrair e liberar hidrogênio), ele atua na redução do Fe^{+3} a Fe^{+2} , assegurando sua absorção no intestino; facilita a liberação de ferro da transferrina (proteína transportadora de ferro no sangue) e da ferritina (uma das principais formas de armazenamento do ferro no corpo) e interage com o oxigênio e o ferro para formar dois aminoácidos componentes do colágeno: a hidroxilisina e a hidroxiprolina (SARAIVA *et al*, 2010).

Durante a mistura e em presença de oxigênio, o ácido ascórbico adicionado a farinha, é oxidado a dehidroascórbico. Este ácido converte a glutatona em glutatona dissulfúrica e se reduz a ácido ascórbico, evitando deste modo o intercâmbio sulfidrilo-dissulfúrico com o glúten, conforme ilustrado na figura 7. Por tal razão, o glúten permanece intacto formando uma rede capaz de reter o gás produzido pela fermentação, traduzindo-se em pães de grande volume e esponjosidade (GRANOTEC DO BRASIL, 2010)

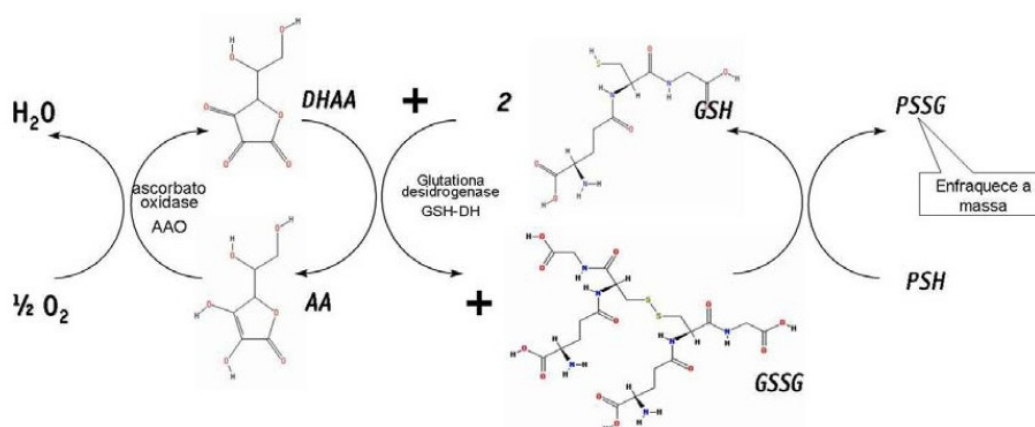


Figura 7: Oxidação do ácido ascórbico pelo oxigênio e da GSH pelo DHAA e mecanismo de formação PSSG.

Fonte: Junqueira-JR (2007)

NOTA: AA= ácido ascórbico; DHAA= ácido desidorascórbico; AAO= ácido ascórbico oxidase; GSH= glutatona reduzida; GSSG= glutatona oxidada; GSH-DH= glutatona desidrogenase; PSH=proteína reduzida do glúten; PSSG= proteína ligada a glutatona.

Todos estes efeitos comprovam o perfeito desempenho do ácido ascórbico como oxidante, o que parecia a princípio impossível, por este ser um antioxidante natural. (GRANOTEC DO BRASIL, 2010).

2.8 AZODICARBONAMIDA

A azodicarbonamida é um composto orgânico, proveniente do ácido carbônico, que atua como um oxidante rápido. Sua ação é observada no instante de formação da massa e possível apenas na presença de água. Azodicarbonamida é um composto azo-alifático, também conhecido por Azo Bis-Fornamida, pertencente a família das amidas, função orgânica caracterizada pela presença do nitrogênio unido diretamente a extremidade carbonílica da molécula. (GRANOTEC DO BRASIL, 2010).

A Legislação Brasileira prevê a utilização da azodicarbonamida (ADA) a uma concentração máxima de 40 mg.kg⁻¹ (BRASIL, 1999a; 2007). Segundo PYLER,(1988), citado em PEREIRA *et al.*, (2009) a ADA é um agente oxidante de ação rápida e age durante a mistura e fermentação da massa.

A principal característica que diferencia este oxidante dos demais é o seu poder maturador, que possibilita rápida maturação em farinhas recém produzidas

e/ou, oriundas de trigos de colheita recente. Este produto oxida o grupamento sulfidril do glúten, conferindo a este maior elasticidade e por conseqüência maior força, antecipando os resultados do processo natural de maturação (GRANOTEC DO BRASIL, 2010).

Segundo ROMANUS (2011) os benefícios apresentados pela adição de azodicarbonamida a farinha são:

- Elevação da capacidade de absorção de água;
- Aumento da resistência ao trabalho mecânico;
- Pães com maior volume;
- Melhora na textura do miolo de pães.

A ação deste agente é mostrada na figura 8, onde é reduzido em biuréia (BU) e oxidado os grupos R-SH, formando ligações cruzadas dissulfídicas.

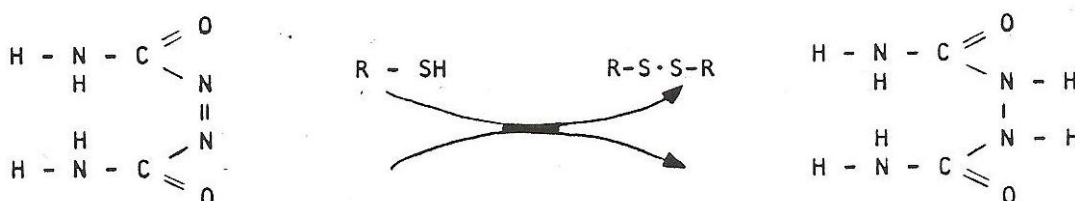


Figura 8: Ação da Azodicarbonamida
Fonte: GRANOTEC DO BRASIL (2010)

Não há referência de danos a saúde causados diretamente pela ingestão de azodicarbonamida. Em nota do governo brasileiro sobre acidentes de trabalho relata que a ingestão de azodicarbonamida pode causar rinite alérgica e asma, porém, quando há a ingestão do produto “in natura”, não depois de misturado a farinha de trigo. Os testes de toxicidade não foram feitos diretamente em pessoas. O que eles têm são apenas os relatos de pessoas com rinite e, principalmente, asma, que foram diretamente relacionados à Azodicarbonamida pela exposição de alguma forma. A ingestão não é sequer mencionada como causa da intoxicação. A ordem é: não inalar, não ingerir, não ter contato com a pele.

2.9 ANÁLISES DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO

2.9.1 Umidade

O conteúdo de umidade tem importância econômica direta, visto que é inversamente proporcional ao conteúdo de matéria seca do grão/farinha. Além disso é o fator principal que determina e assegura a conservação do produto na estocagem de farinhas bem como dos grãos. Na farinha o teor não pode exceder 15% segundo a legislação brasileira vigente (FAG, 2011).

A legislação prevê um máximo de 15% de umidade para a segurança no armazenamento. Obtém-se o grau de umidade presente na farinha por perda de peso quando a amostra de 10 gramas é aquecida a 130°C por 13 minutos (RODRIGUES, 1995). Pode-se também medir umidade de trigo e farinha no equipamento Kett, figura 9.



Figura 9: Kett, medidor de umidade.
Fonte: Moageira (2011)

2.9.2 Cor

A farinha de trigo pode apresentar diferentes colorações, dependendo do grau de extração e do tamanho das partículas, do conteúdo dos pigmentos carotenóides e da atividade da enzima lipoxigenase. As partículas finas, por refletirem uma maior quantidade de luz, geralmente apresentam uma aparência mais branca que as partículas mais grossas. Os pigmentos carotenóides são

responsáveis pela coloração amarela da farinha. Já a enzima lipoxigenase oxida os pigmentos da farinha (MOAGEIRA, 2011).

O método mais utilizado para medir a cor da farinha é com o Colorímetro Minolta, figura 10. Este aparelho faz leitura direta da farinha, sem necessidade de preparação da amostra, apresentando resultado imediato, em faixas de cores, no sistema L, a, b.

L mede a intensidade e varia de 0 (preto total) a 100 (branco total)

a+ tendência para a cor vermelho

a- tendência para cor verde

b+ tendência para cor amarela

b- tendência para cor azul



Figura 10: Colorímetro Minolta
Fonte: Moageira (2011)

2.9.3 Falling Number

O Falling Number mede a atividade das enzimas alfa-amilases do grão de da farinha de trigo para determinação do grau de germinação. As alfa-amilases estão naturalmente presentes no trigo, mas podem estar em quantidade excessiva em caso de germinação do grão devido a ocorrências de chuvas em áreas aptas a serem colhidas ou no processo de colheita. A atividade da alfa-amilase tem grande influência sobre produtos acabados (pães, bolos, entre outros) (MOAGEIRA, 2011).

O teste de Falling Number fundamenta-se na acelerada gelatinização do amido presente na suspensão de água e farinha, quando submetido a altas

temperaturas em banho-maria fervente e na seguinte liquefação do gel formado pela ação da enzima alfa-amilase nas amostras. Portanto a atividade da alfa amilase é determinada utilizando o amido da própria amostra como substrato. O tempo de Falling Number é diretamente proporcional à atividade da alfa amilase da farinha. Portanto quanto maior for o Falling Number, menor é a atividade da alfa-amilase na farinha (BUNGE, 2008, citado por ROCHADEL, 2009). Na figura 11, o equipamento medidor de Falling Number, e na figura 12, a ilustração do preparo da amostra para a análise.



Figura 11: Medidor de Falling Number
Fonte: Moageira (2011)

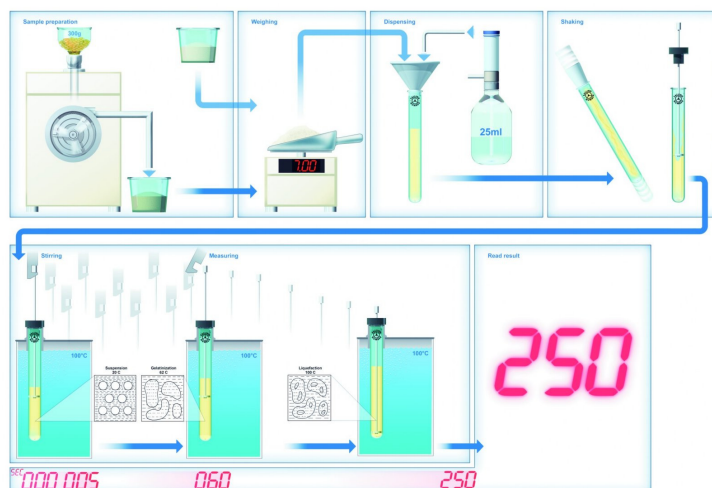


Figura 12: Ilustração do preparo da amostra para análise do Falling Number.

Fonte: Moageira (2011)

Nota: A figura ilustra como é feita a análise de Falling Number, o trigo é moído, pesado 7 gramas da farinha, colocado no tubo de ensaio, adiciona-se 25mL de água destilada. O tubo é agitado para a homogeneização da mistura e então colocado no equipamento.

2.9.4 Cinzas

Os principais minerais encontrados são o ferro, sódio, potássio, magnésio, e fósforo. Esta análise mede o resultado da incineração a 900 °C por três horas, na mufla. Sendo obtida pela diferença de peso inicial e peso final (MOAGEIRA, 2011). A figura 13 ilustra um cadinho com farinha já incinerada sendo retirado da mufla.



**Figura 13: Cadinho com farinha já incinerada sendo retirado da mufla.
Fonte: Moageira (2011)**

2.9.5 Glúten

O glúten úmido é obtido pela lavagem da farinha, manual ou com equipamento Glutomatic, através de uma solução de cloreto de sódio a 2 %. A seguir é secado em peneira ou manualmente e pesado, o glúten úmido total é expresso como porcentagem da amostra, para obter o glúten seco faz-se a divisão do valor por 3 (MOAGEIRA, 2011).

2.9.6 Alveografia

A alveografia é um ensaio onde é possível distinguir diferentes qualidades de farinha de trigo. Nesta simulação obtém-se um gráfico, que simula o comportamento da massa através do registro de curvas de extensão sob pressão de um volume de ar determinado, da massa teste tencionada até a ruptura (MOAGEIRA, 2011).

As características viscoelásticas de uma massa podem ser avaliadas por diferentes parâmetros da análise de alveografia, tais como: 1-Tenacidade (P): Traduz a resistência que uma massa oferece ao ser esticada; 2-

Extensibilidade/Elasticidade (L): Capacidade que oferece uma massa para esticar sem se romper; 3-Relação (P/L): Nos da o equilíbrio do gráfico; 4-Trabalho/Força (W): É a característica que concretiza a força da farinha (10-4 J/g), energia requerida para que ocorra a deformação da massa até à sua ruptura (CARVALHO JR , 2006).

Para a análise de alveografia, pesa-se 250g de farinha, adiciona-se solução salina a 2,5% conforme o teor de umidade da farinha. Liga o alveógrafo (figura 14), o qual irá homogeneizar a mistura, aos 8 minutos da análise a massa é extrusada, cilindrada e cortada e laminadas em círculos com aproximadamente 2 cm de raio. Após 20 minutos de descanso essas lâminas são infladas, figura 15, com ar e então é registrado em um gráfico (figura 16) a deformação até o rompimento da bolha.



Figura 14: Alveógrafo Chopin
Fonte: Moageira (2011)

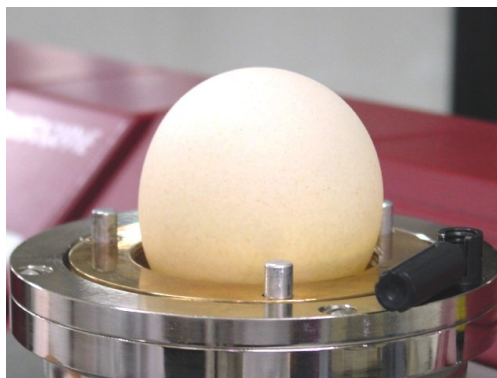


Figura 15: Lâmina de farinha sendo inflada.
Fonte: Moageira, 2011.

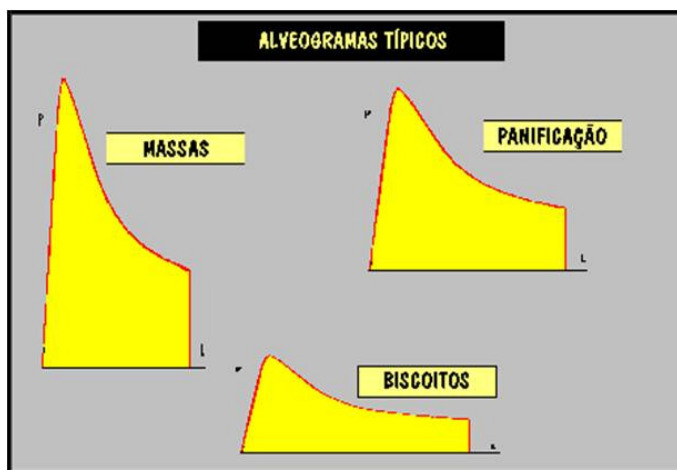


Figura 16: Alveogramas de farinhas com diferentes propriedades.
Fonte: Granotec do Brasil (2010)

2.9.7 Farinografia

O princípio do Farinógrafo é demonstrar a resistência da massa mediante uma ação mecânica (Quaglia, 1991). O aparelho é composto por um malaxador que mistura a farinha de trigo, uma bureta milimetrada para auxiliar na adição de água destilada e um registrador que elabora um diagrama conhecido como farinograma, o qual oferece os seguintes parâmetros: absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade, índice de tolerância à mistura e tempo de quebra (RANKEN, 1993).

A absorção de água é a quantidade de água requerida para que a massa atinja a consistência ótima. Quanto mais água a farinha possa absorver, sem que a massa perca a consistência, melhor será o rendimento desta farinha. O tempo de desenvolvimento da massa expresso em minutos é o tempo necessário para que a massa atinja o máximo da sua consistência. A estabilidade é o tempo que a massa permanece consistente durante o batimento. O índice de tolerância a mistura é o tempo decorrido após um intervalo de cinco minutos do ponto de consistência máxima da massa para sua perda total (MOAGEIRA, 2011).

Para a análise de farinografia é pesado aproximadamente 300 gramas de farinha, é adicionado água (valor aproximado da absorção esperada) na bureta. É ligada a masseira e aberta a bureta. A farinha permanece sendo homogeneizada por 25 minutos, e o resultado é registrado no gráfico (figura 18).



Figura 17: Farinógrafo Brabender.
Fonte: Moageira (2011)

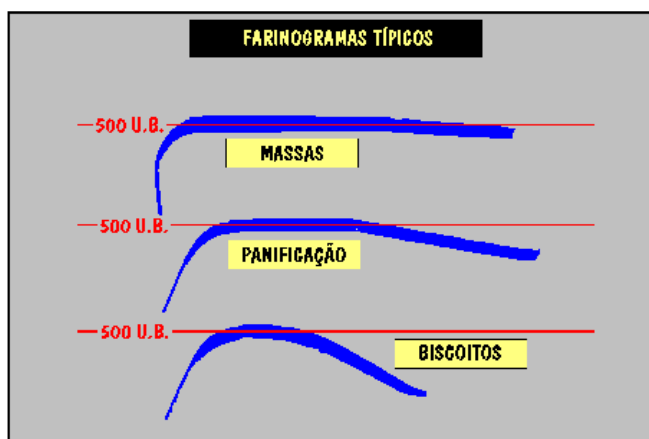


Figura 18: Gráficos de Farinografia (farinograma)
Fonte: Granotec do Brasil (2010)

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de Análise Reológica e Físico-Química de Farinha de Trigo da empresa S.A. Moageira e Agrícola, localizada no município de Irati – PR.

3.1 MATERIAL

A farinha de trigo e os oxidantes foram fornecidos pela empresa S.A. Moageira e Agrícola. Foi utilizada a farinha de trigo tipo 1 e os oxidantes ácido ascórbico e azodicarbonamida, foram utilizados isoladamente (não sob a forma de mistura, como usual) para o desenvolvimento.

Foram preparados 10 tratamentos de farinha, sendo cinco para o ácido ascórbico (AA) e cinco para a azodicarbonamida (ADA), com as seguintes concentrações para 500g de farinha (tabela 5):

Tabela 5 : Tratamentos realizados

Tratamento	Ácido Ascórbico*(mg)	Azodicarbonamida*(mg)
A	CONTROLE	CONTROLE
B	0,05	0,01
C	0,08	0,013
D	0,13	0,016
E	0,15	0,020

*A concentração de aditivos foi dosada em mg sobre 500g de farinha.

As quantidades foram estabelecidas conforme instrução do fornecedor dos oxidantes, sendo para o ácido ascórbico de 5 a 15g/50kg de farinha e para a azodicarbonamida 1 a 2g/50kg de farinha, estando as concentrações dentro dos padrões da Resolução RDC 385 de 5 de agosto de 1999.

As amostras foram aditivadas e homogeneizadas em misturador manual por três minutos. As amostras foram acondicionadas em polietileno de baixa densidade para evitar a absorção de umidade. Na continuidade, foram realizadas análises de reologia da massa e de atividade enzimática.

3.2 MÉTODOS

Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de farinha de trigo:

- Umidade -
 - Falling Number, método AACC 5681 B/99
 - Alveografia método AACC 5430/99 ICC 121/92
 - Farinografia segundo método AACC5421 82
 - Glúten método AF 1132-233
 - Cinzas método AACC 4415A
 - Cor (Colorímetro Minolta) método AACC 14-22
-
- Análise Estatística: Análise de variância e Teste de Tukey a nível de significância de 0,05%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade

A farinha de trigo utilizada nos experimentos apresentou teor de umidade médio de 13,50 estando de acordo com a legislação que determina o limite máximo de 15%.

A quantidade de água que contém uma farinha é importante, visto estar relacionada relativamente, com a água que absorverá no momento da sua utilização. Quanto maior conteúdo de umidade, menor a quantidade de água a adicionar no momento de formar a massa. Por exemplo, ao comparar uma farinha com 13% de umidade com outra farinha que contenha 15%, sabe-se que a primeira permitirá a adição de mais água.

4.2 Falling Number

Falling Number é uma determinação relacionada à atividade das enzimas beta e alfa amilase na farinha de trigo. Os valores de Falling Number (Tabela 7) não tiveram alterações significativas, tanto para o ácido ascórbico (AA) como para a azodicarbonamida (ADA), visto que esse resultado era esperado, pois oxidantes não causam alterações no Falling Number.

Com esses valores de Falling Number as farinhas dos tratamentos poderiam ser direcionadas tanto para a fabricação de massas quanto de pães, visto que a especificação para pão é de falling number acima de 300 e para massas de 225 a 275.

Tabela 6 : Resultados Falling Number, AA e ADA

Tratamentos	AA*	ADA*
A	309 ^a	309 ^a
B	313 ^a	310 ^a
C	310 ^a	310 ^a
D	308 ^a	313 ^a
E	309 ^a	309 ^a

*Média. a1: Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0%; AA: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida.

4.3 Glúten

Os agentes oxidantes envolvem-se em reações com o glúten da farinha para melhorar a capacidade de retenção de gás. Com isso, o glúten terá maior volume.

Os aditivos AA e ADA promoveram aumento do valor do glúten, portanto a farinha que tinha características médias evoluiu para características de uma farinha boa (Tabela 8).

Com os resultados obtidos nos tratamentos para ambos os oxidantes as farinhas podem ser segmentadas para a produção de massas, pães, pizzas e biscoitos fermentados. As especificações são massas acima de 29; pães acima de 27; pizzas e biscoitos fermentados de 25-30.

Tabela 7: Resultados Glúten

Ácido Ascórbico			Azodicarbonamida		
Tratamento*	Glúten Úmido (g)	Glúten Seco (g)	Tratamento*	Glúten Úmido (g)	Glúten Seco (g)
A	28,4a	9,4a	A	28,4a	9,4a
B	29,0 ab	9,7b	B	29,2b	9,7b
C	29,2bc	9,7bc	C	29,5b	9,8b
D	29,4bc	9,8bc	D	29,8bc	9,9bc
E	29,8c	9,9c	E	30,2c	10,0c

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0%;: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida.

4.4 Cor

Os oxidantes podem ser utilizados como branqueadores de farinha, porém sua ação é pequena, o único branqueador previsto pela legislação brasileira é peróxido de benzoíla.

Os agentes branqueadores atuam sobre os pigmentos carotenóides da farinha de trigo, oxidando-os. Isto permite a obtenção de pães com miolo mais branco, característica que agrada bastante ao consumidor.

Como pode-se observar nas tabelas 9 e 10 o AA e a ADA, não provocaram alteração evidente na cor da farinha.

Tabela 8: Resultados das análises de cor do Ácido Ascórbico

Tratamentos*	L	A	b
A	92,15	0,18	9,49
B	92,24	0,18	9,57
C	92,18	0,2	9,61
D	92,16	0,21	9,68
E	92,27	0,2	9,52

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos.

Tabela 9: Resultados das análises de cor da Azodicarbonamida

Tratamentos*	L	A	b
A	92,15	0,18	9,49
B	92,2	0,21	9,71
C	92,14	0,19	9,71
D	92,18	0,23	9,69
E	92,3	0,2	9,64

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos.

4.5 Cinzas

O teor de cinzas varia conforme o nível de extração da farinha de um mesmo trigo, sendo o resíduo mineral dessa farinha. Valores maiores indicam uma farinha de qualidade inferior e de alta extração, enquanto valores mais baixos de resíduos minerais indicam nível baixo de extração e melhor farinha.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo, o teor máximo de cinzas para as farinhas tipo I, II e integral é, respectivamente, 0,8%; 1,4%; 2,5%".

Conforme a tabela 11, adição de oxidantes não altera o teor de cinzas na farinha de trigo. Com os resultados obtidos, a farinha de trigo pode ser segmentada para a produção de massas e pães.

Tabela 10: Resultados cinzas AA e ADA

Tratamentos	Ácido Ascórbico** (%)	Azodicarbonamida** (%)
A	0,69	0,69
B	0,70	0,69
C	0,69	0,70
D	0,67	0,68
E	0,67	0,66

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. ** Os teores de cinzas estão expressos em base seca.

4.6 Alveografia

Para esta análise são esperadas as maiores alterações, visto que a incorporação de oxidantes na farinha de trigo irá resultar em uma massa mais tenaz e com a matriz de glúten reforçada. Com isso, é satisfatório que os valores de P (tenacidade) aumentem, os de L (extensibilidade) diminuam e W aumente.

Os dois aditivos foram eficazes para os parâmetros de alveografia (tabela 12 e 13), visto que aumentaram a tenacidade (P) da massa, parâmetro que indica a resistência de uma massa ao ser esticada, bem como aumentaram a força da farinha (W).

A força da farinha representa a sua maior ou menor aptidão para sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com água. É igualmente associada a maior ou menor capacidade de absorção de água das proteínas formadoras de glúten, combinada com a boa capacidade de retenção de gás carbônico de forma a assegurar a obtenção de um bom produto de panificação, produzindo um pão de bom volume e de granulometria aberta. A medida da força da farinha é o número W. Considera-se normalmente que o volume do pão cresça de forma diretamente proporcional ao W da farinha.

Segundo a tabela de especificação de Carvalho-JR (2006), as farinhas com P/L acima de 2,00 e W acima de 280 podem ir para o segmento da indústria de massas alimentícias, pois há maior resistência ao trabalho mecânico, melhor plasticidade da massa, fortalecimento do glúten e menor índice de quebra. Portanto os tratamentos D e E do AA e da ADA podem ser indicados para massas alimentícias. Já os tratamentos B e C de ambos os oxidantes, podem ser segmentados para a panificação, onde a especificação é de P/L entre 1,00 e 1,80 e W de 180 a 275.

Tabela 11: Resultado da análise de alveografia do Ácido Ascórbico

Tratamentos*	P	L	P/L	W
A	95a	74 ^a	1.27a	229a
B	115b	63ab	1.78b	245b
C	118b	66b	1.82b	258b
D	123c	61ab	2.00c	280c
E	127c	58c	2.15d	305d

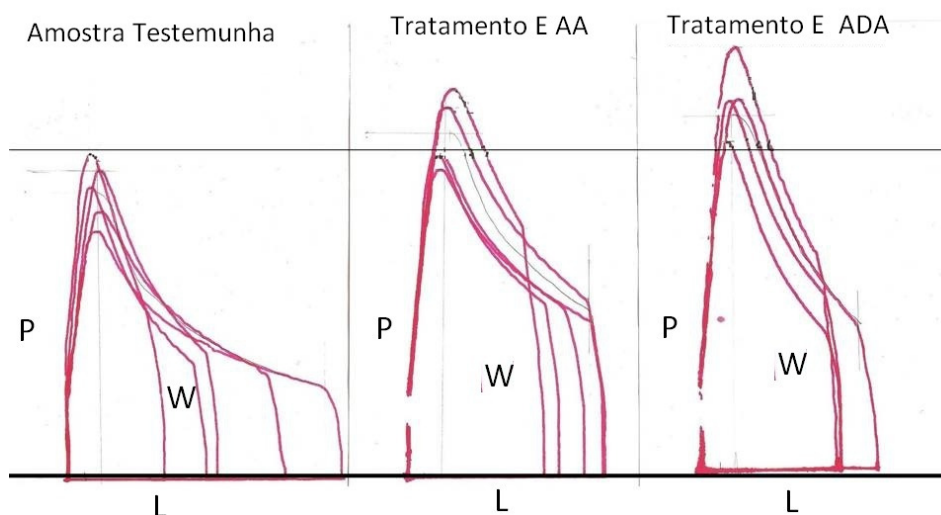
*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0% segundo a análise estatística. AA: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida.

Tabela 12: Resultado da análise de alveografia da Azodicarbonamida.

Tratamentos*	P	L	P/L	W (joules)
A	95a	74a	1.27a	229a
B	101a	62b	1.61b	236ab
C	111b	59bc	1.88c	254b
D	116b	56cd	2.04c	289c
E	125c	53d	2.33d	316d

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0%; AA: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida.

Na figura 19 encontram-se os alveogramas do tratamento A (amostra testemunha) e dos tratamentos E de ambos os oxidantes.

**Figura 19: Alveogramas do tratamento A e E do Ácido Ascórbico e da Azodicarbonamida**

Legenda: Na comparação dos gráficos acima, pode-se observar, o aumento de P (tenacidade ou elasticidade) e a diminuição de L (extensibilidade), conseqüentemente aumento o W (força de glúten).

4.7 Farinografia

Durante a reação dos agentes oxidantes sobre a farinha são liberadas moléculas de água, presas em condições normais. Devido a isso, a absorção de água é inversamente proporcional à concentração de oxidantes (quanto maior a concentração de aditivos, menor a absorção de água na farinha).

Conforme as tabelas 14 e 15, o AA aumentou o ITM (índice de tolerância a mistura), portanto diminuiu a tolerância a mistura da massa, deixando-a com características de farinha de força média. Já a ADA aumentou a tolerância à mistura da farinha (diminuiu o ITM), assim farinha resistirá a um trabalho mecânico maior. Porém, essas alterações não têm relação precisa com os aditivos, visto que o farinógrafo não é um equipamento preciso.

Para as variáveis estabilidade, amolecimento e tempo de desenvolvimento as variações não foram significativas.

Tabela 13: Resultados da análise de farinografia do Ácido Ascórbico

Tratamentos*	Absorção	T. Desenv.	Estabilidade	ITM	AMOL.
A	57,7a	2:30 ^a	19:30a	5a	00/00a
B	57,3ab	2:30 ^a	19:30a	10:00ab	00/10b
C	57b	2:00b	19:30a	10:00ab	00/10b
D	56c	2:00b	19:00a	15:00c	00/00a
E	54d	2:00b	19:00a	15:00c	00/10b

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0%; AA: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida. Legenda: ITM: Índice de tolerância a mistura; AMOL: amolecimento

Tabela 14: Resultados da análise de farinografia da Azodicarbonamida

Tratamentos*	Absorção	T. Desenv.	Estabilidade	ITM	AMOL.
A	57,7a	2:30 ^a	19:30a	5a	00/00a
B	57,3a	2:00ab	19:30a	00b	00/35b
C	56,2b	2:00b	19:30a	00b	00/35b
D	56b	2:30 ^a	19:00a	00b	00/45b
E	55,7b	1:30c	19:00a	00b	00/45b

*A: amostra controle, E maior concentração de aditivos. Valores com letras iguais não são significativamente diferentes em nível de 5,0%; AA: ácido ascórbico. ADA: azodicarbonamida.

Na figura 17 pode-se fazer a comparação entre os gráficos da amostra testemunha, do tratamento E do ácido ascórbico e do tratamento E da azodicarbonamida.

Quanto mais linhas vermelhas contínuas ficarem na linha central vermelha, significa que a farinha é mais estável. Portanto pode-se observar que a estabilidade diminui com os aditivos.

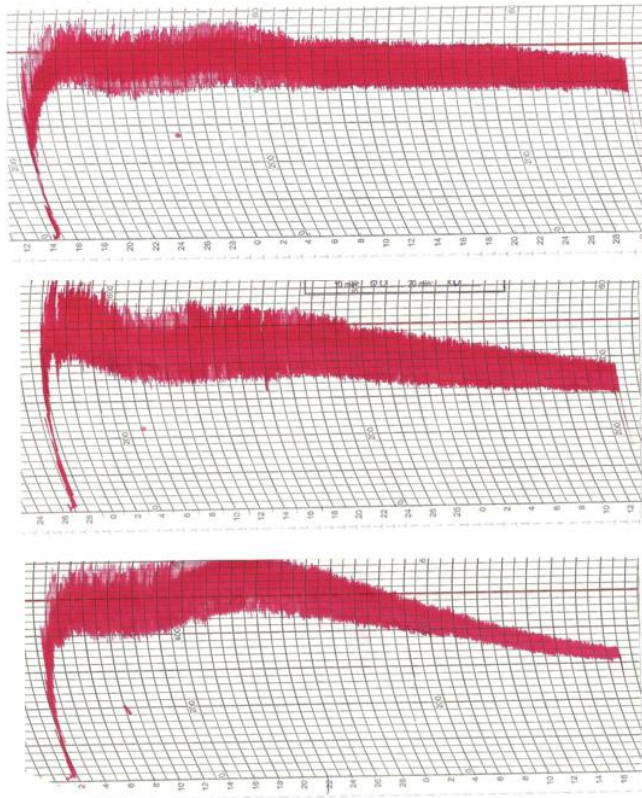


Figura 20: Farinogramas

Gráficos de farinografia: superior: da amostra testemunha, central: do tratamento E do ácido ascórbico e inferior: tratamento E da Azodicarbonamida.

5 CONCLUSÃO

A adição dos oxidantes ácido ascórbico e azodicarbonamida provocaram:

- O aumento da tenacidade da farinha, fornecendo à massa maior resistência ao ser esticada;
- O aumento da força da farinha, fortalecendo a matriz do glúten, fazendo com que a farinha suporte o estresse dos sistemas de manuseio mecânicos de alta velocidade;
- Diminuição na extensibilidade da massa;
- A diminuição da absorção de água da farinha, devido à liberação de moléculas de água durante a reação dos oxidantes.
- Os tratamentos B e C (menores concentrações de oxidantes) de ambos os oxidantes pode ser segmentada para a indústria de panificação, pois os resultados obtidos se enquadram na especificação para segmento;
- Os tratamentos D e E, (maiores concentrações de oxidantes) de ambos os oxidantes pode ser segmentada para a indústria de massas alimentícias, pois os resultados obtidos se enquadram na especificação para desse segmento;
- A ação do ácido ascórbico e da azodicarbonamida foram semelhantes, sendo a única diferença é que o ácido ascórbico foi mais eficaz para o aumento da tenacidade do que a diminuição da extensibilidade, já a azodicarbonamida foi mais eficiente na diminuição da extensibilidade do que para o aumento da tenacidade.
- Ambos os oxidantes tiveram resultados satisfatórios.
- Seria viável em trabalhos futuros testar o uso do ácido ascórbico simultaneamente com a azodicarbonamida.

REFERÊNCIAS

- ABITRIGO. **Consumo Mundial de Trigo**. 2011 Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/pdf/CONS-TRIGO.pdf>> acesso em agosto -2011
- ABITRIGO. **O que é trigo**. 2011. Disponível em <http://www.abitrigo.com.br/>> acesso em agosto - 2011
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. 1. ed. São Paulo: Edgar Blücher, v. 4, 2001. p. 365- 395.
- BARCELLOS, J, M. Qualidade de Trigo e Farinhas. **Apostila Técnica Romanus**, março, 2003.
- BOBBIO, F.; BOBBIO, P. **Introdução à química de alimentos**. 2. Ed. São Paulo: 1992.
- CARVALHO-JR, DIVANILDO. Controle de qualidade de trigo e derivados e tratamento e tipificação de farinhas. **Apostila Técnica do Grupo Granotec do Brasil**, 2006.
- CERTREM. Controle de Qualidade do Trigo e Farinha. **Apostila do XXII Curso de Formação de Moleiro Júnior**, Fortaleza, 2004.
- CHULA, A. P. **Pão enriquecido com farinha de casca de banana e polpa**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**, Informação pessoal dada por Wilson Guilherme, gerente técnico da unidade de Ponta Grossa, 2010.
- EMBRAPA TRIGO. Boletim técnico, 2011 disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/>> acesso em agosto - 2011
- GERMANI, R. Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliação de suas qualidades. **EMBRAPA**. Rio de Janeiro, 2007.
- GRANOTEC DO BRASIL, Tratamento de Farinha. **Apostila Técnica**, Curitiba, 2002.
- GRANOTEC DO BRASIL, **Apostila Técnica**, Curitiba, 2010.

GRANOTEC DO BRASIL. **Trigo e farinhas: Conceitos fundamentais, especificações e tratamento.** Apresentação em slides, fornecida por Luiz Alberto Chavez Ayala, 2009

JUNQUEIRA-JR, R. M. . **Estudo da interação entre lipoxigenase da soja e ácido ascórbico nas propriedades reológicas e sensoriais de pães.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2007.

FAG . **Laboratório trigo** – Faculdade Assis Gurgaz –Disponível em <http://www.fag.edu.br/trigo/>> acesso em setembro - 2011

LOPES, A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; FERREIRA JÚNIOR, P. G. Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 307-312, 2007.

NASSE, T.M. **Estudo da aceitação de pão “francês” congelado pelos panificadores de Ponta Grossa**, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NUNES, A.G.; FARIA, A.P.S.; STEINMACHER, F.R.; VIEIRA, J.T.C. **Processos enzimáticos e biológicos na panificação.** Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006. 2-5p.

PAVANELLI, A. P. **Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade.** Artigo Técnico Oxiten, 2011. ABIAM.

PUPP, L. **Farinha de trigo: características tecnológicas e aplicações.** São Paulo: Cereal Chocotec, 1996.

QUAGLIA, G. **Cincia y tecnologia de La panificación.** 2 ed. Zaragoza: Ed. Acribia, 1991.

QUEJI, M. D.; *et al.* **Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase.** Disponível em <www.uepg.br>. Acesso em 19 mar. 2011

RANKEN, M. D. **Manual de industrias de los alimentos.** 2 ed. Zaragoza, 1993.

RIBAS JÚNIOR, J. F. **Variação da qualidade do amido.** 2007. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa 2007.

ROCHADEL, F. O. ; ROCHA NETTO, J. P. **Estudo do tempo de conservação de farinha de trigo adicionada de terra diatomácea em embalagens de PEBD.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009.

RODRIGUES, M. L. **Algumas dicas sobre a história do trigo.** GRANONEWS. p. 03. Jul-Ago 1995.

ROMANUS. **Ficha técnica Azodicarbonamida,** 2011.

S.A MOAGEIRA E AGRÍCOLA. **Laboratório de Controle de Qualidade.** Disponível em: <http://www.moageira.com.br/>> Acesso em junho 2011.

SARAIVA, ET AL. Efeito do ácido ascórbico em massa de pão na presença do ácido tânico. **Revista Acta Scientiarum. Technology,** Maringá, v. 32, n. 2, p. 207-211, 2010.

SBRT - Copyright ©. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. **Oxidação do óleo de palma** Disponível em:
http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt5878.pdf?PHPSESSID=22a1a88_ebe7ee1fb7f5880e58583ebd>

WALTER, M.; SILVA, L; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Revista Ciência Rural,** Santa Maria, v.35, n.4, p.974-980, jul-ago, 2005.