



RAUL ANTÔNIO VIANA MADEIRA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE
LINHAGENS DE TRIGO DESENVOLVIDAS
PARA O CERRADO MINEIRO**

LAVRAS – MG

2014

RAUL ANTÔNIO VIANA MADEIRA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE LINHAGENS DE TRIGO
DESENVOLVIDAS PARA O CERRADO MINEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Joelma Pereira

Coorientador

Dr. Wagner Pereira Reis

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Madeira, Raul Antônio Viana.

Caracterização tecnológica de linhagens de trigo desenvolvidas
para o cerrado mineiro / Raul Antônio Viana Madeira. – Lavras:
UFLA, 2014.

111 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Joelma Pereira.

Bibliografia.

1. Farinha de trigo. 2. Panificação. 3. Pão - Qualidade
tecnológica. 4. Legislação I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 664.722

RAUL ANTÔNIO VIANA MADEIRA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE LINHAGENS DE TRIGO
DESENVOLVIDAS PARA O CERRADO MINEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2014.

Dr. Wagner Pereira Reis UFLA

Dr. Anderson Felicori Fernandes UFLA

Dra. Joelma Pereira

Orientadora

LAVRAS – MG

2014

A Deus, em ação de graças.

A Karyn Carollina Coutinho, pela paciência, amor e dedicação.

A minha mãe, Vanda, pelo carinho, paciência e cumplicidade.

Ao meu pai, Helvécio, pelo apoio e confiança incondicional.

A minha irmã, Carol e sobrinho, Pedro Lucas, pelo carinho e dedicação.

A minha avó Maria e à Tia Inês, pela atenção, amor, confiança, carinho e presença constante, com seus ensinamentos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade e a infraestrutura concedida para a realização do mestrado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento da pesquisa.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em especial a Aurinelza Teixeira Condé, pesquisadora da EPAMIG, juntamente com o Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras, pela doação do material experimental.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Agroindústria de Alimentos, que cedeu seus equipamentos e instalações para a realização de parte do experimento.

Aos professores do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos, carinho e paciência.

À professora Dra. Joelma Pereira, pela orientação, paciência, amizade, carinho e dedicação em seus ensinamentos que foram de grande relevância para a realização deste trabalho e, principalmente, para o meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Dr. Wagner Pereira Reis e ao pesquisador Dr. Carlos Piler, pela paciência, dedicação e orientação.

À Adriana Minguita e a Mariana Mattos, que foram excepcionais companheiras e atenciosas durante minha passagem pela Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Ao Moinho Sul Mineiro, pela colaboração.

Aos amigos do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos e do Laboratório de Pós-Colheita (Tina e Denise), pelo apoio e preciosa ajuda na condução do experimento.

Aos amigos do Rio de Janeiro (Junior, Felipe, Regiane), pela excepcional colaboração, atenção, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos de Uberlândia (Ana, Flaviane, Fabrícia, Lislíe, Edna e Cesinha) que me apoiaram incondicionalmente na minha decisão de seguir a carreira acadêmica.

RESUMO

O trigo tem destacada importância, entre os cereais, na panificação. A qualidade do grão de trigo é o resultado da interação das condições de cultivo somadas à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento. A qualidade das farinhas de trigo é determinada por uma série de características, desempenhando importante papel no controle da qualidade e na especificação de ingredientes dos produtos elaborados. Para alcançar melhor rentabilidade, o produtor necessita de cultivares de trigo de alta produtividade, porém, só isso não é suficiente, pois, para atender aos moinhos, à indústria de alimentos e, mais especificamente, aos panificadores, as cultivares devem apresentar requisitos de qualidade para resultar em produtos finais também de qualidade superior. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e classificar tecnologicamente linhagens de trigo conforme a legislação brasileira vigente e determinar as características físicas e sensoriais de pão francês, provenientes destas linhagens tendo como padrão duas cultivares comerciais. Um delineamento inteiramente casualizado foi conduzido com sete tratamentos e três repetições. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos que apresentaram diferença significativa foram identificados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os parâmetros físico-químicos e reológicos foram cruzados com os sensoriais por meio de análise de componentes principais. As linhagens EP062043 e EP063065 demonstraram boas características industriais de moagem. As mesmas apresentaram características semelhantes às encontradas para as cultivares CD108 e BRS264 que, comercialmente, foram classificadas como trigo pão, conforme legislação brasileira vigente. A linhagem EP066066 foi classificada como trigo básico. As linhagens EP066055, EP064021, EP062043 e EP063065 foram classificadas como trigo pão. Dentre as linhagens estudadas, a EP062043 apresentou as melhores características reológicas, as melhores características físicas de qualidade do pão e os melhores resultados na análise sensorial. Diante disso, pode-se afirmar que esta linhagem apresenta excelentes características para a industrialização e a panificação.

Palavras-chave: Farinha de trigo. Panificação. Qualidade tecnológica. Legislação.

ABSTRACT

Wheat has outstanding importance among the cereals in breadmaking. The quality of wheat grain is the result of the interaction of cultivation conditions in addition to the interference of harvesting, drying and storage operations. Wheat flours quality is determined by a number of features, playing an important role in controlling the quality and specification of the ingredients of the manufactured products. To achieve better profitability, the producer needs wheat cultivars of high yield, but only that is not enough because to meet the mills, the food industry and, more specifically, the bakers, cultivars should provide quality requirements for lead into final products also of top quality. The objective of this study was to evaluate and classify technologically wheat strains according to the Brazilian legislation and determine the physical and sensory characteristics of French bread from these strains, with two commercial cultivars as pattern. A completely randomized design was conducted with seven treatments and three replications. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the treatments that showed significant differences were identified by Tukey test at 5% probability. Physico-chemical and rheological parameters were crossed with sensory parameters by principal component analysis. EP062043 and EP063065 strains showed good industrial milling characteristics. They presented similar characteristics to those found for CD108 and BRS264 cultivars, which were commercially classified as wheat bread, according to current Brazilian legislation. EP066066 strain was classified as basic wheat. EP066055, EP064021, EP062043 and EP063065 strains were classified as wheat bread. Among the strains studied, EP062043 showed the best rheological characteristics and physical quality of the bread and the best results in sensory analysis. Thus, it can be affirmed that this strain has excellent features for industrialization and baking.

Keywords: Wheat flour. Baking. Technological quality. Legislation.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	12
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3	METODOLOGIA	25
4	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30
	SEGUNDA PARTE	35
	ARTIGO 1 Características tecnológicas de linhagens e cultivares de trigo desenvolvidas para o cerrado mineiro	35
1	INTRODUÇÃO	36
2	MATERIAL E MÉTODOS	38
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	ARTIGO 2 Classificação de linhagens de trigo desenvolvidas para o cerrado mineiro	54
1	INTRODUÇÃO	55
2	MATERIAL E MÉTODOS	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4	CONCLUSÃO	75
	REFERÊNCIAS	76
	ARTIGO 3 Pão francês produzido com farinhas de linhagens de trigos desenvolvidas para o cerrado mineiro	80
1	INTRODUÇÃO	81
2	MATERIAL E MÉTODOS	83
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
4	CONCLUSÃO	110
	REFERÊNCIAS	111

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O trigo é uma das principais matérias-primas alimentícias brasileiras devido à quantidade consumida, aos valores financeiros envolvidos e aos diversos produtos industriais fabricados a partir dessa matéria-prima. Ele destaca-se não apenas por suas peculiaridades tecnológicas, mas também pela sua importância na inserção e na valorização dos sistemas de produção regionais, na agregação de renda às propriedades agrícolas, no aspecto de abastecimento interno e no papel de produto relevante nas transações comerciais brasileiras com outros países.

A safra de trigo brasileiro vem diminuindo e a demanda pelo grão, aumentando (MORI; SILVA, 2013). Logo, há a necessidade de produzir mais trigo, o que é perfeitamente possível e viável, pois o Brasil dispõe de tecnologia e ambiente para produzir em quantidade e qualidade necessárias. A região do Brasil Central, mais especificamente o Cerrado Mineiro, tem grande potencial para produzir trigo, por três principais razões que são: compensar a maior distância entre as unidades moageiras e os locais de recebimento do trigo importado; o elevado potencial de produção de trigo de boa qualidade e a grande capacidade instalada da indústria moageira na região (SANTOS, 2008).

As empresas de pesquisa brasileiras investem em estudos para desenvolver e determinar as características agronômicas de linhagens de trigo capazes de serem cultivadas na região central do Brasil. Um dos principais problemas encontrados é o estresse pelo calor. Contudo, uma das estratégias utilizadas é a seleção de linhagens de trigo com tolerância a esse fator.

Como é sabido, somente as características agronômicas não satisfazem às necessidades das indústrias de panificação, visto que o desenvolvimento de

novas cultivares pode culminar em plantas que produzem trigos e, por consequência, derivados com características tecnológicas indesejáveis ou de baixa qualidade industrial, como baixa resistência à mistura, baixo teor de proteínas e alta atividade diastásica, dentre outros fatores que vão restringir as possibilidades de processamento e industrialização do cereal.

O uso do trigo como alimento reside na sua transformação em farinha e esta é a principal matéria-prima utilizada pelas indústrias de panificação. A qualidade da farinha está intrinsecamente ligada à qualidade e aos tipos de trigo utilizados na sua produção (GOESAERT et al., 2005; VETRIMANI; SUDHA; HARIDAS RAO, 2005). Nos grãos, a qualidade é identificada por parâmetros físicos e físico-químicos e, na farinha de trigo, é avaliada por métodos químicos, físicos e reológicos (EL-DASH, 1982; GERMANI, 2003; GERMANI et al., 1993; PEREIRA, 2006). A realização desses testes possibilita a identificação do potencial de panificação, pela predição das características tecnológicas da massa e da qualidade dos produtos finais (GERMANI, 2003).

Uma maneira de estabelecer, de forma confiável, o potencial de qualidade de uma nova cultivar é aliar a qualidade no campo, a qualidade da matéria-prima e, por fim, a qualidade na produção dos produtos finais. Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de unir três elos, estabelecendo a caracterização tecnológica de linhagens de trigo indicadas para plantio no cerrado mineiro. Como objetivos específicos citam-se: selecionar as linhagens de trigo com maior produtividade; determinar a composição centesimal das linhagens de trigo; estabelecer as características tecnológicas por meio de análises físicas e químicas e classificar o trigo conforme a legislação brasileira vigente; avaliar a farinha de trigo proveniente dos trigos estudados conforme sua classificação; avaliar as características dos produtos fabricados e, por fim, relacionar as informações físico-químicas e reológicas com as tecnológicas e, ainda, predizer se é possível produzir trigo de boa qualidade no Cerrado Mineiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do trigo no mundo

O trigo (*Triticum aestivum*) foi uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem. Embora seja uma cultura melhor adaptada às latitudes 30°-60° N e 27°-40° S, pode ser cultivada fora destes limites, inclusive próximo à área equatorial (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012). A planta de trigo prefere temperaturas amenas, tendo como temperaturas ideais de crescimento 20 °C, na germinação; 8 °C, na fase vegetativa; 15 °C, na fase reprodutiva e 18 °C, da floração à maturação fisiológica dos grãos (SOUZA; PIMENTEL, 2013).

Sua produção começou na Mesopotâmia, onde os grãos eram consumidos numa espécie de papa. Por volta de 4000 a.C., os egípcios descobriram o processo de fermentação do trigo. Da Mesopotâmia, o trigo se espalhou pelo mundo e chegou à China, onde era usado para a fabricação de farinha, macarrão e pastéis; à Europa, onde era cultivado nas regiões mais frias, como Rússia e Polônia e foi pelas mãos dos europeus que, no século XV, chegou às Américas (ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DO TRIGO - ABITRIGO, 2012).

Segundo Mori e Silva (2013), a produção de trigo representa cerca de 30% da produção mundial de grãos, ocupando o primeiro lugar na área de cultivo e o segundo lugar em produção, ficando atrás apenas do milho. Dessa produção total, mais de 70% são de responsabilidade da União Europeia (20,6%), China (17,2%), Índia (12,5%), Estados Unidos (9,0%), Rússia (7,7%) e Canadá (3,9%).

2.2 O trigo no Brasil

No Brasil, o trigo é cultivado nas seguintes regiões tritícolas: sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e parte do Paraná), centro-sul (Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo) e central (Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e parte da Bahia e do Mato Grosso), divididas considerando as características climáticas, as variedades e os sistemas de produção utilizados.

Avanços importantes na genética e no manejo da cultura sustentaram o incremento no potencial produtivo das lavouras no Brasil, durante as últimas décadas. A criação de novas cultivares, com maior resistência/tolerância a estresses bióticos e abióticos, melhor arquitetura de planta e qualidade industrial adequada às demandas da indústria são os principais responsáveis pelas médias nacionais de produtividade superiores a 2 t ha^{-1} , nas safras 2012/2013 (EMBRAPA, 2012; MORI; SILVA, 2013). O consumo anual de trigo no país tem se mantido em torno de 10 milhões de toneladas (MORI; SILVA, 2013).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2013), na safra de trigo 2012/13, houve um decréscimo de 13,5% na produção nacional do grão e a demanda interna está avaliada em 10,4 milhões de toneladas, como na safra anterior. A Conab prevê a necessidade de importar 6,7 milhões de toneladas, devido à restrição da oferta interna, da Argentina e de outros países fornecedores. Com isso esperou-se a elevação dos custos da matéria-prima para os industriais brasileiros em 2013. Nesse sentido, alguns elementos fundamentais, como o crescimento da demanda mundial de alimentos, a melhoria da renda e do padrão de consumo, o surgimento de novos mercados, o uso de barreiras não tarifárias pelos países desenvolvidos e a tendência de longo prazo de queda dos preços internacionais das *commodities*, sinalizam que o Brasil deve intensificar os trabalhos de pesquisa com trigo. Estes trabalhos podem fornecer embasamento científico e tecnológico para o aumento

qualitativo e quantitativo da produção, possibilitando a redução ou a substituição das importações e o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro (SOARES SOBRINHO et al., 2008).

Santos (2008) afirma que a produção do trigo no Brasil Central pode ser a solução para que não ocorram aumentos dos preços dos produtos panificados. Com alta produtividade e qualidade, a região reúne características que podem contribuir para ampliar sua participação no mercado de grão no país (OSÓRIO, 1992; TORBICA et al., 2007). O fato é que o Brasil dispõe de tecnologia e ambiente para produzir em quantidade e qualidade necessárias, afirmam Fronzaet al. (2004) e Soares Sobrinho et al.(2008), que também apontam aquela região como sendo propícia à expansão do cultivo, podendo ocupar área superior a dois milhões de hectares.

Desde o final da década de 1980, a Embrapa e outras empresas de pesquisa estudam a inserção desta cultura nas condições climáticas do cerrado e iniciaram as pesquisas para desenvolver plantas adaptadas às condições da região (FRANCO, 2012). A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, a EPAMIG, trabalha há, pelo menos, 35 anos com pesquisas nessa área, identificando necessidades atuais e oportunidades potenciais nas cadeias produtivas dos principais cereais (arroz, trigo, milho, sorgo), leguminosas (feijão, soja) e fibras (algodão). A perfeita harmonia existente entre as diversas instituições parceiras da EPAMIG e a seriedade do trabalho vêm contribuindo para o sucesso do Programa Grandes Culturas que, no período de 2001 a 2008, lançou sete cultivares de feijão, duas de arroz irrigado, duas de algodão e quatro de trigo, além de tecnologias de adubação e processamento de sementes (PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS -EPAMIG, 2013).

No caso do trigo, o foco das instituições de pesquisa tem sido o desenvolvimento de genótipos adaptados à região e que apresentem elevada produtividade e qualidade (GUTKOSKI et al., 2007). Experimentos conduzidos

por estas empresas de pesquisa, universidades (Universidade Federal de Lavras e Universidade Federal de Viçosa) e outras, como a Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (Coopadap), a Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), no intuito de desenvolver novos materiais adaptados ao estado de Minas Gerais, culminou em cultivares como Embrapa 22, Aliança, BRS 264, UFVT 1 – Pioneiro, CD 105 e CD 108, dentre outras (MORI; SILVA, 2013). Só nas últimas três décadas, o trabalho conjunto desenvolvido em Minas Gerais foi responsável pela indicação demais de trinta cultivares de trigo para o estado, proporcionando aumentos crescentes de produtividade (CONDÉ; COELHO, 2009).

2.3 A triticultura em Minas Gerais

De acordo com Paes (2011), há cerca de cinquenta mil hectares de plantação de trigo na região do cerrado brasileiro, que responde por menos de 5% da produção nacional, mas há potencial para o plantio de 1,5 milhão de hectares de trigo irrigado e de 3 milhões de hectares de trigo sem irrigação.

Segundo Mori e Silva (2013), os registros de cultivo do trigo no estado de Minas Gerais datam do início do século passado, resultante da tradição de imigrantes de cidades do Triângulo Mineiro. Desde então, ascendências e decadências foram observadas na triticultura mineira.

O trigo apresenta-se como uma importante cultura para a diversificação dos sistemas produtivos regionais, aumentando as possibilidades de rotação e, principalmente, sucessão de culturas, além de contribuir sobremaneira na adoção do sistema de plantio direto na palha (CONDÉ et al., 2013a). Assim, a cultura do trigo passou a ser utilizada como opção segura e rentável pelos agricultores para cultivo em sequeiro com sucessão de culturas de verão, como soja, feijão e

arroz, entre outras, no estado (CONDÉ et al., 2013b). As principais mesorregiões produtoras de trigo em Minas são Noroeste, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste/Campo das Vertentes e, em 2011, os principais municípios produtores foram: Perdizes, Rio Paranaíba, Romaria, Unaí, Madre de Deus de Minas, Nova Ponte, Indianópolis, Santa Juliana, Paracatu e Varjão de Minas, representando, juntos, 68,6% da produção tritícola do estado (MORI; SILVA, 2013).

Minas Gerais tem potencial de plantio de mais de um milhão de hectares, podendo se tornar polo de produção de trigo de alta qualidade industrial para panificação, em função de suas características climáticas (LOPES, 2013). O estado obteve produção total de 80,7 mil toneladas de trigo, em 2012. O segmento de moagem no estado tem capacidade instalada de 600 mil toneladas/ano, estando os principais moinhos localizados nos municípios de Uberlândia, Santa Luzia, Contagem, Juiz de Fora e Varginha (MORI; SILVA, 2013). Considerando a produção de Minas Gerais em 2012 (~80mil toneladas), a quantidade produzida corresponde a 7,5% do consumo estimado do estado (1.078,2 mil toneladas). Dessa maneira, a área ocupada com trigo poderia ser aumentada, atendendo ao consumo do estado, principalmente no que diz respeito à qualidade da farinha, para atender tanto a indústria de panificação quanto a indústria de massas alimentícias (CONDÉ; COELHO, 2009).

As empresas de pesquisa nacionais avaliam que apenas metade da produção brasileira atende às especificações da indústria nacional, que anseia por trigo pão e, por isso, há a necessidade de importação, para que toda a indústria moageira seja atendida (FRANCO, 2012).

2.4 Aspectos de qualidade

2.4.1 Fatores inerentes ao trigo

O trigo, quando considerado matéria-prima, é responsável pela qualidade da sua farinha, considerando-se fatores como a diversidade das variedades de grãos existentes e as condições de clima e do solo de cada região de cultivo. O trigo tem importante papel no aspecto econômico e nutricional da alimentação humana, pois seus derivados são largamente utilizados na indústria alimentícia (FERREIRA, 2003; SCHEUER et al., 2011).

A qualidade do grão de trigo é o resultado da interação das condições de cultivo (solo, clima, pragas, manejo da cultura e do genótipo da cultivar), somadas à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento, fatores estes que influenciam diretamente o uso industrial a ser dado ao produto final, que é a farinha de trigo (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002; OSÓRIO, 1992; PEREIRA, 2006). Assim, o ágio e o deságio na avaliação do mercado do trigo, seja ele na forma de grãos ou na forma já processada de farinha, são definidos por diferenças nas características físicas e reológicas, como peso hectolitro, força geral do glúten, tempo de mistura, estabilidade, percentagem de mistura de grãos danificados, além do teor/quantidade de micotoxinas e presença de resíduos de agrotóxicos (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002; PEREIRA, 2006).

Borges et al. (2011) e Santos (2008) afirmam que somente as características agronômicas não satisfazem às necessidades do mercado, visto que o desenvolvimento de novas cultivares pode culminar em plantas com características tecnológicas indesejáveis ou de baixa qualidade industrial, restringindo as possibilidades de processamento e industrialização do cereal.

Em 2010 foi publicada, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a Instrução Normativa nº38 (BRASIL, 2010), a qual estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Trigo, na qual o grão é classificado em cinco classes (trigo melhorador, trigo pão, trigo doméstico, trigo básico e trigo para outros usos), definidas em função das determinações analíticas de alveografia (força de glúten), número de queda (*falling number*) e ou farinografia (estabilidade), e também em três tipos (Tipo 1, 2 e 3), conforme a tolerância máxima de defeitos permitidos para matérias estranhas e impurezas, grãos danificados por insetos, grãos danificados pelo calor, mofados e ardidos e grãos chochos, triguilhos e quebrados (BRASIL, 2010). Esta instrução normativa possibilitou o norteamento das atividades comerciais e industriais brasileiras e atende, em parte, às necessidades das indústrias de moagem e de produtos finais (fabricação de pães, massas, biscoitos, etc.), pois fornece um indicativo da qualidade do trigo para os diferentes usos (FRANCO, 2012).

Assim, o trigo básico é indicado para a fabricação de bolachas, biscoitos, bolos e outros produtos que necessitam de baixa força de glúten. O doméstico é ideal para farinhas vendidas em pacotes de 1 e 5 kg, normalmente utilizadas em preparações caseiras que exigem média força de glúten. O trigo pão é recomendado para a fabricação de pães e o melhorador, indicado para mesclas ou fabricação de massas alimentícias, crackers e alguns tipos de pães (GUARIENTI et al., 2013).

O conceito de qualidade do trigo está relacionado com o seu uso e depende do segmento que o avalia, ou seja, ela é a soma de diversos atributos que, em conjunto, fazem com que ela seja considerada apropriada ou não para uma dada finalidade (EL-DASH, 1982; GERMANI, 2003; GUARIENTI et al., 2013; GUTKOSKI et al., 2007; GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002; PEREIRA, 2006). Logo, um trigo que se apresenta forte, amadurecido, livre de material estranho ou qualquer dano físico será o preferido, visto que a

qualidade do trigo está diretamente relacionada com a qualidade de seus produtos finais, principalmente a farinha (PEREIRA, 2006).

Dessa forma, para o moageiro, a qualidade significa matéria-prima uniforme em tamanho e forma, alto peso hectolítrico, alto rendimento em farinha e baixos teores de cinzas, coloração desejável do produto final e baixo consumo de energia elétrica durante o processamento industrial (SANTOS, 2008). Para o segmento industrial de produção de alimentos panificados, os parâmetros de qualidade variam se a mesma for destinada à panificação e à produção de massas alimentícias, de bolo ou biscoito. Para o consumidor, o trigo de boa qualidade é aquele capaz de produzir pães de grande volume, com texturas interna e externa adequadas, cor clara e alto valor nutritivo (GERMANI, 2003; PEREIRA, 2006).

2.4.2 Fatores inerentes à farinha de trigo

A qualidade da farinha de trigo está relacionada com a sua capacidade de produzir uniformemente um produto final atrativo com custo competitivo, após seu processamento nas condições impostas pelos moinhos e indústrias de produção final (PEREIRA, 2006).

Alguns critérios de qualidade afetam diretamente a qualidade dos produtos finais obtidos na indústria de panificação e de massas, dentre outras. Os elementos de qualidade da farinha incluem a quantidade e a qualidade proteica, a umidade, a acidez, as cinzas, o teor e a força de glúten, a absorção de água, as propriedades de mistura, a capacidade elástica e extensível da massa, o teor de alfa-amilase e o conteúdo de amido danificado (GERMANI, 2003). Para ilustrar o que foi dito, no Quadro 1 são apontados alguns parâmetros de qualidade e seus respectivos requisitos, dentro de cada categoria de produto.

Quadro 1 Requisitos de qualidade da farinha de trigo para pão de forma, biscoito e massas alimentícias

Parâmetros	Categoria de produto		
	Pão de forma	Biscoitos	Pastas alimentícias
Tipo de trigo	Pão/Doméstico	Doméstico	Melhorador/Pão
Quantidade de proteína (%)	10,5-14,0	7,5	>12,0
Qualidade de proteína			
Absorção de água (%)	60-64	48-52	-
Tempo de desenvolvimento (min)	6-8	1-3	3
Estabilidade (min)	>7,5	1-3	Alta
P/L	0,5-1,7	0,3-1,0	>2,0
Força do glúten	150-280	<180	200-400
Extensibilidade (mm)	Média-alta	Baixa	Baixa
Resistência à extensão (U.E.)	Média-alta	Baixa	Alta
Conteúdo de alfa-amilase			
Amilografia	475-625	700-800	300-700
<i>Falling Number</i> (s)	250-300	300-350	200-300
Amido danificado (%)	5,5-7,8	<4	<4

Fonte: Germani (2003)

De modo geral, uma farinha forte tem sido considerada de qualidade (PEREIRA, 2006). Porém, uma farinha considerada “forte” ou “fraca” não significa que ela seja melhor ou pior que outra, mas, sim, que ambas podem ser utilizadas em processos em que suas características físico-químicas e reológicas sejam compatíveis. Com isso, uma farinha considerada ideal para a produção de biscoito não terá as mesmas características daquelas necessárias à produção de massas (GERMANI, 2003; GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002).

A avaliação reológica da farinha é de vital importância para a indústria de panificação, ajudando a prever as características de processamento da massa e a qualidade dos produtos finais, sendo parte de um conjunto de análises, no qual, necessariamente, deve estar incluído o teste de panificação, ou seja, a força e o desempenho da farinha sob condições mecanizadas (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002). Há dois objetivos principais nestes tipos de testes de farinhas: o primeiro deles é acompanhar e controlar os parâmetros específicos da

farinha e o segundo, predizer o comportamento da massa em uma padaria convencional (OLIVER; BLAKENEY; ALLEN, 1992).

2.4.3 Produtos de panificação

Quanto aos produtos de panificação, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, que aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos, define alguns produtos obtidos a partir de farinha. Pela resolução, massas alimentícias são classificadas como sendo os produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticuma estivum* L. e ou de outras espécies do gênero *Triticum*) e ou derivados de trigo durum (*Triticum durum* L.) e ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação. Os pães são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes. Já os biscoitos ou as bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

Cada produto de panificação tem uma formulação padrão, sendo a do pão, por exemplo, composta de, basicamente, farinha, água, fermento e sal, podendo-se utilizar outros ingredientes, como açúcar, gordura e leite. Alguns aditivos também podem ser empregados, os quais, mesmo em pequenas quantidades, produzem algum efeito visível no produto final. Estes compostos suplementares são utilizados como coadjuvantes (enzimas) ou aditivos para melhorar a qualidade do pão quanto aos aspectos nutritivo, sensorial e

tecnológicos (GERMANI, 2003). Quanto aos ingredientes principais, a água é importante para a formação da massa. Ela é responsável pela hidratação das proteínas e o desenvolvimento do glúten; a gelatinização do amido; favorece a interação entre ingredientes e transporta nutrientes para o crescimento do fermento. O fermento (químico ou biológico) é responsável pela aeração da massa, tanto por reações químicas que liberam CO₂, quanto por reações biológicas entre a levedura (*Sacharomyces cerevisiae*) e os açúcares presentes na massa. O sal contribui para o sabor, diminui a taxa de fermentação e fortalece o glúten (ARAÚJO, 1994; GERMANI, 2003).

Além disso, avaliação sensorial vem em apoio às avaliações físico-químicas e reológicas, pois ela tem a capacidade de confirmar os resultados encontrados nos testes físico-químicos e também há a possibilidade de apontar características desejáveis ou indesejáveis que não são possíveis de serem identificadas por metodologias analíticas (DUTCOSKY, 2009).

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, o Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA e a EPAMIG. Foram avaliadas as linhagens EP062043, EP066066, EP066055, EP064021 e EP063065. Grãos de trigo de duas cultivares, CD108 e BRS264, cedidos pelo DAG, também foram consideradas no estudo, para comparação. A genealogia, origem e condições recomendadas de cultivo das linhagens e cultivares estão descritas na Tabela 1.

A seleção dos trigos ocorreu mediante o fator produtividade, sendo este maior ou igual a 5,2 toneladas por hectare. Metade das amostras foi cedida pelo DAG, provenientes do campo experimental da UFLA e a outra parte foi cedida pela EPAMIG, proveniente do campo experimental de Patos de Minas (MG).

As duas parcelas foram homogeneizadas a uma velocidade de 30 rpm por 10 minutos. Um delineamento inteiramente casualizado foi conduzido, com sete tratamentos e três repetições, para as análises dos grãos e da farinha e um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos em triplicata.

Tabela 1 Genealogia, origem e condições de cultivo dos trigos avaliados.

Tratamento	Cruzamento	Origem	Condições de cultivo
EP 066066	BABAX/LR42//BABAX	México	Irigado
EP 066055	WBLL1/KASO2	México	Irigado
EP 064021	JUP/ZP//COC/3/PVN/4/CROC_1/...	México	Irigado
EP 062043	MINO	México	Irigado
EP 063065	SOKOLL	México	Irigado
CD 108	TAM200/TURACO	COODETEC	Irigado
BRS 264	BUCKBUCK/CHIROGA//TUI	EMBRAPA	Irigado

3.1 Análises dos grãos de trigo

Os grãos de trigo das linhagens e cultivares foram submetidos a análises de umidade (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS -AACC, 2000), extrato etéreo segundo metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists- AOAC (2000), matéria mineral (AACC, 2000), proteína pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando 5,7 como fator de conversão (AOAC, 2000), fibra bruta conforme o método estabelecido pela AOAC (2000) e extrato não nitrogenado por diferença.

As análises de qualidade dos grãos foram massa de 1.000 grãos e peso hectolítrico (BRASIL, 1992). Também foi determinado o conteúdo de ácido fítico conforme método descrito por Latta e Eskin (1980), com alterações propostas por Frühbeck et al. (1995).

As amostras antes da moagem passaram por limpeza, umidificação, condicionamento e moagem, com extração de quatro farinhas em dois tempos (um par de rolos de quebra e um par de rolo de redução). Foi determinado o rendimento de moagem total e da farinha de quebra, farinha de redução e farelo.

As médias obtidas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.2 Análises das farinhas de trigo

As farinhas foram submetidas às análises de umidade por método rápido, matéria mineral (AACC, 2000), proteína pelo método de micro-Kjeldahl, usando o valor de 5,7 como fator de conversão (AOAC, 2000), acidez graxa (AACC, 2000).

Determinaram-se também os parâmetros de cor L^* (luminosidade), que

é a variação de preto (0) a branco (100); a^* , que varia de verde (-60) a vermelho (+60) e b^* , que varia de azul (-60) a amarelo (+60) com iluminante D65 e SCE, excluídos o glúten index (GI), o glúten seco (GS) e o glúten úmido (GU), juntamente com o número de queda, os parâmetros alveográficos e os parâmetros farinográficos (AACC, 2000).

Com as avaliações reológicas e físico-químicas finalizadas, os dados foram compilados e a classe do trigo em estudo foi determinada utilizando como base a tabela de classificação de trigo contida no Anexo III da Instrução Normativa nº 38, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

3.3 Análises dos pães

As farinhas dos trigos foram empregadas na fabricação de pão francês seguindo a formulação: 2% de fermento biológico fresco, 2% de sal e água potável (8°C), na quantidade determinada pela farinografia para cada farinha de trigo. Os parâmetros de fabricação foram: mistura dos ingredientes até ponto de véu, descanso de 10 minutos antes da divisão, moldagem das peças em modeladora regulada em nível 2, fermentação em câmara (26 °C – UR 85% - 2 horas e 30 minutos) e cocção em forno elétrico (195°C - 16 min) com aspersão de vapor por 3 segundos. As amostras foram avaliadas após 30 minutos de resfriamento À temperatura ambiente.

Os pães foram submetidos às determinações de volume e volume específico (GRISWOLD, 1972), densidade, relação A/B e determinação dos parâmetros L^* a^* b^* da crosta e do miolo (iluminante D65 e SCE excluído).

3.4 Análises sensorial

A análise sensorial foi realizada por equipe de 13 provadores na faixa etária acima de 18 anos, de ambos os sexos, treinados para identificar as características de qualidade (atributos) no pão francês e estimar a gravidade dos defeitos numa escala de cinco pontos. Cada julgador avaliou todas as amostras, devidamente codificadas, em sessões diferentes, em triplicata. Empregou-se a análise descritiva qualitativa (ADQ). Os que discriminaram amostras com probabilidade (p) menor ou igual a 0,50, pela ANOVA, foram considerados aptos. Os testes foram realizados em cabines fechadas, com iluminação branca natural. As amostras do produto foram apresentadas em pratinho branco, juntamente com a ficha do ADQ.

A avaliação visual da qualidade tecnológica de pães seguiu os parâmetros de qualidade propostos por Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), com alterações, em que foram relacionados os atributos de qualidade *versus* fator (Tabela 1 – Artigo 1). Os fatores foram definidos pelos provadores em sessões anteriores. A pontuação total obtida em cada tratamento permitiu classificá-los em: pão de boa qualidade (81 a 100 pontos), pão regular (61 a 80 pontos), pão ruim (31 a 60 pontos) e pão de qualidade inaceitável (menos de 30 pontos).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre os tratamentos identificadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os parâmetros físico-químicos e reológicos foram relacionados com os sensoriais, por meio de análise de componentes principais.

4 CONCLUSÃO

As linhagens EP062043 e EP063065 apresentam boas características industriais de moagem. As farinhas das mesmas linhagens de trigo apresentam características semelhantes às encontradas para as cultivares CD108 e BRS264 que, comercialmente, são classificadas como trigo pão, conforme legislação brasileira vigente. A linhagem EP066066 é classificada como trigo básico. As linhagens EP066055, EP064021, EP062043 e EP063065 são classificadas como trigo pão. Dentre as linhagens estudadas, a EP062043 apresenta as melhores características reológicas, as melhores características físicas de qualidade do pão e os melhores resultados na análise sensorial, confirmando excelentes características para industrialização e panificação. É possível produzir trigos de qualidade no Cerrado Mineiro.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 10th ed. Saint Paul, 2000. Disponível em: <<http://methods.aaccnet.org/about.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

ARAÚJO, M. S. **Falando de panificação**. 2.ed. São Paulo: W. Cor, 1994. 234 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO TRIGO. **O trigo na história**. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.04.00>>. Acesso em: 23 fev. 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. v. 1, 1094 p.

BORDES, J. et al. Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. **Journal of Cereal Science**, London, v. 54, n. 1, p. 137-147, July 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº8**, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.claspclassificacao.com.br/admin/uploads/files/Farinha_de_trigo.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 38**, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Ipeadata**. Disponível

em:<<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2013.

CONDÉ, A. B. T.; COELHO, M. A. de O. Novas cultivares aumentam produtividade do trigo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, p.152-157, 2009. Edição especial.

CONDÉ, A. B. T. et al. Trigo irrigado: potencialidades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 19-23, maio/jun. 2013a.

CONDÉ, A. B. T. et al. Trigo sequeiro: potencialidades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 24-29, maio/jun. 2013b.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2009. 239p.

EL-DASH, A. A. **Fundamentos da tecnologia de moagem**. São Paulo: FTPT, 1982. 400 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.

Trigo. Disponível

em:<<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Fazenda experimental Sertãozinho**. Disponível:

<http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=70&Itemid=152>. Acesso em: 21 mar. 2013.

FERREIRA, R. A. Trigo: o alimento mais produzido no mundo. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 45-52, 2003.

FRANCO, L. **Cerrado brasileiro produz trigo melhor que o da Argentina**.

Disponível em:

<<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI238993-18283,00-cerrado+brasileiro+produz+trigo+melhor+que+o+da+argentina.html>>. Acesso

em: 22 mar. 2012.

FRONZA, V. et al. Brilhante: nova cultivar de trigo de sequeiro para o Brasil central. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 13.; SEMINÁRIO TÉCNICO DE TRIGO, 2., 2004, Goiânia. **Resumos Expandidos...**Goiânia: UFG, 2004. 1 CD-ROM.

FRÜHBECK, G. et al. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 225, n. 2, p. 206-212, Mar. 1995.

GERMANI, R. **Trigo e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: CTAA-EMBRAPA,2003. 109p.

GERMANI, R. et al. **Metodologias de avaliação da qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/MAARA, 1993. 48 p.

GOESAERT, H. et al. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 16, n. 1/3, p. 12-30, Jan. 2005.

GUARIENTI, E. M. et al. Qualidade de trigo: aspectos tecnológicos e sanitários. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 72-82, maio/jun. 2013.

GUTKOSKI, L. C. et al. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, maio/jun. 2007.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, set./out. 2002.

LOPES, L. Estratégias para o desenvolvimento da triticultura em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 56-59, maio/jun. 2013.

MORI, C. de; SILVA, M. S. e. Panorama da triticultura no Brasil e em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 7-18, maio/jun. 2013.

OLIVER, J. R.; BLAKENEY, A. B.; ALLEN, H. M. Measurement of flour color space parameters. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 69, n. 5, p. 546-551, 1992.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo, 1992. 218 p. (Coleção do Agricultor).

PAES, C. L. **Trigo no cerrado: qualidade e produtividade podem alavancar produção**. Goiânia: EMBRAPA Cerrado, 2011. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/julho/3a-semana/trigo-no-cerrado-qualidade-e-produtividade-podem-alavancar-producao>>. Acesso em: 22 mar. 2012.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais: arroz, trigo, milho e aveia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 133p.

SANTOS, L. **Perfil protéico e qualidade de panificação em linhagens de trigo desenvolvidas para a região do cerrado brasileiro**. 2008. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SOARES SOBRINHO, J. et al. **Avaliação de genótipos de trigo irrigado para panificação e macarrão, em Minas Gerais, no ano de 2007**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2008. 14 p. (EMBRAPA Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 62). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp62.htm>. Acesso em: 23 fev. 2012.

SOUZA, M. A. de; PIMENTEL, A. J. B. Estratégias de seleção para melhoramento do trigo com tolerância ao estresse por calor. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 30-39, maio/jun. 2013.

TORBICA, A. et al. The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Food Research International**, Barking, v. 40, n. 8, p. 1038-1045, Oct. 2007.

VETRIMANI, R.; SUDHA, M. L.; HARIDAS RAO, P. Effect of extraction rate of wheat flour on the quality of vermicelli. **Food Research International**, Barking, v. 38, n. 4, p. 411-416, May 2005.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LINHAGENS E CULTIVARES DE TRIGO DESENVOLVIDAS PARA O CERRADO MINEIRO

Raul Antônio Viana Madeira
Daniele Aparecida de Oliveira Silva
Wagner Pereira Reis
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Joelma Pereira

RESUMO

A qualidade do grão de trigo é o resultado da interação das condições de cultivo somadas à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento. O cerrado de Minas Gerais se apresenta como uma alternativa para a produção de grãos de trigo de boa qualidade. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar tecnologicamente a qualidade de cinco linhagens originárias do Programa de Melhoramento Genético do Trigo, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, indicadas para plantio no cerrado mineiro, comparadas com duas cultivares de trigo comercial. O delineamento inteiramente casualizado foi conduzido com sete tratamentos e três repetições. As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). A composição centesimal, juntamente com o peso hectolítrico, a massa de 1.000 grãos, o conteúdo de ácido fítico e a extração foram determinados. As linhagens EP062043 e EP063065 demonstraram boas características industriais de moagem. As mesmas apresentaram características semelhantes às encontradas para as cultivares CD108 e BRS264 que, comercialmente, são classificadas como trigo pão, conforme legislação brasileira vigente, levando à afirmação de que as linhagens citadas, cultivadas nas condições presentes no Cerrado Mineiro, produzem trigo de qualidade para a indústria de panificação.

Palavras-chave: Farinha de trigo. Qualidade. *Triticuma estivum*. Ácido fítico.

1 INTRODUÇÃO

Até 1990, as pesquisas voltadas para o setor tritícola estavam centralizadas na busca de ganhos de produtividade e na adaptação de cultivares para as diferentes regiões do país (MORI; SILVA, 2013). Após o final da intervenção estatal no setor, a pesquisa se voltou imediatamente para as cultivares de melhor qualidade para a panificação. Então, a variável qualidade também foi incorporada como objetivo na corrida para oferecer aos tricultores cultivares de qualidade superior e, conseqüentemente, sustentar a indústria brasileira com matéria-prima compatível com o produto importado (MORESCO et al., 2013).

A cultura do trigo desenvolve-se melhor em temperaturas de clima temperado e frio (SOUZA; PIMENTEL, 2013). No entanto, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, foi possível a expansão desta cultura para regiões de cerrado, apresentando alta produtividade. A intensificação do plantio de trigo no cerrado em sistemas de sucessão com culturas implementadas poderá abrir espaço para o Brasil tornar-se não apenas um grande abastecedor do mercado internacional, mas também conquistar sustentabilidade na produção do cereal (MORESCO et al., 2013).

Para alcançar melhor rentabilidade, o produtor necessita de cultivares de trigo de alta produtividade; já os moinhos e os panificadores precisam de cultivares que apresentem requisitos mínimos de qualidade, podendo, assim, reduzir o uso de aditivos, por razões de custos e segurança alimentar (VERGES; VÁZQUEZ; IBÁÑEZ, 2006).

O grão de trigo é constituído, basicamente, por pericarpo, gérmen e endosperma. O pericarpo é rico em fibras e sais minerais, e o gérmen, em óleo e proteínas. Já o endosperma é composto por uma matriz proteica e amido, ou seja, o endosperma constitui a farinha de trigo branca propriamente dita

(SCHEUER et al., 2011). Além destes constituintes, o grão tem outros componentes minoritários, como vitaminas, enzimas e fatores antinutricionais. Como exemplo deste último, tem-se ácido fítico; mio-inositol; 1, 2, 3, 4, 5 e 6-hexaquisfosfato, o qual é um forte agente quelante de nutrientes minerais formando um complexo sob a forma de fitato, reduzindo acentuadamente a biodisponibilidade de ferro e de zinco, principalmente (LIU et al., 2006).

A qualidade do grão de trigo é o resultado da interação das condições de cultivo somadas à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002; OSÓRIO, 1992). Assim, o ágio e o deságio na avaliação do mercado do trigo, seja ele na forma de grãos ou na forma já processada de farinha, são definidos por diferenças nas características físicas e reológicas, como peso hectolitro, força geral do glúten, estabilidade, além do teor/quantidade de micotoxinas e presença de resíduos de agrotóxicos (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002). A caracterização do trigo definida por aspectos estruturais, de processamento e composição química, permite definir sua aplicabilidade tecnológica, como é o caso da panificação (SCHEUER et al., 2011).

Este trabalho foi realizado com os objetivos de determinar a composição centesimal, avaliar tecnologicamente a qualidade de cinco linhagens originárias do programa de melhoramento genético do trigo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), indicadas para plantio no cerrado mineiro, comparando com duas cultivares de trigo comercial e verificar se é possível produzir trigos de qualidade no Cerrado Mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA e EPAMIG. Foram avaliadas as linhagens EP062043, EP066066, EP066055, EP064021 e EP063065. A seleção ocorreu mediante o fator produtividade, sendo este maior ou igual a 5,2 toneladas por hectare. Metade das amostras foi cedida pelo DAG, proveniente do campo experimental da UFLA; a outra parte foi cedida pela EPAMIG, proveniente do campo experimental de Patos de Minas (MG). As duas parcelas foram misturadas em homogeneizador (TE-200/10, Tecnal, Brasil) à velocidade de 30 RPM por 10 minutos. Grãos de trigo de duas cultivares, CD108 e BRS264, cedidos pelo DAG, também foram consideradas no estudo.

A umidade das amostras foi feita por método gravimétrico, por secagem em estufa (Mod. 320-SE, Datamed, Brasil), a 130 °C, por uma hora (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS -AACC, 2000). O extrato etéreo foi obtido por extração contínua em aparelho tipo Soxhlet (TE-044, Tecnal, Brasil), usando éter etílico como extrator, segundo metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists- AOAC (2000). A matéria mineral foi determinada com base na perda de peso da amostra, após ser submetida à calcinação em mufla (Mufla, FornusMagnu's, Brasil) a 550 °C, seguindo-se de resfriamento em dessecador, por uma hora (AACC, 2000). A percentagem de proteína foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl, com digestão, destilação e titulação final com determinação da percentagem de nitrogênio da amostra, utilizando 5,7 como fator de conversão (AOAC, 2000). O conteúdo de fibra bruta foi obtido pelo método gravimétrico, após digestão,

filtragem e secagem do precipitado, conforme o método estabelecido pela AOAC (2000). O extrato não nitrogenado foi determinado pela subtração da soma do conteúdo de umidade, proteína, extrato etéreo, fibra bruta e matéria mineral de 100%. O resultado da composição centesimal foi dado em percentagem.

A massa de 1.000 grãos (g) correspondeu à separação de 20 g de grãos inteiros e posterior conversão dessa massa para mil grãos. O peso hectolítrico (PH) foi obtido por meio da determinação da massa de 1 L de grãos, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% base úmida (BU), determinada em balança (BL3200H, Shimadzu, Brasil), multiplicado por 100 (BRASIL, 1992). O resultado foi dado em kg hL^{-1} .

O conteúdo de ácido fítico presente em 1 g de amostra foi dissociado com ajuda de ácido clorídrico 0,66 N, com agitação por 2 horas, centrifugação e filtração em papel filtro. A alíquota foi purificada em coluna de troca aniônica (Supelco Park Bellefonte – Discovery DSC-SAX). Adicionou-se 1 mL de reagente de Wade ao eluído e, após descanso, realizou-se a leitura em absorbância de 500 nm, em espectrofotômetro (Cary 50, Varian, Brasil), conforme método descrito por Latta e Eskin (1980), com alterações propostas por Frühbecket al. (1995), com resultado expresso em percentagem.

As amostras, antes da moagem, passaram por limpeza (ciclo de pré-limpeza de 30 segundos e limpeza, com auxílio de peneiras, sob fluxo de ar ajustado em nível 3), utilizando equipamento Sintel (Sintel nº 663, Intecnial, Brasil). Em seguida, procedeu-se à umidificação das amostras (ajuste para 15% umidade), com posterior homogeneização, por 30 minutos, em homogeneizador (MR10L, Chopin, França). As amostras foram acondicionadas em bombonas com tampa, com capacidade para 10 litros, permanecendo em descanso por 18 horas. A moagem foi conduzida em moinho experimental (Brabender Quadrumat Senior, Brabender, Alemanha) com extração de quatro farinhas e

dois tempos (um par de rolos de quebra e um par de rolo de redução). O rendimento de moagem ou extração foi calculado considerando a diferença de peso entre o trigo e a farinha produzida, multiplicada por 100. Foi determinada também a percentagem de farinha de quebra, farinha de redução e farelo produzidos pela moagem dos grãos de trigo.

Um delineamento inteiramente casualizado foi conduzido com sete tratamentos e três repetições. As médias obtidas na composição centesimal, PH, massa de mil grãos e ácido fítico foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e tratamentos que apresentaram diferença significativa foram comparados, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de umidade, gordura, matéria mineral, proteína, fibra bruta e carboidratos encontrados nas variedades estudadas estão descritos na Tabela 1. Os grãos de trigo, de todos os tratamentos, apresentaram umidade, em média, 0,5% superior ao limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 38, que recomenda umidade máxima de 13 g 100 g⁻¹, podendo o trigo apresentar umidade maior que esta, desde que não apresente fatores de risco à saúde humana (BRASIL, 2010). Os grãos da linhagem EP062043 apresentaram menor teor, sendo considerados iguais, com 5% de probabilidade, aos grãos de trigo da cultivar BRS264. Já os grãos de trigo das linhagens EP064021, EP066055 e EP063065 se destacaram com o maior teor de umidade, se mantendo no mesmo grupo da cultivar CD108.

Os tratamentos EP066066 e EP062043 apresentaram as maiores percentagens de extrato etéreo, se igualando aos grãos de trigo da cultivar BRS264. Já os grãos das linhagens EP064021 e EP063065 apresentaram menor extrato etéreo, juntamente com a cultivar CD108. Segundo Benassi e Watanabe (1997), o conteúdo de lipídeos no trigo chega a até 3 g 100 g⁻¹, contendo glicerídeos de ácidos graxos, fosfolipídios e glicosídeos. Desse conteúdo total, de 11% a 26% são ácidos graxos saturados e de 72% a 85% são insaturados.

Tabela 1 Composição centesimal média dos grãos de trigo e ácido fóico em matéria integral

Tratamento	Umidade	EE	Cinzas	Proteína	Fibra bruta	ENN	Ácido fóico
	Médias*						
EP066066	13,46 bc	1,61 c	1,24 a	9,59 d	1,57 ab	71,86 c	1,57 ab
EP066055	13,58 d	0,82 b	1,42 c	11,78 b	1,7 ab	70,71 b	2,75 c
EP064021	13,61 d	0,61 ab	1,33 b	10,65 c	2,05 cd	71,75 c	1,14 a
EP062043	13,38 ab	1,65 c	1,24 a	10,37 c	2,13 d	71,2 bc	1,58 ab
EP063065	13,55 cd	0,49 ab	1,43 c	11,46 b	1,83 bc	71,25 bc	1,14 a
CD108	13,55 cd	0,44 a	1,48 c	12,98 a	1,83 bc	69,72 a	1,75 b
BRS264	13,29 a	1,47 c	1,43 c	10,77 c	1,47 a	71,56 c	1,93 b

*Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. EE – extrato etéreo

O conteúdo de cinzas variou entre 1,24 g 100 g⁻¹ a 1,48 g 100 g⁻¹, correspondendo aos grãos da linhagem EP066066 e da cultivar CD108, respectivamente. Os grãos das linhagens EP066055 e a EP063065 não diferiram das cultivares CD108 e BRS264, quanto ao teor de cinzas. Costa et al. (2008), avaliando o conteúdo de cinzas de trigos nacionais, oriundos de diferentes partes do país, encontraram percentagens que variaram de 1,43 g 100 g⁻¹ a 1,56 g 100 g⁻¹, resultado este semelhante aos encontrados neste experimento. Os minerais presentes nos grãos de trigo consistem em, basicamente, fosfatos, sulfatos de potássio, magnésio e cálcio (BENASSI; WATANABE, 1997).

Com relação à proteína bruta, o tratamento EP066055 apresentou a maior proporção e foi o que mais se aproximou do tratamento CD108, com a maior média proteica dentre os trigos, porém, eles foram considerados diferentes a 5% de probabilidade. Nenhuma das linhagens avaliadas alcançou o teor de proteínas dos grãos de trigo da cultivar CD108. Já os grãos das linhagens EP062043 e EP064021 não diferiram entre si, nem com a cultivar BRS264. O trigo da linhagem EP066066 apresentou o menor conteúdo proteico, diferindo dos demais tratamentos. Porém, trigos, ainda que contenham o mesmo teor de proteínas, podem ser aplicados em processos industriais distintos, visto que estas diferenças estão associadas às diferenças qualitativas destas proteínas, principalmente ao que se refere às proteínas formadoras do glúten (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Logo, a habilidade da farinha de trigo de formar uma massa viscoelástica depende amplamente das propriedades físico-químicas peculiares de suas proteínas (MONTENEGRO; ORMENESE, 2005) e não da sua proporção, possibilitando a obtenção de uma farinha de qualidade utilizando trigos com menores teores de proteína. Segundo Dendy e Dobraszczyk (2003), o trigo apresenta de 8,7 g 100 g⁻¹ a 12 g 100 g⁻¹ de proteína na matéria integral, o que mostra o potencial dos trigos avaliados. Logo, faz-se necessária a realização de análises qualitativas das proteínas destes grãos de trigo.

Para o conteúdo fibroso, os tratamentos EP062043 e EP064021 apresentaram teores consideráveis de fibra bruta, diferindo dos grãos da cultivar BRS264, que apresentou o menor conteúdo. A fibra bruta é formada, basicamente, por celulose, pentosanas e lignina, que são componentes típicos da parede celular dos grãos de trigo. As pentosanas são constituídas, principalmente, por arabinose e xilose. Estes componentes têm grande capacidade de absorver água (BENASSI; WATANABE, 1997). Os grãos de trigo da linhagem EP062043 apresentaram a maior percentagem de fibra bruta e, diante da possibilidade da utilização da farinha integral na fabricação de pães, tem-se como ponto positivo a alta absorção de água que, do ponto de vista prático, representa maior rendimento de produção.

O extrato não nitrogenado ou carboidratos, no trigo, é representado, principalmente, pelo amido. Os conteúdos variaram entre 71,86 g 100 g⁻¹, para a linhagem EP066066 e 69,72 g 100 g⁻¹, para os trigos da cultivar CD108, que diferiram entre si. Já as linhagens EP064021 e EP066066 não foram diferentes dos grãos de trigo da cultivar BRS264. Os grãos das linhagens EP063065, EP062043 e EP066055 não apresentaram diferença entre si. O amido, assim como as fibras, também tem participação na absorção de água da farinha. Logo, grãos que apresentam farinhas com alta absorção e amidos com propriedades reológicas adequadas são desejáveis para a panificação.

O ácido fítico é um fator antinutricional importante nos cereais, visto que a biodisponibilidade de sais minerais, como, ferro e zinco, e de oligoelementos em alimentos é comprometida por este antinutriente (BERNI; CANNIATTI-BRAZACA, 2011; BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2006). O conteúdo de ácido fítico variou entre 1,14% (EP064021) e 2,75% (EP066055). Os trigos das linhagens EP066066 e EP062043 não foram diferentes das cultivares estudadas. O ácido fítico é a principal forma de armazenamento de fósforo inorgânico nas sementes dos cereais e das leguminosas (ZHOU;

ERDMAN, 1995). Assim, possivelmente, os grãos de trigo da linhagem EP066055, com maior percentagem de ácido fítico, terão os sais de fósforo, ferro, zinco e cálcio associados a este composto antinutricional.

Contudo, Lopez et al. (2003) afirmam que a fitase endógena à farinha de trigo pode ser ativada durante a fermentação, reduzindo, conseqüentemente, o teor de fitato entre 13% e 100%, melhorando, assim, a disponibilidade dos minerais. As linhagens EP066066, EP064021, EP062043 e EP063065 apresentaram as menores percentagens deste composto. Berni e Canniatti-Brazaca (2011), em seu trabalho visando à redução do conteúdo de ácido fítico por meio da germinação de trigo, encontraram, em média, 1,64% de fitato (MS) em grãos de trigo, antes da germinação. Palacios et al. (2008), observando a redução do ácido fítico, promovida por *Bifidobacterium* em farinha de trigo (comercializada na Europa), durante a fermentação, encontraram teores iniciais que variaram de 1,5% a 3,5% de ácido fítico. Observando os resultados, nota-se que a maior parte das linhagens se manteve com níveis de ácido fítico menores ou iguais às encontradas pelos autores. Na Tabela 2 estão descritas as percentagens de extração de farinha total e de suas respectivas frações, assim como o peso hectolítrico, a massa de mil grãos que estimam a qualidade dos grãos e o seu comportamento na moagem.

Segundo Germani (2003), normalmente, trigos que apresentam massas maiores fornecem maior rendimento de moagem. Os resultados encontrados apresentaram maiores médias para os trigos das linhagens EP064021 e EP066055, enquanto os trigos das cultivares padrão CD108 e BRS264 apresentaram as menores massas, sendo o primeiro grupo considerado diferente do segundo. Dentre os grãos de trigo provenientes das linhagens, os da EP062043 foram os únicos considerados iguais, pelo menos, aos grãos de uma das cultivares. Relacionando a massa de mil grãos com o rendimento de moagem, observa-se que a relação proposta por Germani (2003) não é

confirmada, visto que os grãos que apresentaram as maiores massas apresentaram as menores taxas de extração, podendo este fato ser justificado pelo fato de o maior peso de mil grãos ter sido devido à massa do farelo e não do endosperma. As massas de grãos de trigo encontradas por Gutkoski et al. (2007) foram menores que as encontradas neste experimento, para os grãos das linhagens avaliadas. De acordo com a classificação proposta por Willians et al. (1988), os trigos estudados seriam classificados em peso muito grande (acima de 55 g), grande (46 g a 54 g) e médio (36 g a 45 g).

A massa de mil grãos também pode ser utilizada para classificar o trigo pelo tamanho (GUARIENTI, 1996), sendo os trigos classificados como grão médio (EP062043, CD108, BRS264), grande (EP063065, EP066066, EP066055) e muito grande (EP064021). A diferença de tamanho também influencia a quantidade de água absorvida, pois os grãos pequenos absorvem maior quantidade de água em relação aos grãos grandes, durante a etapa de umidificação e condicionamento do trigo (GUTKOSKI; DURIGON; MAZZUTTI, 2008).

O PH está, normalmente, associado à quantidade de farinha produzida por unidade de peso de trigo (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Todos os tratamentos avaliados apresentaram peso hectolétrico (PH) maior que 80 kg hL⁻¹, valor superior ao determinando para trigos do tipo 1 (BRASIL, 2010). Segundo Cauvain e Young (2009), os trigos ideais para panificação normalmente apresentam densidade maior que 80 kg hL⁻¹ e estes, por sua vez, gerarão taxa de extração satisfatória e *falling number* adequado para farinhas destinadas à panificação. Diante disso, os trigos das linhagens EP062043, EP064021 e EP066066 obtiveram destaque, com maior PH, não diferindo entre si (p<0,05). Os grãos da linhagem EP062043 foram os únicos que apresentaram diferença entre as duas cultivares. Gutkoski et al. (2007), avaliando trigos cultivados no cerrado, encontraram PH, de cinco das seis cultivares, acima de 80 kg hL⁻¹. Já

Costa et al. (2008) observaram um peso menor que 80 kg hL^{-1} , ao avaliar grãos de trigos nacionais e importados.

Germaniet al. (1993) classificam os trigos, quanto à sua extração de moagem, em: trigo de baixa extração (menor que 60%), trigo de boa extração (60% a 70%) e trigos de ótima extração (acima de 70%). Levando em consideração esta classificação, todos os trigos estudados podem ser considerados como trigos de ótima extração. A percentagem de farinha de quebra obtida variou de 28,2% (EP064021) a 35,5% (BRS264). De 16% a 37% foi a variação encontrada por Gutkoski et al. (2007), para genótipos de trigo cultivados no cerrado. Observando os resultados encontrados pelo autor, percebe-se que os trigos estudados neste experimento apresentaram maior potencial quanto à produção de farinha de quebra. Já para a farinha de redução, os grãos da linhagem EP066055 apresentaram a maior percentagem e os grãos da cultivar BRS264, a menor.

Tabela 2 Peso de mil grãos (PMG), peso do hectolitro (PH) e rendimento da extração das frações de farinha de trigo e sua extração total

Tratamento	PMG (g)	PH (kg hL⁻¹) Média*	Farinha de quebra	Farinha de redução	Farelo %	Extração
EP066066	50,96 c	84,36 abc	35,1	41,1	23,8	76
EP066055	53,96 cd	83,71 ab	24,8	48,6	26,6	73
EP064021	55,32 c	84,92 bc	28,3	45,9	25,8	74
EP062043	45,02 b	85,78 c	28,2	47,1	24,7	75
EP063065	51,69 cd	83,54 ab	30,6	44,5	24,9	75
CD108	40,82 a	83,97 ab	33,3	43,3	23,4	76
BRS264	44,67 ab	82,58 a	35,5	40,6	23,9	76

PMG – peso de mil grãos. PH – peso hectolítrico. *Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

4 CONCLUSÃO

Os trigos das linhagens EP062043 e EP063065 demonstram boas características industriais de moagem. Os mesmos apresentaram características semelhantes às encontradas para os trigos das cultivares CD108 e BRS264 que, comercialmente, são classificadas como trigo pão, conforme legislação brasileira. Utilizando essas cultivares e linhagens nas condições ambientais presentes no Cerrado Mineiro, pode-se afirmar que é possível produzir trigo de qualidade para a indústria de panificação.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 10th ed. Saint Paul, 2000. Disponível em: <<http://methods.aaccnet.org/about.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17thed. Gaithersburg, 2000. v. 1, 1094 p.

BENASSI, V.de T.; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 60 p.

BERNI, P. R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Efeito da germinação e da sanitização sobre a composição centesimal, teor de fibras alimentares, fitoquímicos, taninos e disponibilidade de minerais em trigo. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 407-420, jul./set. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 38**, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Antinutrients and “in vitro” availability of iron in irradiated common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Chemistry**, London, v. 98, n. 1, p. 85-89, Jan. 2006.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia de panificação**. Barueri: Manole, 2009. 417 p.

COSTA, M. das G. da et al. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.

DENDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereales y productos derivados: química y tecnología**. Zaragoza: Acribia, 2003. 537p.

FRÜHBECK, G. et al. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. **Analysis Biochemistry**, New York, v. 225, n. 2, p. 206-212, Mar.1995.

GERMANI, R. **Trigo e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: CTAA-EMBRAPA, 2003. 109 p.

GERMANI, R. et al. **Metodologias de avaliação da qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/MAARA, 1993. 48 p.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2. ed. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1996. 36 p.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S. Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 888-894, 2008.

GUTKOSKI, L. C. et al. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, maio/jun. 2007.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, set./out. 2002.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, June 1980.

LIU, Z. H. et al. Genotypic and spike positional difference in grain phytase activity, phytate, inorganic phosphorus, iron, and zinc contents in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Cereal Science**, London, v. 44, n. 2, p. 212-219, Sept. 2006.

LOPEZ, H.W. et al. Making bread with sourdough improves mineral bioavailability from reconstituted whole wheat flour in rats. **Nutrition**, Philadelphia, v. 19, n. 6, p. 524-530, June 2003.

MONTENEGRO, F. M.; ORMENESE, R. de C. S. C. **Avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo**. Campinas: ITAL, 2005. 67p.

MORESCO, E. R. et al. Estratégias de melhoramento para o trigo tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 40-43, maio/jun. 2013.

MORI, C. de; SILVA, M. S. e. Panorama da triticultura no Brasil e em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 7-18, maio/jun. 2013.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo, 1992. 218 p. (Coleção do Agricultor).

PALACIOS, M. et al. Phytate degradation by *Bifidobacterium* on whole wheat fermentation. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 226, n. 4, p. 825-831, Feb. 2008.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SOUZA, M. A. de; PIMENTEL, A. J. B. Estratégias de seleção para melhoramento do trigo com tolerância ao estresse por calor. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 30-39, maio/jun. 2013.

VERGES, R. P.; VÁZQUEZ, D.; IBÁÑEZ, W. Trigos INIA: ¿se puede reunir buena calidad y alto rendimiento en un mismo cultivar? In: JORNADA DE CULTIVOS DE INVIERNO, 444., 2006, Mercedes. **Anales...** Mercedes: INIA, 2006. p. 4-7.

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

ZHOU, J.R.; ERDMAN, J.W.J.R. Phytic acid in health and disease. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 35, n. 6, p. 495-508, Nov. 1995.

ARTIGO 2

CLASSIFICAÇÃO DE LINHAGENS DE TRIGO DESENVOLVIDAS PARA O CERRADO MINEIRO

Raul Antônio Viana Madeira
Daniele Aparecida de Oliveira Silva
Wagner Pereira Reis
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Joelma Pereira

RESUMO

Para alcançar melhor rentabilidade, o produtor necessita de cultivares de trigo de alta produtividade. Porém, só isso não é suficiente, pois, para atender aos moinhos, a indústria de alimentos e, mais especificamente, os panificadores, as cultivares devem apresentar requisitos mínimos de qualidade para resultar em produtos finais também de qualidade superior. Este trabalho foi realizado com o objetivo de realizar a caracterização tecnológica da farinha de trigo de cinco linhagens de trigo originárias do Programa de Melhoramento Genético do Trigo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, desenvolvidas para o plantio no Cerrado Mineiro, comparadas com a farinha de trigo de duas cultivares de trigo comerciais e a classificação das linhagens de trigo conforme a legislação brasileira vigente. Um delineamento inteiramente casualizado foi conduzido com sete tratamentos e três repetições. Foram determinados a umidade, o conteúdo proteico e de cinzas e as características reológicas das farinhas. A linhagem EP066066 foi classificada como trigo básico. As linhagens EP066055, EP064021, EP062043 e EP063065 foram classificadas como trigo pão. Dentre as linhagens estudadas, a farinha de trigo da EP062043 se destacou das demais, apresentando consideráveis conteúdos de glúten, bom índice de tolerância à mistura, boa estabilidade e boa força de glúten.

Palavras-chave: Farinha de trigo. Qualidade. Alveografia. Farinografia. Legislação.

1 INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro se apresenta como uma alternativa para a produção de grãos de trigo em cultivo de sequeiro ou irrigado (SANTOS, 2008). Instituições de pesquisa nacionais têm desenvolvido trigo adaptado à região central do Brasil, que apresenta elevada produtividade. Além disso, é importante obter novas tecnologias de cultivo, de sistema de produção e efetuar a caracterização dessas novas plantas, tendo como objetivo a utilização em produtos de panificação (FRANCO, 2012).

A maioria dos fatores que determinam a qualidade do trigo é hereditária. Os melhoristas, ao selecionarem uma cultivar, esperam que a qualidade seja a expressão das características genéticas (FELÍCIO; CAMARGO, 1998), embora saibam que essas características são o resultado da interação das condições de cultivo (solo, clima, pragas, manejo da cultura e da cultivar), somada à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento, fatores estes que influenciam diretamente o uso industrial a ser dado ao produto final, que é a farinha de trigo (COSTA et al., 2008; GUTKOSKI; NODARI; JACOBSEN NETO, 2003). Assim sendo, numa mesma cultivar, o grau de qualidade pode variar entre amostras colhidas em diferentes ambientes, além do fato de a qualidade do trigo depender, sobretudo, das proteínas que estão ligadas ao patrimônio genético, as quais podem sofrer variações causadas pelos fatores citados (FELÍCIO; CAMARGO, 1998).

Borges et al. (2011) e Santos (2008) afirmam que somente as características agronômicas não satisfazem às necessidades do mercado, visto que o desenvolvimento de novas cultivares pode culminar em plantas com características tecnológicas indesejáveis ou de baixa qualidade industrial. Dada essa grande diversidade, é necessária a utilização de vários métodos para a

caracterização das novas cultivares de trigo, para que sejam definidas as características de processamento da massa e a qualidade dos produtos finais, destinando, assim, a farinha de trigo com características corretas para o processamento de massas alimentícias, pão, bolos ou biscoitos (CAMARGO; CAMARGO, 1987; GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002).

Dessa forma, para o moageiro, a qualidade significa matéria-prima uniforme em tamanho e forma, alto peso hectolítrico, alto rendimento em farinha e baixos teores de cinzas, coloração desejável do produto final e baixo consumo de energia elétrica durante o processamento industrial. Os elementos de qualidade da farinha incluem a quantidade e a qualidade proteica, a umidade, a acidez, as cinzas, o teor e a força de glúten, a capacidade de absorção de água, as propriedades de mistura, a capacidade elástica e extensível da massa, o teor de alfa-amilase e o conteúdo de amido danificado (GERMANI, 2003).

Porém, o significado de qualidade depende das condições no momento da comercialização. Normalmente, o sentido está ligado ao conceito de que um produto é de qualidade quando satisfaz aos requisitos do comprador. No caso do trigo, este conceito é muito complexo, pois a composição do trigo também é. Por exemplo, as proteínas constituem somente um oitavo do peso da farinha, porém, é considerada como fundamental na determinação do potencial de panificação do trigo (GERMANI, 2003). Além do potencial de panificação, alguns outros critérios de qualidade são considerados importantes, pois afetam diretamente a qualidade dos produtos finais obtidos na indústria de panificação e de massas, dentre outras (SCHEUER et al., 2011). Neste contexto, os programas de melhoramento genético enfrentam o desafio de obter cultivares que satisfaçam da melhor maneira todos os elos da cadeia agroindustrial do trigo (VERGES; VÁZQUEZ; IBÁÑEZ, 2006).

Em 2010, foi publicada, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a Instrução Normativa nº 38, a qual estabelece o Regulamento

Técnico de Identidade e Qualidade do Trigo. Nela, o grão é classificado em cinco classes (trigo melhorador, trigo pão, trigo doméstico, trigo básico e trigo para outros usos) e também em três tipos (Tipo 1, 2 e 3) (BRASIL, 2010). Esta instrução normativa possibilitou o norteamo das atividades comerciais e industriais brasileiras e atende, em parte, às necessidades das indústrias de moagem e de produtos finais (fabricação de pães, massas, biscoitos, etc.), pois fornece um indicativo da qualidade do trigo para os diferentes usos (FRANCO, 2012). Assim, o trigo básico é indicado para a fabricação de bolachas, biscoitos e bolos; o doméstico é ideal para farinhas utilizadas em preparações caseiras; o trigo pão é recomendado para fabricação de pães e o melhorador é indicado para mesclas ou fabricação de massas alimentícias, crackers e alguns tipos de pães (GUARIENTI et al., 2013).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de proceder à caracterização tecnológica de cinco linhagens originárias do Programa de Melhoramento Genético do Trigo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), desenvolvidas para plantio no Cerrado Mineiro, comparando com duas cultivares de trigo comerciais e a classificação conforme a legislação brasileira vigente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, o Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA e a EPAMIG. Foram avaliadas as farinhas de trigo das linhagens de trigo EP062043, EP066066, EP066055, EP064021 e EP063065. A seleção ocorreu pelo fato de estas apresentarem produtividade maior ou igual a 5,2 toneladas por hectare. Metade das amostras de todas as linhagens foi cedida pelo DAG, proveniente do campo experimental da UFLA e a outra parte foi cedida pela EPAMIG, proveniente do campo experimental localizado em Patos de Minas, MG. As duas parcelas foram misturadas em homogeneizador (TE-200/10, Tecnal, Brasil), à velocidade de 30 rpm, por 10 minutos. A farinha de trigo de duas cultivares, a CD 108 e a BRS 264, também foram consideradas no estudo, classificadas comercialmente como trigo pão, no anexo 3 da V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2011). As amostras destas cultivares foram cedidas pelo DAG. As farinhas foram obtidas pela moagem dos grãos de trigo em moinho experimental (Brabender Quadrumat Senior, Brabender, Alemanha). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), conduzido com sete tratamentos e três repetições. Os resultados encontrados para composição centesimal, acidez graxa, cor, glúten, número de queda, elasticidade, extensibilidade e relação P/L foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos que apresentaram diferença foram identificadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A umidade foi determinada por método rápido, utilizando-se analisador de umidade por infravermelho, (MOC-120H, Shimadzu, Brasil). A matéria

mineral foi determinada por calcinação da amostra, a 550 °C (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC, 2000) e o conteúdo proteico, pelo método de micro-Kjeldahl, usando o valor de 5,7 como fator de conversão (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC, 2000).

A acidez graxa das amostras foi determinada após secagem em estufa (320-SE, Fanem, Brasil), a 40 °C, por 24 horas e peneiragem em peneiras com abertura de 40 mesh. O resultado teve como base a neutralização da gordura, extraída após 16 horas, pelo método de Soxhlet, com KOH (0,0178 N) (AACC, 2000).

A determinação dos parâmetros de cor L* (luminosidade), que é a variação de preto (0) a branco (100); a*, que varia de verde (-60) a vermelho (+60) e b*, que varia de azul (-60) a amarelo (+60), foram determinados em equipamento Konica Minolta (Chroma Meter CM700, Konica Minolta, Brasil) com iluminante D65 e SCE excluído (AACC, 2000).

A determinação da percentagem de glúten procedeu-se após lavagem, extração, centrifugação e secagem do glúten pelo Sistema Glutomatic (Glutomatic Sistem, Perten Instruments, Suécia), com determinação de glúten index (GI), calculado pelo peso do glúten retido multiplicado por 100, dividindo-se este valor pelo peso do glúten úmido, glúten seco (GS) e glúten úmido (GU), com base em uma umidade de 14 g 100 g⁻¹ (AACC, 2000).

O número de queda foi obtido por meio da mensuração da capacidade da enzima alfa-amilase em liquefazer o gel de amido de trigo, sendo realizada a tomada de tempo (em segundos) requerida à suspensão em permitir a queda do agitador até distância fixa, sob temperatura constante de 100 °C, em equipamento próprio (Falling Number, Perten Instruments, Suécia) (AACC, 2000).

Foi avaliada a qualidade do glúten a partir de uma extensão biaxial, em

alveógrafo Chopin (Alveógrafo NG, Chopin, França). Os parâmetros obtidos nos alveogramas foram: tenacidade (P), que mede a sobrepressão máxima exercida na expansão da massa (mm); extensibilidade (L), que mede o comprimento da curva (mm) e energia de deformação da massa (W), que corresponde ao trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em 10^{-4} J (AACC, 2000).

Os parâmetros farinográficos foram obtidos após avaliar a resistência oferecida pela massa, quando submetida à ação mecânica (mistura) constante sob condições experimentais, em aparelho farinógrafo (Farinógrafo Brabender, Brabender, Alemanha). Nesse procedimento foram obtidos dados acerca da capacidade das farinhas de absorver água (em porcentagem), tempo de desenvolvimento (em minutos), estabilidade (em minutos), tempo de chegada (em minutos), tempo de queda (em minutos), tempo de saída (em minutos), 20 minutos de queda em unidades farinográficas (UF) e índice de tolerância à mistura (ITM) (UF) (AACC, 2000).

Com as avaliações reológicas e físico-químicas finalizadas, os dados foram compilados e a classe do trigo em estudo foi determinada utilizando como base a tabela de classificação de trigo contida no Anexo III da Instrução Normativa n° 38, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição centesimal parcial das farinhas de trigo obtidas por meio da moagem experimental dos grãos de trigo está descrita na Tabela 1.

Segundo a Instrução Normativa nº 8, que define as características de identidade e qualidade de farinha de trigo (BRASIL, 2005), a farinha de trigo deve possuir, no máximo, 15 g 100 g⁻¹ de umidade; no máximo, 0,8 g 100 g⁻¹ de cinzas; mínimo de 7,5 g 100 g⁻¹ de proteína e até 100 mg de KOH 100 g⁻¹ de acidez graxa, para ser classificada como tipo 1; e máximo de 1,4 g 100 g⁻¹ de cinzas, mínimo de 8 g 100 g⁻¹ de proteína e 100 mg de KOH 100 g⁻¹, para tipo 2. Levando em consideração a legislação vigente, todas as farinhas obtidas foram classificadas como farinha de trigo tipo 1. O conteúdo de umidade da farinha é indicativo do potencial de conservação. A umidade acima de 15 g 100 g⁻¹ pode proporcionar o crescimento microbiano e a deterioração da farinha, reduzindo a qualidade tecnológica, nutricional e sanitária da mesma.

As farinhas de trigo apresentaram baixos conteúdos de cinzas, favorecendo a qualidade dos produtos finais. O conteúdo variou de 0,63 g 100 g⁻¹, para a farinha da linhagem EP063065, a 0,48 g 100 g⁻¹, para a farinha de trigo da cultivar BRS264, estimado em matéria integral. Altos conteúdos de cinzas podem causar o escurecimento do miolo e da crosta, fator indesejável em alguns panificados, sendo necessário o controle deste parâmetro. Em produtos como biscoitos e bolos, altos teores de cinzas não interferem na qualidade do produto final, podendo ser até um aliado no que diz respeito à qualidade nutricional. Assim, as farinhas provenientes das linhagens avaliadas apresentam grande potencial, no que diz respeito à sua aplicação na fabricação de pães.

Tabela 1 Conteúdo médio de umidade, cinzas e proteína em g 100 g⁻¹ e acidez graxa, em mg de KOH 100 g⁻¹ de matéria integral das farinhas de trigo estudadas

Tratamento	Umidade	Cinzas*	Proteína*	Acidez graxa**
			Média***	
EP066066	14,2	0,52 ab	8,98 b	14,78 a
EP066055	12,7	0,53 ab	9,97 a	14,69 a
EP064021	13	0,56 ab	10,15a	18,30 b
EP062043	14,2	0,55 ab	9,55 ab	16,13 ab
EP063065	13,8	0,63 b	9,63 ab	14,59 a
CD108	13,8	0,55 ab	9,84 a	18,70 b
BRS264	14,1	0,48 a	9,60 ab	14,23 a

*g 100 g⁻¹.**mg de KOH 100 g⁻¹.***Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, pelo teste de Tukey (p<0,05)

Todas as farinhas provenientes das linhagens foram consideradas iguais à farinha da cultivar CD108. A farinha de trigo da linhagem EP063065 foi a única, dentre as demais, que diferiu da cultivar BRS264 (p<0,05). Camargo e Camargo (1987), ao determinarem o conteúdo de matéria mineral de novas linhagens de trigo, encontraram resultados próximos aos encontrados neste experimento (0,82 g 100 g⁻¹ a 0,44 g 100 g⁻¹ MS). Gutkoski, Nodari e Jacobsen Neto (2003), ao determinarem o conteúdo de matéria mineral de farinhas provenientes de trigos cultivados no Rio Grande do Sul, encontraram teores de cinzas que variaram entre 0,39 g 100 g⁻¹ a 0,54 g 100 g⁻¹, apresentando farinhas de trigos com matéria mineral próxima à das encontradas neste experimento. A matéria mineral é considerada um indicativo da quantidade de farelo incorporado à farinha, ou seja, do grau de extração da mesma, pois estes minerais são provenientes principalmente do pericarpo (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Trigos não umidificados corretamente, mais secos, quebram-se em pedaços menores, dificultando sua separação com o endosperma e, assim, produzindo farinhas com alto conteúdo de cinzas. Os baixos teores encontrados

nas farinhas indicam que o processo de moagem seguiu dentro da normalidade para todos os tratamentos.

Segundo Dendy e Dobraszczyk (2003) e Germani (2003), usualmente, considera-se, para produtos fermentados, teor de proteína ideal nas farinhas de, pelo menos, 11 g 100 g⁻¹ e, para farinha destinada à produção de biscoitos e bolos, uma quantidade média de proteínas entre 8,5 g 100 g⁻¹ e 11 g 100 g⁻¹. Considerando esta divisão, as farinhas de trigos avaliadas não apresentam quantidade de proteína adequada para a sua utilização na fabricação de produtos fermentados (pães, crackers e outros), pois os teores de proteína variaram de 8,98 g 100 g⁻¹ (EP066066) a 10,15 g 100 g⁻¹ (EP064021), estimados em matéria integral. Todas as farinhas das linhagens foram consideradas iguais à da cultivar BRS264. Apenas a farinha da linhagem EP066066 foi considerada com quantidade inferior de proteína em relação à farinha da cultivar CD108. Camargo e Camargo (1987) e Gutkoski et al. (2007a) encontraram resultados superiores (12 g 100 g⁻¹ a 16 g 100 g⁻¹) aos deste experimento, para proteína bruta. Existe uma correlação importante entre proteína e o volume do interior do pão que, normalmente, é maior à medida que o conteúdo de proteína de qualidade da farinha aumenta (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003).

Para a avaliação da qualidade da farinha de trigo, torna-se necessário verificar os potenciais qualitativo e quantitativo. A qualidade proteica da farinha está diretamente ligada ao seu uso final, ou seja, uma farinha com alto teor de proteínas com glúten fraco é apropriada para biscoitos e bolos, e farinhas com glúten forte são indicadas para a fabricação de pães.

Como qualquer produto alimentício, os grãos e a farinha de trigo deterioram-se em decorrência de várias transformações químicas. A degradação das gorduras pela ação da lipase é uma delas (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Segundo Montenegro e Ormenese (2005), estudos comprovam que a alta acidez de uma farinha de trigo diminui a qualidade panificável da mesma. Levando em

consideração o conteúdo encontrado e a faixa exigida pela legislação (100 mg 100 g⁻¹), pode-se dizer que as farinhas de trigo apresentaram baixa acidez. A farinha de trigo da linhagem EP062043 foi a única que se igualou aos valores das farinhas das duas cultivares. Gutkoski et al. (2007b), avaliando as características da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, durante o armazenamento e verificando sua influência na produção de pão de forma, encontraram acidez graxa inicial da farinha de trigo de 19,90 mg de KOH 100 g⁻¹, valor este próximo ao encontrado neste experimento.

A cor da farinha é avaliada, principalmente, pelas medidas de luminosidade (L*) e intensidade de amarelo (b*). Os resultados obtidos durante a avaliação de cor da farinha estão descritos na Tabela 2. O L* da farinha é afetado pelo conteúdo de farelo ou materiais estranhos, enquanto a intensidade de amarelo está relacionada com a quantidade de pigmentos (carotenoides) presentes no trigo (GUTKOSKI; DURIGON; MAZZUTTI, 2008). A luminosidade das farinhas variou entre 92,66 (BRS 264), levemente escura, a 95,76 (EP062043), levemente clara. Apenas as farinhas das linhagens EP063065 e EP064021 foram consideradas iguais à da cultivar CD108. É importante ressaltar que todas as farinhas provenientes das linhagens avaliadas apresentaram alta luminosidade, mesmo considerando que a moagem dos trigos foi realizada em moinho experimental com extração média de 75%. Dendy e Dobraszczyk (2003) salientam que a cor da farinha pode ser influenciada pela variedade, contaminação, acondicionamento e condições de maturação. Germani (2003) ressalta que, apesar de o consumidor preferir farinhas de cor mais clara, nem sempre esta é a de melhor qualidade. Quanto ao parâmetro a*, as farinhas de trigo das linhagens EP063065, EP064021 e EP062043 foram consideradas iguais à da cultivar BRS264 e apenas a farinha das duas últimas iguais à da cultivar CD108.

Quanto à intensidade de amarelo (b*), as farinhas de trigo da linhagem

EP064021, juntamente com a farinha da cultivar CD 108, obtiveram maior destaque, com maior intensidade de cor amarela e diferentes entre si. Este fator sugere que estas farinhas, provavelmente, apresentam maior conteúdo de carotenoides que as demais farinhas de trigo avaliadas. Já as farinhas dos trigos EP066066 e EP066055 apresentaram menor intensidade de amarelo, sendo consideradas diferentes entre si e entre as cultivares. Apenas a farinha da linhagem EP063065 foi considerada igual a da BRS264 neste parâmetro.

Tabela 2 Valores médios dos parâmetros L* (luminosidade) e a* e b* da cor da farinha de trigo

Tratamento	L*	a*	b*
	Média		
EP066066	95,66 a	-0,15 cd	7,77 a
EP066055	94,21 c	0,05 d	8,33 b
EP064021	95,44 ab	-0,63 ab	10,01 d
EP062043	95,76 a	-0,64 ab	9,75 d
EP063065	95,37 ab	-0,28 bc	9,20 c
CD108	95,03 b	-0,82 a	10,91 e
BRS264	92,66 d	-0,52 ab	8,90 c

Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, a 5% de probabilidade

Alterações na intensidade do L* e do b* podem ser observadas decorrentes do processo de maturação da farinha, com o aumento do tempo de armazenamento. A maturação da farinha ocorre a partir da oxidação das proteínas do glúten e dos pigmentos carotenoides (GUTKOSKI et al., 2007b; OLIVER; BLAKENEY; ALLEN, 1992). Dessa forma, a maturação, assim como a adição de aditivos, pode se tornar aliada, caso a intensidade de amarelo e a luminosidade das farinhas dos trigos avaliadas não sejam as adequadas para o produto final. Oliver, Blakeney e Allen (1992) encontraram boa correlação entre a cor L* da farinha com o conteúdo de cinzas em seu estudo, em que quanto maior o conteúdo de cinzas, menor o valor de L*.

As provas reológicas da farinha de trigo são de grande importância para a indústria moageira e de panificação, visto que por meio delas é possível saber a qualidade e as propriedades mecânicas da proteína presente no trigo e, por consequência, na farinha de trigo (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Os resultados encontrados para as avaliações reológicas estão descritos nas Tabelas 3 e 4.

Montenegro e Ormenese (2005) classificaram a qualidade da farinha avaliando o índice de glúten (GI), em que a farinha é considerada: muito boa, com GI maior que 90%, boa, com GI entre 60% e 90%; média, com GI entre 40% e 60% e fraca, com GI menor que 40%. Considerando esta classificação, as farinhas formariam os seguintes grupos: EP064021, EP062043, EP063065 e CD108, classificadas como muito boa e as demais, como farinha boa. Não foi identificada diferença significativa entre as farinhas quanto ao GI. A farinha de trigo da linhagem EP062043 apresentou excelente percentagem de GI, conteúdo este até maior que a média encontrada para as cultivares em estudo. Quando se observa a percentagem de glúten seco, nota-se que os valores não são discrepantes entre os tratamentos, também não identificando diferença significativa entre as farinhas provenientes das linhagens em relação às farinhas das cultivares.

As farinhas de trigo provenientes das linhagens EP066066 e EP062043 apresentaram os menores conteúdos de glúten úmido (GU) e as farinhas das linhagens EP064021 e EP066055, os maiores conteúdos, porém, não foi identificada diferença significativa entre as farinhas das linhagens e das cultivares. Felicio et al. (1996) consideram trigos que produzem valores superiores a 30% GU como sendo de alta qualidade. A percentagem de glúten úmido não demonstra a qualidade do mesmo; é um dado quantitativo que deve ser aliado ao GI, dado qualitativo e confirmado por outras avaliações reológicas. Dessa forma, vale destacar a farinha da linhagem EP062043, que apresentou o

segundo menor GU e, mesmo assim, obteve o maior GI. Costa et al. (2008), avaliando a qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo, nacionais e importados, encontraram menores conteúdos de glúten úmido (22% a 29%) nos trigos e farinhas de trigo nacionais.

A enzima de maior importância tecnológica na farinha de trigo é a α -amilase, pois ela tem grande influência no processo de panificação (GUARIETI et al., 2013), quebrando o amido, no qual servirá de alimento para a levedura, durante a fermentação da massa. Guarienti (1996) e Montenegro e Ormenese (2005) consideram um número de queda (FN) inferior a 150 segundos, proveniente de trigos com alta atividade de α -amilase; trigo com FN entre 200 e 300 segundos, como sendo ótimos para panificação e trigos com FN superior a 300 segundos, com baixa atividade diastásica, sendo necessária a adição da enzima para melhorar ou manter a qualidade do produto em que a mesma for empregada. FN acima de 400 segundos considera-se que o trigo não tem atividade diastásica. Diante do exposto, todas as farinhas de trigo apresentaram baixa atividade de α -amilase, com FN variando entre 309 segundos (CD108) e 365 segundos (EP064021), fator que pode ser facilmente corrigido com a adição de α -amilase durante o processo de fabricação da farinha na indústria de moagem. Vale ressaltar que é mais fácil controlar trigos com baixa atividade diastásica que trigos com elevada atividade (FELÍCIO et al., 1996).

As farinhas das linhagens EP062043 e EP063065 foram as únicas consideradas sem diferença significativa com a cultivar CD108 ($p < 0,05$). Costa et al. (2008) encontraram FN próximo aos valores encontrados neste experimento em trigos e em farinhas de trigo importadas; já os trigos nacionais avaliados pelos autores apresentaram FN entre 231 e 279 segundos. Felício et al. (1996) e Gutkoski et al. (2007a), encontraram, em seus experimentos com trigos cultivados no cerrado, FN que ultrapassaram 310 segundos, assim como neste trabalho.

Tabela 3 Valores médios de glúten index, glúten seco, glúten úmido, elasticidade, extensibilidade, força do glúten e número de queda das farinhas de trigo testadas.

Tratamento	% GI	% GS	% GU	FN (seg.)	P (mm)	L (mm)	P/L (n°)	W (10 ⁴ J)
	Média*							
EP066066	86,71a	32,85a	25,56a	319b	52a	102ab	0,47a	145,0
EP066055	88,60a	36,85b	31,27a	326c	78cd	93ab	0,78abc	244,2
EP064021	88,44a	34,02ab	28,94a	365e	106f	89ab	1,1c	253,9
EP062043	98,25a	35,39ab	27,30a	324ab	74bc	79a	0,88bc	273,8
EP063065	92,00a	33,98ab	28,80a	324ab	88e	104ab	0,78abc	304,0
CD108	92,60a	35,67ab	28,93a	309a	85de	113ab	0,69ab	321,1
BRS264	85,84a	34,21ab	29,78a	338d	67b	119b	0,53a	288,5

GI – glúten index. GS – glúten seco. GU – glúten úmido. P – elasticidade. L – extensibilidade. W – força do glúten. FN – Falling Number ou numero de queda. *Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais com 5% de probabilidade.

A farinha de trigo da linhagem EP064021 se mostrou a mais elástica (P igual a 106 mm), significativamente diferente das demais, e a farinha da linhagem EP062043, a única diferente da farinha da cultivar BRS264, a mais extensível (L igual a 119 mm), a 5% de probabilidade. Ainda observando os dados alveográficos, nota-se que as farinhas do trigo apresentaram-se bem equilibradas quanto à relação P/L, sendo a linhagem EP064021 a única diferente da farinha das cultivares padrões ($p < 0,05$). As farinhas dos trigos EP063065, EP066066, EP062043 e EP066055, com relação menor que 1, são iguais, estatisticamente, à farinha de trigo da cultivar CD108. Em estudo com trigos cultivados no estado de São Paulo, a relação P/L se mostrou menor que 1 para quinze das dezesseis amostras estudadas (FELÍCIO et al., 1996).

Willians et al. (1988) consideram como farinhas ideais para pães aquelas que possuem P/L entre 0,5 e 1,2, correspondendo à característica de todas as farinhas das linhagens de trigos avaliadas. Já quando se considera a força do glúten (W), o mesmo autor considera uma farinha muito forte como sendo aquela com W acima de 401; forte, entre 301 e 400; média forte, entre 201 a 300; média; entre 101 e 200; fraca, de 51 a 100 e muito fraca, abaixo de 50. Considerando esta classificação, as farinhas de trigo com glúten forte foram a EP063065 e o CD108 e, com glúten médio, a farinha da linhagem EP066066. As demais farinhas de trigo foram consideradas como média forte. Considerando a relação P/L e o W, pode-se dizer que todas as farinhas dos trigos apresentaram características adequadas para fabricação de pães; já a farinha de trigo proveniente da linhagem EP066066 seria mais adequada para a fabricação de bolos e biscoitos.

A farinografia é amplamente utilizada pelos laboratórios de cereais para o controle físico da massa. É usada, principalmente, para se determinar absorção de água, medir características de mesclas de farinha e sua capacidade de panificação (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). A absorção de água das

farinhas variou de 71,1% (EP065021) a 59,7% (BRS264). A farinha da linhagem EP065021 absorveu uma grande quantidade de água considerada anormal, pois se considera normal absorção entre 50% e 70%, conforme descrevem Dendy e Dobraszcyk (2003).

Considera-se como ideal absorção de 50% a 54%, para farinhas destinadas à fabricação de biscoitos e 60% a 62%, para farinhas padrão para panificação (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Levando em consideração esta afirmação, as farinhas provenientes das linhagens EP062043 e EP066066 seriam consideradas adequadas para panificação, juntamente com a cultivar BRS264. As demais farinhas apresentaram absorção maior que 65%, absorção também encontrada para farinha da cultivar CD108, sendo consideradas inapropriadas para panificação. Camargo e Camargo (1987), Faroni et al. (2002) e Germani (2003) salientam que absorção de água alta, do ponto de vista prático, representa maior rendimento de produção. A percentagem de absorção de água é influenciada por fatores como umidade, conteúdo proteico, nível de dano do amido e conteúdo de hemicelulose (CAMARGO; CAMARGO, 1987).

Tabela 4 Resultados farinográficos médios das farinhas de trigo avaliadas

Tratamento	Absorção	TC*	TD*	E*	TS*	ITM**	TQ*	20 Q**
EP066066	62,9	1,8	2,3	1,8	3,5	50	3,8	90
EP066055	65,6	2,3	3,3	1,5	3,8	60	5,0	100
EP065021	71,1	2,3	2,8	1,0	3,3	60	4,8	90
EP062043	62,2	3,5	5,0	4,0	7,5	40	9,5	60
EP063065	67,5	3,2	4,5	3,0	6,0	60	7,0	130
CD108	65,5	3,0	4,0	3,0	5,8	50	7,5	80
BRS264	59,7	2,2	3,8	2,8	5,2	40	6,5	80

* resultado expresso em minutos. ** resultado expresso em UF – unidades farinográficas. Absorção expressa em percentagem (%). TC – tempo de chegada. TD – tempo de desenvolvimento. E – estabilidade. TS – tempo de saída. ITM – índice de tolerância à mistura. TQ – tempo de queda. 20 Q – vinte minutos de queda

O tempo de chegada está relacionado com o tempo que a farinha de trigo necessita para absorver toda a água adicionada à mistura (MONTENEGRO; ORMENESE, 2005). As farinhas testadas obtiveram tempo de chegada que variou entre 3,5 minutos, para a farinha da linhagem EP062043 e 1,8 minutos, para a farinha da linhagem EP066066. As farinhas provenientes das linhagens EP066055 e EP065021 obtiveram o mesmo tempo de chegada encontrado para a farinha do trigo BRS264. As farinhas das linhagens EP063065 e EP062043 obtiveram os maiores tempo de chegada e juntamente com a farinha da cultivar CD108. Na determinação das características tecnológicas de trigos cultivados no cerrado, Gutkoski et al. (2007a) encontraram tempos de chegada que variaram de 1,3 a 22 minutos, sendo a maioria das cultivares com valores acima de 9 minutos. Comparando-se os resultados encontrados pelos autores supracitados pode-se dizer que a farinha das linhagens em estudo apresentou baixos tempos de chegada. Menores tempos de chegada implicam em menor gasto de energia em uma panificadora, pois o tempo de mistura será menor, consumindo, portanto, menos energia.

O tempo de desenvolvimento está diretamente relacionado com a capacidade de panificação da farinha, em que farinha com boa capacidade de panificação produz um traçado que alcança mais lentamente a consistência máxima e é normalmente muito mais estável (FARONI et al., 2002; DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Considerando esta afirmação feita pelos autores, as farinhas dos trigos EP062043 e EP063065 apresentaram maior estabilidade (E) e tempo de desenvolvimento (TD), juntamente com a farinha da cultivar CD108. Já os trigos EP066055 e EP065021 apresentaram os menores E e TD.

A expressão força de glúten, normalmente, é utilizada para designar a maior ou a menor capacidade de uma farinha resistir ao tratamento mecânico ao ser misturada com água (GUTKOSKI; DURIGON; MAZZUTTI, 2008). Willians et al. (1988) classificam as farinhas conforme sua estabilidade,

considerando farinha muito forte como sendo aquela que apresenta estabilidade acima de 15,1 minutos; forte, entre 10,1 a 15,0; média força-forte, de 7,1 a 10,0; média força-fraca, entre 4,1 a 7,0; fraca, entre 2,1 a 4,0 e muito fraca abaixo de 2,0. Considerando a classificação proposta pelo autor, as farinhas seriam enquadradas nas categorias fraca (EP062043 e EP063065, que se comportaram como os padrões CD108, BRS264) e muito fraca (EP066066, EP066055 e EP065021). A estabilidade da massa é reconhecida como um parâmetro indicador de maior resistência ao amassamento e melhor qualidade tecnológica (FARONI et al., 2002). A estabilidade da farinha depende, principalmente, do número de ligações cruzadas entre as moléculas de proteínas presentes no glúten, bem como da força destas ligações (COSTA et al., 2008). Isto indica que, possivelmente, as farinhas das linhagens EP062043 e EP063065 têm maior resistência mecânica, maior número de ligações cruzadas e maior força entre estas ligações, seguindo as mesmas características observadas para as farinhas provenientes das cultivares CD108 e BRS264.

O índice de tolerância à mistura (ITM) variou entre 40 e 60 UB, nas farinhas de trigo avaliadas. Para este índice, considera-se que quanto maior o ITM, menor é a tolerância da farinha à mistura (CAMARGO; CAMARGO, 1987; FARONI et al., 2002; MONTENEGRO; ORMENESE, 2005). Observando-se a Tabela 4, nota-se que a farinha proveniente do trigo EP062043 apresentou a maior estabilidade e um baixo índice de tolerância à mistura e a farinha do trigo EP065021 apresentou a menor estabilidade e o maior ITM. Uma medida similar ao ITM são os 20 minutos de queda (20Q) e, neste parâmetro, quanto menor o valor maior é a tolerância da farinha à mistura. O maior valor foi encontrado para o tratamento EP063065 e o menor valor, para EP062043. Observando-se estes parâmetros, novamente a farinha proveniente da linhagem EP062043 obteve melhor desempenho que as farinhas das outras linhagens e das cultivares.

O tempo de saída (TS) indica até quanto tempo a farinha suporta ser misturada sem perder suas características viscoelásticas naturais (MONTENEGRO; ORMENESE, 2005). A farinha de trigo proveniente da linhagem EP062043 apresentou o maior TS e a farinha do trigo EP065021, o menor TS. Assim, a farinha proveniente da linhagem EP062043 demonstra um grande potencial para processos que demandam grandes períodos de mistura. A farinha desta linhagem também obteve um TS maior que o obtido pelas farinhas das cultivares. As farinhas dos trigos avaliados apresentaram tempo de queda (TQ) que variou entre 9,5 minutos, para a linhagem EP062043 e 3,8 minutos para a linhagem EP066066. As cultivares analisadas apresentaram TQ de 6,5 (BRS264) e 7,5 minutos (CD108).

Levando em consideração todas as características farinográficas, pode-se dizer que as farinhas das linhagens EP062043 e EP063065 se destacaram de forma positiva, juntamente com a cultivar CD108. Já as linhagens EP065021 e EP066066 obtiveram o pior desempenho. Esta mesma afirmação pode ser feita considerando os parâmetros alveográficos P/L e W, confirmando as características viscoelásticas destas farinhas. A mesma relação entre os resultados farinográficos e alveográficos foi identificada por Camargo e Camargo (1987), ao determinarem as características tecnológicas de qualidade de novas linhagens de trigo com média a alta tolerância ao alumínio (que são características típicas do cerrado) e indicadas para cultivo no estado de São Paulo.

Na Tabela 5 estão descritos os parâmetros utilizados para classificar as linhagens de trigo estudadas. Dos trigos avaliados, apenas a linhagem EP066066 foi classificada como trigo básico, podendo ser utilizado em mesclas com trigos mais fortes ou na fabricação de biscoitos e bolos. Os demais trigos foram classificados como trigo pão, ideal para a fabricação de pães e outros panificados. As linhagens estudadas obtiveram a mesma classificação que as

cultivares. As cultivares CD108 e BRS264 obtiveram a mesma classificação comercialmente, apresentada no anexo 3 da V Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (2013).

Tabela 5 Classificação dos trigos conforme Anexo III da Instrução Normativa nº 38 (BRASIL, 2010)

Tratamento	FN (seg.)	W (10⁻⁴J)	Estabilidade (min)	Classe
EP066066	319	145	1,8	Básico
EP066055	325	244	1,5	Pão
EP064021	364	254	1,0	Pão
EP062043	324	274	4,0	Pão
EP063065	323	304	3,0	Pão
CD108	309	321	3,0	Pão
BRS264	337	288	2,8	Pão

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado este trabalho, a linhagem EP066066 é classificada como trigo básico. As linhagens EP066055, EP064021, EP062043 e EP063065 são classificadas como trigo pão.

Dentre as linhagens estudadas, a EP062043 se destaca das demais, apresentando consideráveis conteúdos de glúten, boa estabilidade, índice de tolerância à mistura e boa força de glúten, podendo ser considerada com características idênticas ou até melhores que as cultivares BRS264 e CD108. Novos estudos podem confirmar esta afirmação por meio de testes de panificação.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTIS. **Approved methods**. 10th ed. Saint Paul, 2000. Disponível em: <<http://methods.aaccnet.org/about.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaitheersburg, 2000. v. 1, 1094 p.
- BORGES, J. et al. Use of a global wheat core collection for association analysis of flour and dough quality traits. **Journal of Cereal Science**, London, v. 54, n. 1, p. 137-147, jul. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8**, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.claspclassificacao.com.br/admin/uploads/files/Farinha_de_trigo.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 38**, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- CAMARGO, C. R. D. O.; CAMARGO, C. E. D. O. Trigo: avaliação tecnológica de novas linhagens. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 2, p. 169-181, 1987.
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia de panificação**. Barueri: Manole, 2009. 417 p.

COSTA, M. das G. da et al. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.

DENDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereales y productos derivados: química y tecnología**. Zaragoza: Acribia, 2003. 537 p.

FARONI, L. R. D. et al. Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 354-357, 2002.

FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. Interação entre genótipos e ambiente na produtividade e na qualidade tecnológica dos grãos de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100017>. Acesso em: 20 mar. 2013.

FELÍCIO, J. C. et al. Avaliação agrônômica e de qualidade tecnológica de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 147-156, 1996.

FRANCO, L. **Cerrado brasileiro produz trigo melhor que o da Argentina**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI238993-18283,00-CERRADO+BRASILEIRO+PRODUZ+TRIGO+MELHOR+QUE+O+DA+ARGENTINA.html>>. Acesso em: 22 mar. 2012.

GERMANI, R. **Trigo e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: CTAA-EMBRAPA, 2003. 109 p.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2. ed. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1996. 36 p.

GUARIENTI, E. M. et al. Qualidade de trigo: aspectos tecnológicos e sanitários. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 274, p. 72-82, maio/jun. 2013.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S. Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 888-894, 2008.

GUTKOSKI, L. C. et al. Armazenamento da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico e seu efeito na produção de pão de forma. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 93-100, 2007a.

GUTKOSKI, L. C. et al. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, maio/jun. 2007b.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, set./out. 2002.

GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M.; JACOBSEN NETO, R. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 91-97, 2003. Suplemento.

MONTENEGRO, F. M.; ORMENESE, R. de C. S. C. **Avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo**. Campinas: ITAL, 2005. 67 p.

OLIVER, J. R.; BLAKENEY, A. B.; ALLEN, H. M. Measurement of flour color space parameters. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 69, n. 5, p. 546-551, 1992.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 5., 2011, Dourados. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011. 240p. (Sistemas de Produção, 9).

SANTOS, L. **Perfil protéico e qualidade de panificação em linhagens de trigo desenvolvidas para a região do cerrado brasileiro**. 2008. 65 p.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação.
Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

VERGES, R. P.; VÁZQUEZ, D.; IBÁÑEZ, W. Trigos INIA: ¿se puede reunir buena calidad y alto rendimiento en un mismo cultivar? In: JORNADA DE CULTIVOS DE INVIERNO, 444., 2006, Mercedes. **Anales...** Mercedes: INIA, 2006. p. 4-7.

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

ARTIGO 3**PÃO FRANCÊS PRODUZIDO COM FARINHAS DE LINHAGENS DE TRIGOS DESENVOLVIDAS PARA O CERRADO MINEIRO**

Raul Antônio Viana Madeira
Wagner Pereira Reis
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Joelma Pereira

RESUMO

O trigo tem destacada importância entre os cereais, na panificação. Durante todas as etapas de panificação ocorrem transformações bioquímicas e físicas complexas que afetam e são afetadas pelos constituintes da farinha. A qualidade das farinhas de trigo é determinada por uma variedade de características, desempenhando importante papel no controle da qualidade e na especificação de ingredientes dos produtos elaborados. Este estudo foi realizado com os objetivos de determinar as características químicas e reológicas de farinhas de trigo; determinar as características físicas e sensoriais do pão francês, produzido a partir destas farinhas e estabelecer uma correlação entre as características reológicas e físico-químicas das farinhas de trigo e a qualidade sensorial dos pães franceses. Um delineamento inteiramente casualizado foi conduzido com farinhas de trigo provenientes de quatro linhagens e duas cultivares, totalizando seis tratamentos, sendo as análises realizadas em triplicata. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos foram testados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os parâmetros físico-químicos e reológicos foram cruzados com os sensoriais, por meio de uma análise de componentes principais. A farinha da linhagem EP062043 apresenta as melhores características reológicas e o pão francês produzido a partir dessa farinha apresenta as melhores características físicas de qualidade e sensoriais. Foi possível relacionar as características reológicas e físico-químicas com as avaliações sensoriais.

Palavras-chave: Análise sensorial. Panificação. Qualidade tecnológica. Alveografia. Farinografia.

1 INTRODUÇÃO

O trigo tem destacada importância entre os cereais na panificação, embora, em algumas partes do mundo, a utilização de centeio seja bastante substancial. Outros cereais também são utilizados, porém, em menor grau (GOESAERT et al., 2005).

A farinha de trigo é o principal ingrediente dos produtos de panificação. Ela consiste, principalmente, de amido (cerca de 70%-75%), água (14%), proteínas (10%-12%) e polissacarídeos não amiláceos (cerca de 2%-3%), em particular arabinosilanos e lipídios (cerca de 2%), que são importantes constituintes de farinha e menores influentes na produção e na qualidade do pão (SCHEUER et al., 2011).

Na fabricação do pão francês, adicionam-se, obrigatoriamente, farinha de trigo, água, fermento e sal (cloreto de sódio), podendo conter outros ingredientes (BRASIL, 2000). Trata-se de um produto misturado até a obtenção de massa viscoelástica, que é fermentada e cozida (GOESAERT et al., 2005), apresentando casca crocante, de cor uniforme castanho-dourada, miolo de cor branco-creme, textura e granulação fina, não uniforme (BRASIL, 2000).

Durante todas as etapas de panificação, ocorrem transformações bioquímicas e físicas complexas que afetam e são afetadas pelos constituintes da farinha. Além disso, muitas substâncias são utilizadas para influenciar as características estruturais e físico-químicas dos constituintes da farinha, a fim de potencializar a sua funcionalidade na panificação, como, por exemplo, a adição de amilases (GOESAERT et al., 2005).

Algumas propriedades da farinha afetam diretamente a qualidade dos produtos finais obtidos na indústria de panificação e de massas (GERMANI, 2003). A qualidade de grãos e das farinhas de trigo é determinada por uma variedade de características, podendo ser classificadas em físicas, químicas,

enzimáticas e reológicas (GUTKOSKI; NODARI; NETO, 2003; SCHEUER et al., 2011).

A reologia desempenha importante papel no controle da qualidade e na especificação de ingredientes dos produtos elaborados (CAMARGO; CAMARGO, 1987; SCHEUER et al., 2011), pois verifica as características de extensibilidade e elasticidade da massa, relacionadas ao glúten e às transformações decorrentes do envelhecimento do pão, relacionadas ao amido. A extensibilidade está, geralmente, associada com a gliadina, enquanto a glutenina determina a elasticidade da massa de pão. O amido, por ser o principal constituinte da farinha de trigo, conseqüentemente, desempenha papel importante como um determinante da qualidade do produto alimentar (SINGH et al., 2010).

Entre as determinações disponíveis para avaliar as propriedades da massa e definir o uso da farinha de trigo na panificação, incluem-se as características de mistura (farinógrafo e mixógrafo), características de extensão (extensógrafo, alveógrafo e consistógrafo), viscosidade (número de queda, viscosímetro RVA) e de produção ou retenção de gás (reofermentômetro e maturógrafo) (SCHEUER et al., 2011).

Diante do exposto, faz-se necessário o estudo da qualidade da farinha para determinar a sua influência sobre a qualidade dos produtos finais. Logo, este estudo foi realizado com os objetivos de determinar as características físico-químicas e reológicas da farinha de trigo proveniente de quatro linhagens originárias do Programa de Melhoramento Genético do Trigo, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), desenvolvidas para o plantio no cerrado mineiro, comparando-as com duas cultivares de trigos comerciais; avaliar as características do produto fabricado e, por fim, relacionar as informações físico-químicas e reológicas com as sensoriais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos, o Departamento de Agricultura (DAG) da UFLA e a EPAMIG. Foram avaliados os trigos das seguintes linhagens EP062043, EP066055, EP064021 e EP063065. A seleção ocorreu pelo fato de estas terem sido classificadas como trigo pão pela Instrução Normativa nº 38 (BRASIL, 2010). Metade das amostras foi cedida pelo DAG, proveniente do campo experimental da UFLA e a outra parte foi cedida pela EPAMIG, proveniente do campo experimental localizado em Patos de Minas, em Minas Gerais. As duas parcelas foram misturadas em homogeneizador (TE-200/10, Tecnal, Brasil), à velocidade de 30 rpm, por 10 minutos. Grãos de duas cultivares, a CD 108 e a BRS 264, cedidas pelo DAG, também foram consideradas no estudo, também classificadas comercialmente como trigo pão. As farinhas foram obtidas pela moagem dos grãos de trigo em moinho experimental (Brabender Quadrumat Senior, Brabender, Alemanha) e empregadas na fabricação de pão francês. A partir daí, foram determinadas as características físicas e sensoriais do produto para confirmar as propriedades panificáveis das farinhas e determinar a influência das mesmas sobre o produto. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), conduzido com seis tratamentos em triplicata.

Análises da farinha de trigo

No intuito de verificar a característica das farinhas de trigo provenientes das linhagens e das cultivares estudadas, procedeu-se à determinação de algumas propriedades físico-químicas e reológicas. O conteúdo proteico foi determinado

pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando-se o valor de 5,7 como fator de conversão (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 2000).

A determinação do glúten procedeu-se após lavagem, extração, centrifugação e secagem do glúten pelo Sistema Glutomatic (Glutomatic Sistem, Perten Instruments, Suécia), com determinação do glúten úmido e glúten índice. O glúten índice foi calculado pelo peso do glúten retido multiplicado por 100, dividindo-se este valor pelo peso do glúten úmido (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC, 2000).

O número de queda foi obtido por meio da mensuração da capacidade da enzima alfa-amilase em liquefazer um gel de amido. Assim, foi realizada a tomada de tempo (em segundos), requerida em permitir a queda do agitador até uma distância fixa, sob uma temperatura constante de 100 °C, em equipamento próprio (Falling Number, Perten Instruments, Suécia) (AACC, 2000).

A partir da extensão biaxial foi avaliada a qualidade do glúten, em alveógrafo Chopin (Alveógrafo NG, Chopin, França). Foram determinadas a tenacidade (P), que mede a sobrepressão máxima exercida na expansão da massa (mm); a extensibilidade (L), que mede o comprimento da curva (mm); a relação P/L e a energia de deformação da massa (W), que corresponde ao trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em 10^{-4} J (AACC, 2000).

Os parâmetros farinográficos de absorção de água (em percentagem), tempo de desenvolvimento (em minutos) e estabilidade (em minutos) foram obtidos após avaliar a resistência oferecida pela massa, quando submetida à ação mecânica (mistura) constante sob condições experimentais, em aparelho farinógrafo (Farinógrafo Brabender, Brabender, Alemanha) (AACC, 2000).

A propriedade de pasta foi determinada pelo Rapid Visco Analyser (RVA-4, Newport Scientific., Austrália), conforme descrito por Thomas e

Atwell (1999). Uma alíquota foi suspensa em água destilada e submetida a um ciclo de aquecimento e resfriamento, sobre agitação, registrando a variação da viscosidade da pasta produzida.

Panificação experimental

As farinhas dos trigos foram empregadas na fabricação de pão francês pelo fato de a formulação deste produto ser a mais simples dentre os demais pães, o que garante que as características do produto final sejam decorrentes, principalmente da qualidade da farinha.

Na Padaria Experimental do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do DCA/UFLA, foram elaborados pães, tipo francês, de 50 g, seguindo a seguinte formulação: 2% de fermento biológico fresco, 2% de sal e água potável (8 °C) na quantidade determinada pela farinografia para cada farinha de trigo. Os parâmetros de fabricação foram: mistura dos ingredientes em amassadeira espiral (Massa AE 25, G.PANIZ, Brasil), até ponto de véu, tendo a temperatura final da massa sido de 24°C; descanso de 10 minutos antes da divisão; moldagem das peças em modeladora (Pão MPS350, G.PANIZ, Brasil) regulada em nível 2; fermentação em câmara de fermentação (Klimaquip Prática Technicook CFCK-20, Prática, Brasil) ajustada para a temperatura de 26 °C e umidade relativa do ar de 85%, por 2,5 horas. A cocção se deu em forno elétrico (E125 Prática Techicook, Prática, Brasil), à temperatura de 195 °C, por 16 minutos, com aspersão de vapor por 3 segundos. As amostras foram avaliadas após 30 minutos de resfriamento sob temperatura ambiente.

Avaliação física do pão francês

O volume dos pães franceses foi medido por meio do deslocamento de sementes de painço. O resultado foi dado em cm^3 . O volume específico foi calculado pela divisão entre o volume (cm^3) e o peso (g) das amostras (GRISWOLD, 1972).

A densidade foi calculada por meio da relação massa/volume.

A relação A/B medida pela divisão entre altura (A), em milímetros (mm) e o comprimento (B), também em milímetros, foi realizada com o auxílio de um paquímetro (Digital Caliper 0-200 mm, Marberg, China).

Foi avaliada a cor, por determinação dos parâmetros L^* a^* b^* , da crosta e do miolo, em aparelho Konica Minolta (CM-700, Konica Minolta, Brasil), pelo Sistema Cielab (iluminante D65 e SCE excluído).

Avaliação da qualidade sensorial dos pães

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos do Departamento de Ciência dos Alimentos, por equipe de 13 provadores treinados. Cada julgador avaliou todas as amostras, devidamente codificadas, em sessões diferentes, em triplicata. Empregou-se a análise descritiva qualitativa (ADQ), utilizando questionário apropriado (Figura 1).

Foram recrutados provadores voluntários entre os estudantes da Universidade Federal de Lavras, na faixa etária acima de 18 anos, de ambos os sexos. Os mesmos foram selecionados por serem consumidores do produto, sendo treinados para identificar as características de qualidade (atributos) no pão francês e estimar a gravidade dos defeitos, numa escala de cinco pontos. Amostras (fotografias ou produtos na forma física) foram apresentadas à equipe

como referência qualitativa e quantitativa dos atributos a serem avaliados. Após o treinamento, os julgadores foram convidados a participar de uma avaliação teste. Os julgadores que discriminaram amostras com probabilidade (p) menor ou igual a 0,50, pela ANOVA, foram considerados aptos. Os testes foram realizados em cabines fechadas, com iluminação branca natural. Os provadores receberam amostra do produto em pratinho branco e a ficha do teste ADQ.

Nome: _____ Data: __/__/__

1. Avaliação da Qualidade Tecnológica de Pão – Serão apresentadas amostras de pães para avaliação sensorial, favor avaliar cada amostra relacionando as características e os escores abaixo.

Código da amostra: _____

Escores	Nota	5	4	3	2	1
Volume específico		Muito bom	Bom	Regular	Muito grande	Muito pequeno
Cor da crosta		Dourada, natural, uniforme	Natural, levemente tostada	Ligeiramente alterada (clara ou escura) desuniforme	Com algumas manchas escuras	Muito escura ou muito pálida
Forma e simetria		Simétrica	Simétrica, levemente modificada	Achatada, assimétrica	Afundada, rachada, mas ainda aceitável	Muito deformada
Características da crosta		Fina, macia e crocante	Macia e crocante	Medianamente dura	Dura ou muito macia	Muito dura ou borrachenta
Aspecto da pestana		Aberta proeminente (pestana levantada) centralizada	Semiaberta	Aberta, sem pestana	Fechada	Sem corte
Aspecto de quebra da crosta		Uniforme	—	—	—	Desuniforme
Cor do miolo		Uniforme, branco ou levemente creme	Uniforme, creme	Uniforme, ligeiramente escurecida	Desuniforme com manchas	Escuro
Porosidade		Células ovaladas, uniformes, sem buracos	Células ovaladas, abertas uniforme, com pequenos buracos	Células uniformes, pouco fechadas	Células muito fechadas, paredes grossas	Células muito abertas, paredes finas e buracos
Textura		Sedosa, granulada, uniforme	Ligeiramente desuniforme	Desuniforme e áspera	Desuniforme, pegajosa ou seca	Muito dura ou muito seca

Figura 1 Questionário de avaliação de qualidade de pão francês

A avaliação visual da qualidade tecnológica de pães seguiu os parâmetros de qualidade propostos por Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), com alterações, em que foram relacionados os atributos de qualidade *versus* fator (TABELA 1). Os fatores foram definidos pelos provadores em sessões anteriores. A pontuação de 0 a 5, definida para cada qualidade, foi multiplicada pelo fator que aparece na coluna do meio da Tabela 1, que expressa a importância relativa de cada atributo de qualidade. A soma de todos os pontos obtidos fornece a pontuação máxima de 100 pontos para o produto.

Tabela 1 Fator das variáveis de qualidade do pão francês

Atributos de qualidade	Fator	Pontuação máxima
Volume	4	20
Cor da crosta	3	15
Forma e simetria	2	10
Características da crosta	2	10
Aspecto da pestana	2	10
Aspecto de quebra	2	10
Cor do miolo	1	5
Porosidade	2	10
Textura do miolo	2	10

A pontuação obtida pelo volume, na análise sensorial, foi obtida por meio da classificação do volume específico (Quadro 1), seguindo a escala proposta por Ferreira, Oliveira e Pretto (2001).

Quadro 1 Classificação do volume específico do pão francês

Volume específico	Classificação	Pontuação
Entre 6 e 8	Muito bom	5
Entre 5 e 6	Bom	4
Entre 4 e 5	Regular	3
Acima de 8	Muito grande	2
Abaixo de 4	Muito pequeno	1

Fonte: Ferreira, Oliveira e Preto (2001)

A pontuação máxima obtida por cada pão francês permitiu classificá-lo conforme o Quadro 2.

Quadro 2 Classificação geral das amostras de pão francês

Pontuação	Classificação
81 a 100	Pão de boa qualidade
61 a 80	Regular
31 a 60	Ruim
Menos de 30	Qualidade inaceitável

Fonte: Ferreira, Oliveira e Preto (2001)

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos que apresentaram diferença significativa foram identificados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os parâmetros físico-químicos e reológicos foram relacionados com os sensoriais por meio de análise de componentes principais. Todos os resultados gerados pela análise sensorial foram analisados pelo programa SensoMaker versão 1.7 (NUNES; PINHEIRO, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises da farinha de trigo

Os resultados encontrados para as avaliações reológicas e percentagem de proteínas estão descritos na Tabela 2.

Segundo Dendy e Dobraszczyk (2003) e Germani (2003), usualmente considera-se, para produtos fermentados, teor de proteína ideal de, pelo menos, 11 g 100 g⁻¹. Assim, considerando apenas este fator, as farinhas de trigo avaliadas não apresentam quantidade de proteína adequada para a sua utilização na fabricação de produtos fermentados (pães, crackers e outros), pois os teores de proteína variaram de 9,55 g 100 g⁻¹ (EP062043) a 10,15 g 100 g⁻¹ (EP064021), estimados em matéria integral. Todas as farinhas de trigo das linhagens foram consideradas significativamente iguais às farinhas de trigo das cultivares utilizadas como controle, em relação ao teor de proteína. Outro fator importante está correlacionado entre proteína e o volume do interior do pão que, normalmente, é maior à medida que o conteúdo de proteína da farinha aumenta (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Ressalta-se que mais importante que o conteúdo de proteína é a capacidade da mesma em formar glúten com características ideais para garantir bom crescimento do pão durante a fermentação. Assim, faz-se necessária a verificação, por meio de métodos reológicos, da qualidade proteica da farinha, pois, nem sempre, quantidade é sinônimo de qualidade.

Montenegro e Ormenese (2005) classificam a qualidade da farinha avaliando o índice de glúten (GI), em que a farinha é considerada: muito boa, com GI maior que 90%; boa, com GI entre 60% e 90%; média, com GI entre 40% e 60% e fraca, com GI menor que 40%. As farinhas das linhagens e das cultivares de trigo não apresentaram diferença estatística significativa entre si,

com valor médio de 90,96%, sendo consideradas como “muito boas”.

Não houve diferença significativa quanto ao conteúdo de glúten úmido entre farinhas das linhagens e entre as farinhas das linhagens e das cultivares estudadas, com média de 29,17%. Costa et al. (2008), avaliando a qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importadas, encontraram menores conteúdos de glúten úmido (22% a 29%) nos trigos e nas farinhas de trigo nacionais.

Tabela 2 Conteúdo médio de proteína em g 100g⁻¹ e valores médios de glúten index, glúten úmido, número de queda, elasticidade, extensibilidade e força do glúten das farinhas de trigo testadas.

Tratamento	Proteína	% GI	% GU	FN (s)	P	L	P/L	W (10 ⁻⁴ J)
	Média*							
EP066055	9,97 ab	88,60 a	31,27 a	326 b	78 cd	93 ab	0,78 ab	244,2
EP064021	10,15 a	88,44 a	28,94 a	365 d	106 a	89 ab	1,1 a	253,9
EP062043	9,55 b	98,25 a	27,30 a	324 ab	74 e	79 a	0,88 ab	273,8
EP063065	9,63 ab	92,00 a	28,80 a	324 ab	88 b	104 ab	0,78 ab	304,0
CD108	9,84 ab	92,60 a	28,93 a	309 a	85 bc	113 ab	0,69 b	321,1
BRS264	9,60 ab	85,84 a	29,78 a	338 c	67 e	119 b	0,53 b	288,5

GI – glúten index. GU – glúten úmido. FN – Falling Number ou número de queda. P – elasticidade. L – extensibilidade. W – força do glúten. *Médias de três observações. Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais a 5% de probabilidade.

Observando-se os resultados para o FN, apenas as linhagens EP063065 e EP062043 foram consideradas sem diferença significativa da cultivar CD108. Guarienti (1996) e Montenegro e Ormenese (2005) consideram um número de queda (FN) inferior a 150 segundos, proveniente de trigos com alta atividade de α -amilase; trigo com FN entre 200 e 300 segundos, como sendo ótimo para panificação e trigos com FN superior a 300 segundos, com baixa atividade diastásica, sendo necessária a adição da enzima para melhorar ou manter a qualidade do produto em que a mesma for empregada. Diante do exposto, todos os trigos apresentaram baixa atividade de α -amilase, com FN variando entre 309 segundos (CD108) e 364 segundos (EP064021). Com FN acima de 400 segundos, considera-se que o trigo não tem atividade diastásica. É importante ressaltar que o controle de farinhas com FN alto é mais fácil que o controle de farinhas com FN baixo. A correção da baixa atividade diastásica pode ser feita por meio da adição de α -amilase fúngica à farinha de trigo, melhorando suas propriedades.

Observando-se os dados alveográficos, nota-se que a elasticidade (P) foi a característica mais expressiva da farinha da linhagem EP064021 e a extensibilidade (L) a característica mais expressiva da farinha da cultivar BRS264. A linhagem EP062043 foi a única considerada sem diferença da cultivar BRS264 para o parâmetro P, oposto do que ocorreu no parâmetro L. As farinhas de trigo das linhagens obtiveram relação P/L bem equilibrada, sendo a linhagem EP064021 a única considerada diferente das cultivares CD108 e BRS264.

Contudo, Willians et al. (1988) consideram como farinhas ideais para pães aquelas que têm P/L entre 0,5 e 1,2, correspondendo à característica de todos os trigos avaliados. Já para a força do glúten (W), os mesmos autores consideram uma farinha muito forte como sendo aquela com W acima de 401; forte, entre 301 e 400; média forte, entre 201 a 300; média; entre 101 e 200;

fraca, de 51 a 100 e muito fraca, abaixo de 50. Considerando esta classificação, as farinhas com glúten forte foram as dos trigos EP063065 e CD108 e as demais foram consideradas média forte. Conforme a relação P/L e o W encontrados, pode-se dizer que todos os trigos apresentam características panificáveis.

A absorção de água das farinhas variou de 59,7% (BRS264) a 71,1% (EP064021) (Tabela 3). A linhagem EP064021 absorveu grande quantidade de água, o que foi considerado anormal, uma vez que esta absorção deveria ter sido entre 50% e 70%, conforme descrevem Dendy e Dobraszczyk (2003). A percentagem de água absorvida é influenciada por fatores como umidade, conteúdo proteico, nível de dano do amido e conteúdo de hemicelulose (CAMARGO; CAMARGO, 1987) e considera-se como ideal absorção de 50% a 54% para farinhas destinadas à fabricação de biscoitos e 60% a 62% para farinhas padrões para panificação (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Assim, pode-se dizer que a farinha de trigo proveniente da linhagem EP062043 seria considerada adequada para panificação, juntamente com a cultivar BRS264. As demais farinhas apresentaram absorção maior que 65%, valor também encontrado para farinha da cultivar CD108, sendo consideradas inapropriadas para panificação, porém, adequadas para a produção de biscoitos. Contudo, Camargo e Camargo (1987) e Germani (2003) salientam que absorção de água alta, do ponto de vista prático, representa maior rendimento de produção.

O tempo de desenvolvimento está diretamente relacionado com a capacidade de panificação da farinha, em que farinha com boa capacidade de panificação produz um traçado que alcança mais lentamente a consistência máxima e é, normalmente, muito mais estável (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Considerando esta afirmação, os trigos EP062043, EP063065 e CD108 apresentaram maior estabilidade (E) e tempo de desenvolvimento (TD).

A estabilidade da massa é reconhecida como um parâmetro indicador de maior resistência ao amassamento e melhor qualidade tecnológica. A estabilidade da

farinha depende, principalmente, do número de ligações cruzadas entre as moléculas de proteínas presentes no glúten, bem como da força destas ligações (COSTA et al., 2008). Willians et al. (1988) classificam as farinhas conforme sua estabilidade, considerando como uma farinha muito forte aquela que apresenta estabilidade acima de 15,1 minutos; forte, entre 10,1 a 15,0; média força-forte, de 7,1 a 10,0; média força-fraca, entre 4,1 a 7,0; fraca, entre 2,1 a 4,0 e muito fraca abaixo de 2,0. Considerando a classificação proposta pelo autor, as farinhas seriam enquadradas nas categorias fraca (EP062043, EP066065, CD108, BRS264) e muito fraca (EP066055, EP064021). Levando em consideração todas as características farinográficas, pode-se dizer que as farinhas das linhagens EP062043 e EP063065 se destacaram, juntamente com a cultivar CD108, pois, provavelmente, as mesmas têm maior resistência mecânica, maior número de ligações cruzadas e maior força entre estas ligações. Já a linhagem EP064021 obteve o desempenho menos satisfatório.

Tabela 3 Resultados farinográficos médios das farinhas de trigo avaliadas

Tratamento	Absorção (%)	TD (min)	E (min)
EP066055	65,6	3,3	1,5
EP064021	71,1	2,8	1,0
EP062043	62,2	5,0	4,0
EP063065	67,5	4,5	3,0
CD108	65,5	4,0	3,0
BRS264	59,7	3,8	2,8

TD – tempo de desenvolvimento. E – estabilidade

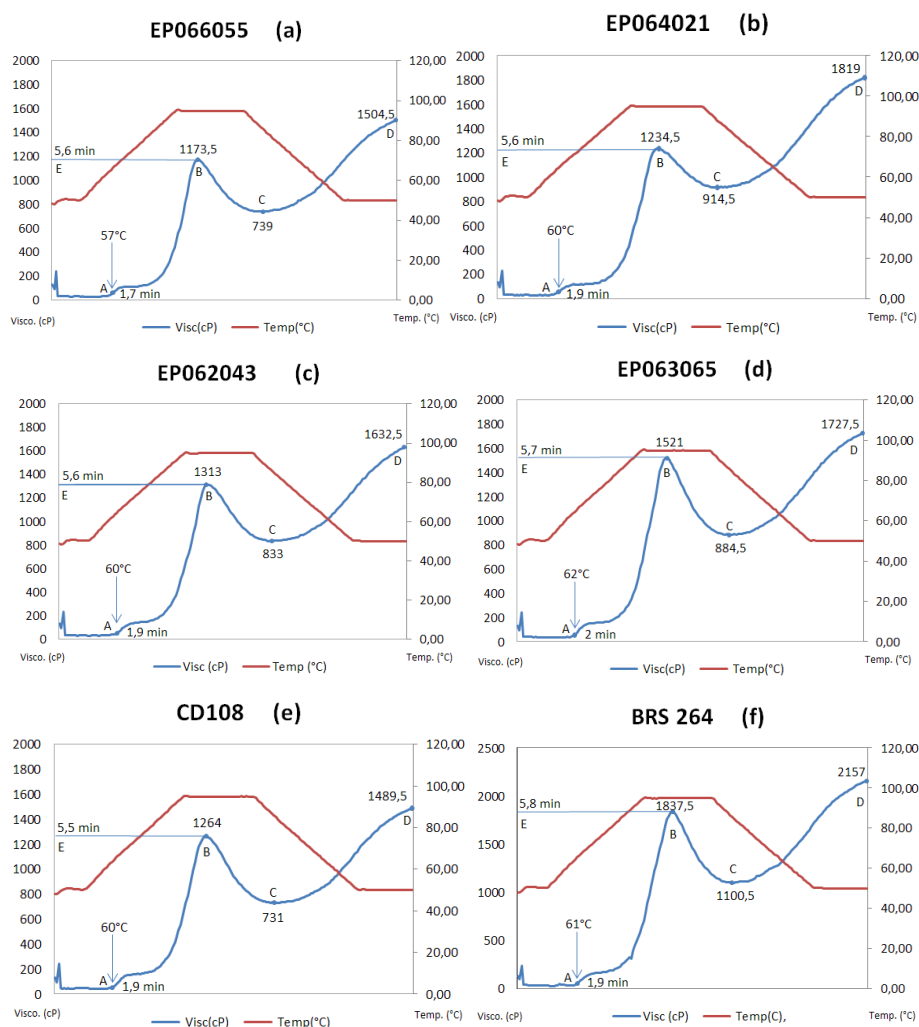
As determinações de viscosidade das misturas de farinha de trigo e água são utilizadas como um critério de qualidade de farinhas. O Rapid Visco Analyser (RVA) e o viscoamilógrafo são equipamentos utilizados para uma análise mais extensiva das mudanças de viscosidade que ocorrem durante a formação da pasta; eles simulam as

condições que ocorrem no pão durante a cocção (CAMARGO; CAMARGO, 1987; DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Na Figura 2 apresentam-se os gráficos da temperatura inicial de gelatinização, temperatura de viscosidade máxima, faixa de gelatinização e viscosidade máxima, obtidos das farinhas de trigo em estudo.

Quando uma suspensão de amido é aquecida, nem todos os grânulos começam a intumescer à mesma temperatura. Esse processo geralmente ocorre em uma faixa de temperatura chamada de faixa de gelatinização. Para o amido de trigo, esse intervalo varia de, aproximadamente, 52 °C a 63 °C (CAMARGO; CAMARGO, 1987). Todos os trigos iniciaram o processo de inchamento do amido presente na farinha de trigo na rampa de aquecimento, apresentando temperatura inicial de pasta (ponto A) variando de 57 °C (FIGURA 2- EP066055 a) a 62 °C (FIGURA 2 - EP063065 d), se mantendo dentro da faixa estabelecida na literatura.

Os tempos de início de formação de pasta ficaram concentrados entre 1,7 minutos e 2 minutos, correspondendo às farinhas das linhagens EP066055 e EP063065, respectivamente. A maior parte dos tratamentos apresentou-se com temperatura de pasta de 60 °C e tempo de formação de pasta de 1,9 minutos. Camargo e Camargo (1987) encontraram menores temperaturas iniciais de gelatinização para as linhagens e cultivares estudadas, variando entre 46 °C e 53,5 °C. Goesaert et al. (2005) afirmam que estas transições endotérmicas nas farinhas, relacionados com a perda de birrefringência e cristalinidade, quando monitoradas por calorimetria diferencial de varredura (DSC), apresentam a temperatura de início de gelatinização de cerca de 60 °C e conclusão acima de 75 °C.

A farinha de trigo da linhagem EP063065, juntamente com a farinha da cultivar BRS 264, se destacou no parâmetro viscosidade máxima (ponto B) e a farinha da linhagem EP066055 apresentou a menor viscosidade máxima (1173,5 cP). As demais linhagens se mantiveram próximas da viscosidade máxima encontrada para a cultivar CD108. Todas as farinhas de trigo chegaram ao ponto máximo de viscosidade no momento em que a temperatura se manteve constante (95 °C).



A – temperatura inicial de pasta. B – viscosidade máxima. C – viscosidade mínima. D – viscosidade final. E – tempo de obtenção de viscosidade máxima.

Figura 2 Temperatura inicial de gelatinização, temperatura de viscosidade máxima, faixa de gelatinização e viscosidade máxima obtidos por RVA das farinhas de trigo provenientes das linhagens EP066055(a), EP064021(b), EP062043(c), EP063065(d) e das cultivares CD108(e) e BRS264(f)

Com relação à viscosidade mínima (ponto C), todas as linhagens se concentraram entre o intervalo determinado pelas farinhas das cultivares que foram as responsáveis pelos valores máximo e mínimo, sendo BRS264, com viscosidade 1100,5 cP e CD108, com viscosidade de 731 cP, tendo apenas a farinha da linhagem EP066055 se apresentado bem próximo ao resultado encontrado para a cultivar CD108.

O ponto D marca a viscosidade final, em que a cultivar BRS264 apresentou a maior viscosidade (2157 cP) e a linhagem EP066055, a menor viscosidade (1504,5 cP). A viscosidade final está relacionada com a retrogradação do amido presente na farinha. A retrogradação da amilose determina, em grande parte, a dureza inicial de um gel de amido, enquanto a retrogradação da amilopectina determina o desenvolvimento a longo prazo das estruturas de gel e da cristalinidade em suspensões de amido (GOESAERT et al., 2005; MILES et al., 1985).

Observando-se os pontos C e D, é possível determinar a tendência à retrogradação das farinhas dos trigos. As farinhas das linhagens ficaram concentradas entre as duas cultivares, tendo as farinhas das linhagens EP062043 e EP066055, com menor tendência, a mesma característica reológica encontrada para o amido da farinha da cultivar CD108. As farinhas das linhagens EP064021 e EP063065 com maior tendência à retrogradação apresentaram a mesma característica do amido da farinha de trigo da cultivar BRS264.

Levando em conta a relação entre aos pontos B e C, que determina a resistência dos grânulos de amido à agitação mecânica, a linhagem EP063065 apresentou a menor resistência, tendo o amido desta farinha de trigo com característica próxima à da farinha da cultivar BRS264. O amido da farinha da linhagem EP063021 apresentou a maior resistência á agitação, seguida pela linhagem EP066055. A linhagem que mais se aproximou da cultivar CD108, neste parâmetro, foi a farinha da linhagem EP062043.

Para o ponto E, que trata do tempo de obtenção da viscosidade máxima, todos os trigos apresentaram praticamente o mesmo tempo (de 5,5 a 5,8 minutos), não mostrando grandes discrepâncias para este parâmetro.

Análises físicas do pão

Os parâmetros físicos medidos nos pães fabricados a partir das farinhas obtidas dos trigos estão descritos nas Tabelas 4 e 5. O volume é uma característica importante, no que diz respeito a características de compra dos produtos de panificação (CAMARGO; CAMARGO, 1987). Os pães elaborados a partir da farinha de trigo da linhagem EP064021 apresentaram volume sem diferença do volume obtido pelo pão da cultivar BRS264. Nenhum dos pães das linhagens foi considerado igual aos pães da cultivar CD108.

Esteller e Lannes (2005) encontraram volume específico de $4,63 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$, para o pão francês comercial, próximo ao encontrado para os pães da linhagem EP062043 e cultivar CD108. A linhagem EP062043 foi a que apresentou pães com maior volume e volume específico, dentre as demais linhagens. Quanto ao volume específico, os pães das linhagens EP064021 e EP062043 não apresentaram diferença significativa dos pães das cultivares BRS264 e CD108. Dendy e Dobraszczyk (2003) afirmam que quanto maior o teor proteico maior é o volume. Contudo, as farinhas que apresentaram o maior teor proteico e o menor teor proteico foram as que obtiveram os maiores volumes.

Levando em consideração a classificação proposta por Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), os pães seriam classificados, quanto ao volume específico, em muito pequenos (BRS264, EP063065, EP064021 e EP066055) e regulares (CD108 e EP062043). O número de queda é um parâmetro diretamente ligado ao volume dos produtos de panificação, visto que a α -amilase é responsável pela disponibilização de substrato para a levedura adicionada à massa do pão que, ao

metabolizá-lo, produz dióxido de carbono, responsável pelo crescimento do pão. Todos os tratamentos apresentaram baixa atividade diastásica. Assim, o baixo volume encontrado para a maioria dos tratamentos pode estar ligada a este fator.

Tabela 4 Valores médios encontrados para volume, em cm^3 ; volume específico, em g cm^{-3} ; densidade e relação A/B no pão francês

Tratamento	Volume (cm^3)	VE	Densidade	A/B
		($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$)	(g cm^{-3})	(n°)
Média*				
EP066055	149 b	2,67 a	0,38 c	0,34 a
EP064021	179 c	3,53 b	0,31 b	0,32 a
EP062043	251 e	4,79 c	0,21 a	0,62 c
EP063065	131 a	2,54 a	0,39 c	0,44 b
CD108	237 d	4,78 c	0,22 a	0,45 b
BRS264	167 c	3,70 b	0,30 b	0,67 c

VE – volume específico. A/B – relação A/B. *Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, com 5% de probabilidade

A densidade é o resultado que demonstra claramente a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente na massa. Novamente, os pães franceses das linhagens EP064021 e EP062043 se destacaram, sendo considerados iguais aos pães das cultivares analisadas. A densidade variou de $0,21 \text{g cm}^{-3}$ a $0,39 \text{g cm}^{-3}$. Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), ao avaliarem amostras de pães franceses fabricados em diversas panificadoras, encontraram densidades variando de $0,09 \text{g cm}^{-3}$ a $0,19 \text{g cm}^{-3}$, provavelmente devido à variação dos volumes dos pães, que foi de 303cm^3 a 507cm^3 . É importante ressaltar que os pães fabricados não foram aditivados durante o processamento, contudo, os pães avaliados por Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), provavelmente, foram, justificando o maior volume encontrado.

A relação A/B é uma determinação que aponta quão simétrico é o formato do pão, ou seja, relações menores que 1 demonstram que o pão é mais achatado e relações maiores que 1 demonstram que o pão tem maior altura. Logo, é importante que a farinha de trigo seja capaz de produzir pães com esta relação mais equilibrada. Observando-se este fator, constata-se que os pães fabricados a partir das farinhas da linhagem EP062043 e da cultivar CD108 apresentaram valores acima de 0,6, sendo considerados iguais estatisticamente, a 5% de probabilidade.

Os parâmetros de cor também são importantes, no que diz respeito à intenção de compra do consumidor, principalmente a cor da crosta dos pães. Os valores de L* mais altos indicam maior reflectância da luz traduzindo-se em pães com coloração clara, pobre em açúcares, como é o caso do pão francês (ESTELLER; LANNES, 2005). Todas as linhagens produziram pães com luminosidade (L*) estatisticamente igual à da cultivar CD108 para a crosta. Ao avaliar pães na tentativa de estabelecer parâmetros complementares de identidade e qualidade, Esteller e Lannes (2005) encontraram valor médio maior para o L* da crosta (65,31±6,48).

Tabela 5 Valores médios dos parâmetros L* (luminosidade), a* e b* da cor da crosta e miolo do pão francês

Tratamento	L*	a*	b*	L*	a*	b*
	Crosta			Miolo		
	Média**			Média**		
EP066055	61,29ab	11,77a	35,86ab	59,09ab	0,72ab	12,27a
EP064021	62,12ab	10,00a	33,75a	63,80abc	0,46a	13,58ab
EP062043	64,51ab	12,33a	39,93b	68,68c	0,35a	12,82ab
EP063065	57,55a	13,97a	37,24ab	58,36a	0,68ab	12,73ab
CD108	60,03ab	13,14a	36,03ab	63,71abc	0,64ab	12,92ab
BRS264	66,96b	10,57a	38,29ab	64,97bc	0,88b	13,80b

**Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais, com 5% de probabilidade

Os valores de a^* (desvio para o vermelho), quando altos, indicam coloração mais escura na crosta, como é o caso de pães de forma, tipo *hot dog* e outros que têm forte presença de açúcares. Para o parâmetro a^* não foi observada diferença estatística significativa entre os pães produzidos a partir das farinhas das linhagens e os produzidos a partir das farinhas das cultivares avaliadas.

Já para a intensidade de amarelo, parâmetro b^* , todos os pães provenientes das linhagens de trigo foram considerados iguais aos pães das cultivares, com destaque para os resultados encontrados para os pães fabricados a partir da farinha de trigo da linhagem EP062043 e da cultivar BRS264. Valores altos para b^* podem ser associados à forte coloração amarelada ou dourada.

Segundo Esteller e Lannes (2005), algumas variações nos valores de a^* e b^* para cada grupo de produto podem estar associadas ao grau de aeração (porosidade da massa). Estes mesmos autores encontraram resultados semelhantes para L^* (60 a 66) e mais baixos para a^* (0,31 a 0,49) e b^* (5,24 a 7,00), ao avaliar estes parâmetros do miolo de pão francês. A luminosidade variou de 58,36 a 68,68, com destaque para o miolo dos pães da linhagem EP062043, que apresentaram miolo mais claro, porém, considerada igual, estatisticamente, ao pão da linhagem EP064021 e das cultivares CD108 e BRS264, neste quesito. Para o parâmetro a^* , todos os pães das linhagens foram considerados iguais aos pães da cultivar CD108, quanto ao desvio para o vermelho. O mesmo pode ser dito para a intensidade de amarelo (b^*).

Avaliação da qualidade dos pães

Na Tabela 6 são apresentadas as médias obtidas para o julgamento da qualidade tecnológica dos pães e os valores máximos obtidos por cada trigo para

cada característica avaliada. Observando-se os resultados, nota-se que houve a formação de dois grupos quanto ao conceito obtido na análise sensorial. Os pães franceses produzidos a partir das farinhas de trigo das linhagens EP066055, EP064021 e EP063065 formaram um grupo no qual a nota média final ficou entre 49 e 53, sendo os pães classificados como ruins. Já os pães fabricados a partir das farinhas de trigo da linhagem EP062043 e das duas cultivares (CD108 e BRS264) formaram outro grupo, com conceito regular.

Os pães fabricados a partir da farinha de trigo da linhagem EP064021 obtiveram as piores avaliações para volume, aspecto da pestana, característica da crosta e cor do miolo, em relação aos outros pães deste estudo. A farinha proveniente desta linhagem apresentou número de queda alto, sugerindo que a mesma possui baixa atividade diastásica. Além disso, a farinha também apresentou a menor estabilidade. Assim, a baixa pontuação obtida está ligada a estes fatores, o que mostra que a discriminação das linhagens e cultivares por meio dos parâmetros avaliados foi eficiente neste caso.

É importante ressaltar que os pães fabricados a partir da farinha de trigo da linhagem EP062043 obtiveram notas iguais ou até melhores que os fabricados a partir da farinha de trigo das cultivares, quando observadas as características avaliadas pelos provadores de forma individual. Comparando-se a nota média encontrada para o volume, observa-se que os pães da linhagem apresentada obtiveram a mesma nota média obtida pelos pães da cultivar CD108. Além do volume, os pães fabricados a partir da farinha de trigo da linhagem EP062043 se destacaram das demais nos escores internos cor, porosidade e textura, e nos escores externos cor, volume, forma e simetria. Considerando estes resultados, pode-se dizer que a determinação da qualidade de uma farinha é muito complexa, visto que, observando-se as propriedades reológicas da farinha da linhagem EP062043, têm-se: a menor força de glúten (W), a menor percentagem de absorção de água, o menor conteúdo proteico e a menor percentagem de GU. Por outro lado têm-se: a maior percentagem de GI, a maior

estabilidade, o maior tempo de desenvolvimento e a relação P/L mais equilibrada. Logo, o conjunto destes fatores está diretamente relacionado ao resultado encontrado na avaliação da qualidade dos pães franceses.

Tabela 6 Valor médio obtido por escore, valor médio real e conceito geral alcançado pelo pão francês fabricado a partir das farinhas de trigo das linhagens e cultivares estudadas.

Escore		Tratamento						
		EP066055	EP064021	EP062043	EP063065	CD108	BRS264	
Característica	Externa	Volume	4	4	12	4	12	4
		Cor	9	11	12	10	11	12
		Aspecto da pestana	5	4	6	5	5	6
		Forma e simetria	6	5	8	6	7	8
		Caract. da Crosta	4	4	7	6	6	7
	Aspecto de quebra	5	5	7	4	4	6	
	Interna	Cor	4	4	5	4	4	4
		Porosidade	7	7	9	7	7	8
		Textura	7	6	9	7	8	8
	Média Total*		50a	49a	74c	53a	64b	62b
Conceito		Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Regular	Regular	

*Médias seguidas de mesma letra devem ser consideradas iguais com 5% de probabilidade.

Análise sensorial

Ainda considerando a Tabela 6, observando-se a média total obtida por cada pão fabricado a partir da farinha de trigo das linhagens e cultivares, dá-se destaque para os pães da linhagem EP062043, que obtiveram a maior média, logo, a melhor avaliação dada pelos provadores. Esta, por sua vez, apresentou diferença entre todos os pães das outras linhagens e cultivares. É importante ressaltar que nenhum dos pães fabricados a partir da farinha de trigo das linhagens foi considerado igual aos pães fabricados a partir da farinha das cultivares. Os pães das linhagens EP066055, EP063065 e EP064021 apresentaram as menores médias e foram consideradas iguais entre si ($p < 0,05$). Ao avaliar pães fabricados a partir da farinha de novas linhagens de trigo com amostras de farinha de trigo nacional e importado, Camargo e Camargo (1987), assim como neste experimento, encontraram pães com qualidade superior à dos pães fabricados a partir da amostra de farinha de trigo nacional.

Na Figura 2 mostra-se a relação entre a análise sensorial e algumas avaliações físico-químicas e reológicas da farinha e físicas do pão. O biplote explicou 84% da variabilidade detectada, tendo o componente principal 1 (PC1) explicado melhor esta variação. Observa-se, então, a formação de dois grupos distintos, sendo um formado pelas cultivares e a linhagem EP062043, do lado esquerdo do biplote e outro, do lado direito, formado pelas outras linhagens avaliadas. Os vetores, claramente, estão voltados para o primeiro grupo (esquerda), que obteve os melhores resultados para estabilidade (E), tempo de desenvolvimento (TD) e força do glúten (W) das farinhas de trigo e volume específico (VE), relação A/B, luminosidade (L^*) da crosta e do miolo dos pães franceses obtidos das farinhas de trigo.

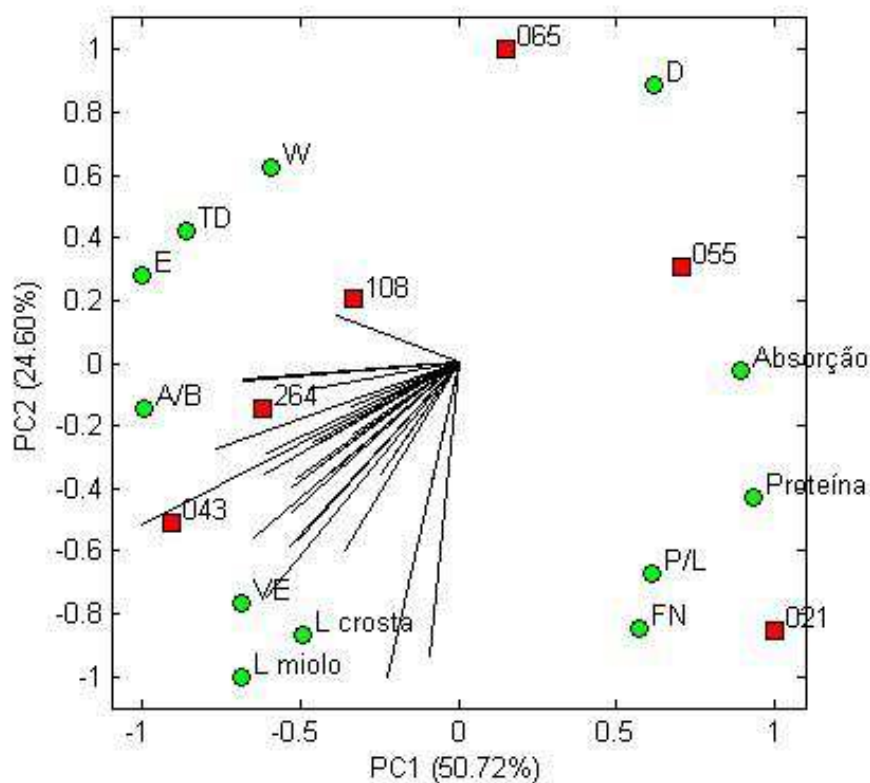
As linhagens EP063065, EP066055 e EP064021 obtiveram pães com as menores notas na análise sensorial e maiores resultados para número de queda (FN), proteína, percentagem de absorção de água e relação P/L, para a farinha e densidade, (D) para o pão.

O conteúdo de proteína e o número de queda merecem atenção, pois dizem respeito à qualidade dos produtos finais. Um alto conteúdo de proteína na farinha de trigo não garante a qualidade do produto final (GUARIENTI, 1996); o que ele garante é a qualidade dessa proteína, principalmente no que diz respeito às proteínas formadoras do glúten (DENDY; DOBRASZCZYK, 2003). Como exemplo disso, tem-se a farinha de trigo da linhagem EP064021, que apresentou a maior percentagem de proteína, porém, os pães franceses fabricados a partir dela obtiveram as menores pontuações no julgamento dos provadores. Observando-se os resultados encontrados nas avaliações reológicas dessa farinha, tem-se uma baixa estabilidade que, quanto mais baixa, menores serão a sua resistência ao amassamento e a qualidade tecnológica do produto final.

Além deste fator, o número de queda encontrado foi alto para todas as farinhas, contribuindo para a baixa qualidade do pão. Quanto maior o número de queda, menor é a atividade diastásica, a qual está associada à produção de dextrinas e maltose que serão metabolizadas pela levedura com posterior liberação de dióxido de carbono (CO_2), responsável pelo crescimento do pão. Além disso, níveis elevados de açúcares redutores promovem a geração de produtos da reação de Maillard que intensificam o sabor do pão e a cor da crosta (GOESART et al., 2005). Assim, para que o pão cresça e desenvolva boas características da crosta, porosidade, textura, cor e aspecto de quebra, é necessário que o número de queda esteja próximo de 250 segundos. As farinhas apresentaram número de queda superior a 300 segundos, comprometendo a sua qualidade.

Rotineiramente, as panificadoras e as indústrias de panificação padronizam a farinha antes da fabricação dos produtos adicionando enzimas, oxidantes ou outros compostos químicos. Esta ação melhora consideravelmente a qualidade dos produtos, aumentando o volume dos pães e reforçando a rede de glúten (GOESART et al., 2005). As farinhas utilizadas na fabricação dos pães, neste experimento, não foram padronizadas. Logo, os resultados analíticos encontrados foram a expressão pura do

potencial tecnológico das farinhas, sem a interferência de aditivos melhoradores. Diante disso, a qualidade das farinhas, possivelmente, poderá ser potencializada, caso elas venham a ser padronizadas com estes melhoradores.



W – força do glúten. TD – tempo de desenvolvimento. E – estabilidade. A/B – relação A/B. VE – volume específico. L crosta e miolo – luminosidade da crosta e miolo. P/L – relação P/L. FN – número de queda. D – densidade. Absorção - % absorção de água. 043 - EP062043. 055 - EP066055. 021 - EP064021. 065 - EP063065. 108 - CD108. 264 - BRS264.

Figura 2 Mapa de preferência externo com a relação entre análises físico-químicas e reológicas e nota média final da análise sensorial dos pães das linhagens EP062043, EP066055, EP064021, EP063065 e cultivares CD108 e BRS264

4 CONCLUSÃO

A linhagem de trigo EP062043 propicia as melhores características reológicas da farinha, as melhores características físicas de qualidade e os melhores resultados na análise sensorial dos pães franceses. Diante disso, pode-se afirmar que esta linhagem apresenta características excelentes para industrialização e panificação. Conclui-se também que foi possível confirmar as características reológicas e físico-químicas por meio das avaliações sensoriais.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTIS. **Approved methods**. 10th ed. Saint Paul, 2000. Disponível em: <<http://methods.aaccnet.org/about.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaitheersburg, 2000. v. 1, 1094 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 90**, de 18 de outubro de 2000. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/sngpc/Documentos2012/rdc39.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 38**, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.
- CAMARGO, C. R. D. O.; CAMARGO, C. E. D. O. Trigo: avaliação tecnológica de novas linhagens. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 2, p. 169-181, 1987.
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia de panificação**. Barueri: Manole, 2009. 417 p.
- COSTA, M. das G. da et al. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.
- DENDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereales y productos derivados: química y tecnología**. Zaragoza: Acribia, 2003. 537 p.

ESTELLER, M.; LANNES, S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V. de; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 301-318, 2001.

GERMANI, R. **Trigo e farinha de trigo**. Rio de Janeiro: CTAA-EMBRAPA, 2003. 109p.

GOESAERT, H. et al. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 16, n. 1/3, p. 12-30, Jan. 2005.

GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: EDUSP, 1972. 469p.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2. ed. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 1996. 36 p.

GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M.; JACOBSEN NETO, R. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 91-97, 2003. Suplemento.

MILES, M. J. et al. The roles of amylose and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 135, p. 271-281, 1985.

MONTENEGRO, F. M.; ORMENESE, R. de C. S. C. **Avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo**. Campinas: ITAL, 2005. 67 p.

NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M. **SensoMaker**. Versão 1.4. Lavras: UFLA, 2012. Software.

SCHEUER, P. M. et al. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SINGH, S. et al. Effect of sowing time on protein quality and starch pasting characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under irrigated and rain-fed conditions. **Food Chemistry**, London, v. 122, n. 3, p. 559-565, Oct. 2010.

THOMAS, D. J.; ATWELL, W. A. Practical guide for food industry. In: _____. **Starches**: practical guide to the food industry. Saint Paul: Eagan, 1999. p. 1-30.

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

Fruhbercket al. (1995) – 25 e 36

FRÜHBECK, G. et al. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 225, n. 2, p. 206-212, Mar.1995.