

## **RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E REOLÓGICOS DE GENÓTIPOS DE TRIGO DA EMBRAPA NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Martha Zavariz de Miranda<sup>1</sup>, Eliana Maria Guarienti<sup>1</sup>, Márcio Só e Silva<sup>1</sup>, Júlio César Albrecht<sup>2</sup>, Joaquim Soares Sobrinho<sup>1</sup>, Édina Regina Moresco<sup>1</sup>, Jorge Henrique Chagas<sup>1</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>1</sup>, Eduardo Caierão<sup>1</sup> e Ricardo Lima de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - CNPT (Embrapa Trigo), Rodovia BR 285, km 294, Caixa postal, 3081, CEP 99050-970, Passo Fundo - RS. E-mail: martha.miranda@embrapa.br. <sup>2</sup>Pesquisador, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC (Embrapa Cerrados), Planaltina, DF.

O estado de Minas Gerais pertence à Região de Valor de Cultivo e Uso (VCU) 4 do Brasil Central ou de Cerrados do Brasil. O trigo do Cerrado é o primeiro a ser colhido no Brasil, possui qualidade tecnológica e o rendimento em grãos é competitivo, por isso quase sempre alcança melhores preços que o trigo da região Sul, a maior produtora do país.

Em Minas Gerais, a semeadura do trigo pode ser feita no sistema de sequeiro ou irrigado, sendo que na última são obtidos maiores rendimentos em grãos e, estes possuem, quase sempre, textura vítrea, bom rendimento em farinha e elevada qualidade de glúten (força e estabilidade). A dureza do grão está relacionada à cor da farinha, porém ainda não foi apresentada a relação das propriedades físico-químicas com as reológicas destes materiais de MG.

A produção, a armazenagem e a comercialização de trigo podem ser orientadas por informações de qualidade tecnológica e pela indicação de uso final da cultivar. Em Minas Gerais predominam as classes comerciais de trigo Pão e Melhorador, mas estes podem ser usados em mesclas com trigo das classes com força de glúten e/ou estabilidade inferior para elaborar outros produtos, conforme a Instrução Normativa nº 38 (IN 38 – Brasil, 2010), segundo é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Orientação de uso de trigo segundo as classes comerciais da IN 38<sup>1</sup>.

<b>Classe Comercial<sup>1</sup></b>	<b>W<sup>1,2</sup></b> (x10 <sup>-4</sup> J)	<b>EST<sup>1,3</sup></b> (min)	<b>Usos sugeridos</b>
MELHORADOR	300	<b>e</b> 14	Massa alimentícia seca, pão industrial, biscoito tipo <i>cracker</i> , mescla com outras classes de trigo.
PÃO	220	<b>ou</b> 10	Pão francês, pão de forma, massa seca, biscoito tipo <i>cracker</i> , uso doméstico, mescla com outras classes de trigo.
DOMÉSTICO	160	<b>ou</b> 6	Produtos de confeitaria, massa instantânea, pizza, <i>waffer</i> e uso doméstico (pão caseiro, massa caseira fresca, bolacha, bolo, etc.), mescla com outras classes de trigo.
BÁSICO	100	<b>ou</b> 3	Bolacha, biscoito doce, bolo, produtos de confeitaria, pizza, massa caseira fresca, uso doméstico e mescla com outras classes de trigo.
OUTROS USOS	qualquer	qualquer	Alimentos infantis, grãos integrais em saladas, ração animal, usos industriais (produção de: gérmen e amido de trigo, furfural, glúten vital, etanol, cerveja, cola)

<sup>1</sup>IN 38, do MAPA (BRASIL, 2010), em vigor desde julho de 2012. Define a classificação comercial do trigo no Brasil. A partir de 01 de julho de 2015, o parâmetro número de queda ou *falling number* passou a fazer parte da tipificação de trigo, conforme a IN 38 (BRASIL, 2010); <sup>2</sup>Força de glúten, avaliada pela alveografia; <sup>3</sup>Estabilidade, avaliada pela farinografia.

A aptidão tecnológica foi determinada em genótipos de trigo da Embrapa semeados em Minas Gerais, nas safras 2009 a 2014. No sistema irrigado, foram avaliadas 22 amostras, de três cultivares e três linhagens (6 genótipos, provenientes do Ensaio Preliminar de Linhagens irrigado, do VCU irrigado e dos Parcelões), e no sequeiro 55 amostras, de oito cultivares e quatro linhagens (12 genótipos, oriundos do Ensaio Preliminar Regional semiárido, do VCU semiárido e de Unidades de observação).

As amostras deste estudo foram analisadas no laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Trigo, de acordo com AACC International (2000) pelos métodos: nº 55-31= índice de dureza do grão em equipamento SKCS (Single Kernel Characterization System); nº 38-12A = glúten úmido e glúten seco; nº 54-30A= alveografia com os parâmetros: W, força de glúten (trabalho de deformação da massa que indica a qualidade panificativa da farinha ou força da farinha); P, tenacidade ou resistência à extensão (pressão máxima para expandir a massa, sendo uma medida da capacidade de absorção de água); L, extensibilidade da massa (capacidade da massa estender sem se romper, sendo que uma elevada extensibilidade está associada com baixo rendimento de farinha; relação P/L (expressa o equilíbrio da massa); G, índice de intumescimento (diretamente relacionado ao volume do pão, sendo que valores de 20 a 23 indicam grande capacidade de extensão da massa, maiores que 23

são melhores para panificação, e valores inferiores a 15 podem indicar trigo seco a alta temperatura); e le, índice de elasticidade da massa (relacionado com a qualidade panificativa da farinha, sendo que quanto mais próximo de 100%, maior a resistência elástica, bem como valores superiores a 50-55% são ideais para panificação industrial, conforme Kitissou, 1995); e nº 54-21= farinografia, com os parâmetros: AA, absorção de água (teor de água absorvido pela farinha para atingir consistência adequada) e EST, estabilidade (comportamento da massa no amassamento mecânico). Foram analisados ainda proteína do grão (trigo moído) em NIR-XDS, da FOSS e cor da farinha em colorímetro Minolta CR 310, pelo sistema CIEL\*a\*b\*, com os parâmetros de cor: L\*, luminosidade (0= preto e 100=branco); a\* e b\*, coordenadas de cromaticidade (-a\*= verde, +a\*= vermelho; -b\*= azul, +b\*= amarelo).

Nas Tabelas 2 e 3 podem ser observados os resultados médios por genótipo e na Tabela 4 a análise de correlação entre os parâmetros analisados.

**Tabela 2.** Valores médios de parâmetros físico-químicos (índice de dureza, proteína do grão, cor de farinha e glúten) de genótipos de trigo de Minas Gerais, em sistemas sequeiro e irrigado.

GENÓTIPO	CL <sup>1</sup>	ID <sup>2</sup>	PTG <sup>3</sup>	L* <sup>4</sup>	a* <sup>5</sup>	b* <sup>6</sup>	GU* <sup>7</sup>	GS* <sup>8</sup>	NºA <sup>9</sup>
<b>SEQUEIRO</b>									
BRS 220	MD	84	15,46	94,02	-0,75	10,29	33,22	11,20	2
BRS 229	SD	59	15,94	94,80	-0,58	8,57	36,28	12,31	5
BRS 254	D	80	14,63	93,78	-0,29	9,33	27,86	9,78	3
BRS 264	D	68	13,38	93,94	-0,47	9,89	27,39	9,78	5
BRS 327	SM	35	16,07	95,03	-0,37	7,18	37,04	12,23	3
BRS 404	D	67	15,31	93,45	-0,74	11,02	31,70	11,32	7
BRS 394	D	66	14,32	93,58	-0,40	9,26	29,33	10,51	6
TRIGO BR 18	D	65	15,84	93,78	0,10	7,53	35,84	12,36	8
PF 100332	SD	57	16,60	94,78	0,10	6,14	33,34	11,78	3
PF 100334	SM	44	17,31	95,34	0,03	6,27	34,94	12,14	5
PF 100368	D	68	15,37	93,95	-0,14	7,69	33,64	11,54	4
PF 100409	D	69	15,64	93,91	0,03	7,77	36,16	12,45	4
<b>IRRIGADO</b>									
BRS 254	D	70	16,44	93,50	-0,31	9,73	35,32	12,17	7
BRS 264	SD	59	16,02	93,85	-0,39	9,16	33,73	12,79	7
BRS 394	SD	62	16,64	93,58	0,19	7,63	38,24	13,45	2
CPAC 0549	D	66	17,92	93,39	0,20	7,85	41,72	16,44	2
CPAC 0770	D	65	17,45	94,10	-0,05	8,31	39,96	13,69	2
CPAC 0787	D	68	15,80	94,20	-0,44	9,08	36,27	12,89	2

Cálculos baseados em dados de análises de amostras de ensaios do Brasil Central, realizadas no Laboratório de Qualidade de Grãos, da Embrapa Trigo, período de 1993 a 2011. <sup>1</sup>Classificação de dureza, <sup>2</sup>Índice de dureza-ID/SKCS: ID > 90= extra duro (ED), 81-90= muito duro (MD), 65-80= duro (D), 45-64= semi-duro (SD), 35-44= semi-mole (SM), 25-34= mole (M), 10-24= muito mole (MM), ID < 10= extra mole (EM); <sup>3</sup>Proteína do grão; <sup>4</sup>L\*= luminosidade (+L\*= 100, branco e -L\*= 0, preto); <sup>5</sup>a\* e <sup>6</sup>b\*= coordenadas de cromaticidade; <sup>7</sup>glúten úmido; <sup>8</sup>glúten seco; <sup>9</sup>NºA= número de amostras analisadas.

**Tabela 3.** Valores médios de parâmetros reológicos (alveografia e farinografia) de genótipos de trigo de Minas Gerais, em sistemas sequeiro e irrigado.

GENÓTIPO	Alveografia					Farinografia		NºA <sup>9</sup>	
	W <sup>1</sup> (x 10 <sup>-4</sup> J)	P <sup>2</sup> (mm)	L <sup>3</sup> (mm)	P/L <sup>4</sup>	G <sup>5</sup> (mL)	Ie <sup>6</sup> (%)	AA <sup>7</sup> (%)		EST <sup>8</sup> (min)
<b>SEQUEIRO</b>									
BRS 220	294	88	85	1,03	20,4	59	61,3	8,5	2
BRS 229	196	52	124	0,50	24,4	58	56,9	7,3	5
BRS 254	374	122	98	1,39	21,8	54	60,6	11,8	3
BRS 264	200	59	98	0,67	21,7	59	53,9	15,3	5
BRS 327	171	77	72	1,71	18,3	58	58,7	9,7	3
BRS 404	308	82	107	0,80	22,9	63	59,4	8,2	7
BRS 394	295	76	106	0,73	22,9	66	58,2	15,3	6
TRIGO BR 18	272	63	139	0,49	26,0	60	59,1	8,6	8
PF 100332	379	116	74	1,59	19,1	73	60,1	9,3	3
PF 100334	313	77	105	0,84	22,6	72	57,7	17,7	5
PF 100368	287	74	121	0,64	24,4	60	60,9	8,9	4
PF 100409	276	73	122	0,62	24,5	57	61,6	6,6	4
<b>IRRIGADO</b>									
BRS 254	302	96	104	1,15	22,2	54	62,0	8,5	7
BRS 264	258	67	123	0,61	24,5	61	56,1	9,2	7
BRS 394	449	101	136	0,85	25,7	64	64,2	19,7	2
CPAC 0549	412	89	132	0,71	25,4	67	63,3	23,8	2
CPAC 0770	367	77	146	0,58	26,6	64	63,2	22,4	2
CPAC 0787	271	81	109	0,77	23,1	57	60,2	9,4	2

Cálculos baseados em análises de amostras de ensaios do Brasil Central, realizadas no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Trigo, safras 2009 a 2014. Onde: Parâmetros de alveografia: <sup>1</sup>força de glúten (W), <sup>2</sup>tenacidade (P), <sup>3</sup>tenacidade (L), <sup>4</sup>relação tenacidade/extensibilidade (P/L), <sup>5</sup>índice de intumescimento (G) e <sup>6</sup>índice de elasticidade (Ie). Parâmetros de farinografia: <sup>7</sup>absorção de água (AA) e <sup>8</sup>estabilidade (EST); <sup>9</sup>Número de amostras analisadas (NºA).

**Tabela 4.** Correlação entre parâmetros físico-químicos e reológicos de genótipos de trigo da Embrapa em Minas Gerais.

	CL	IDG	PTG	L*	a*	b*	GU	GS	W	P	L	P/L	G	Ie	AA	EST
CL	1,00															
IDG	-0,50	1,00														
PTG	0,06	-0,38	1,00													
L*	0,22	-0,69	0,22	1,00												
a*	0,24	-0,24	0,57	0,02	1,00											
b*	-0,28	0,63	-0,55	-0,58	-0,79	1,00										
GU	0,05	-0,32	0,87	0,09	0,50	-0,45	1,00									
GS	0,01	-0,23	0,85	-0,09	0,53	-0,37	0,93	1,00								
W	-0,20	0,29	0,47	-0,37	0,58	-0,20	0,27	0,38	1,00							
P	-0,13	0,25	0,18	-0,15	0,26	-0,09	-0,10	-0,04	0,72	1,00						
L	-0,02	0,16	0,33	-0,42	0,41	-0,05	0,49	0,54	0,30	-0,35	1,00					
P/L	0,09	-0,24	0,02	0,33	-0,04	-0,19	-0,17	-0,24	0,08	0,69	-0,81	1,00				
G	-0,03	0,20	0,30	-0,44	0,39	-0,02	0,45	0,51	0,31	-0,35	1,00	-0,84	1,00			
Ie	0,02	-0,41	0,43	0,30	0,44	-0,52	0,16	0,26	0,43	0,12	0,00	0,00	0,01	1,00		
AA	-0,12	0,28	0,56	-0,35	0,46	-0,16	0,59	0,53	0,73	0,56	0,31	0,12	0,29	0,00	1,00	
EST	0,11	-0,08	0,19	0,14	0,48	-0,38	-0,12	0,01	0,61	0,47	-0,06	0,20	-0,05	0,70	0,09	1,00

Onde: Em vermelho: correlação significativa (r) ao nível de 5% de probabilidade (p≤0,05). CL= classificação de dureza; IDG= índice de dureza do grão; PTG= proteína do grão; L\*= luminosidade; a\* e b\*= coordenadas de cromaticidade; GU= glúten úmido; GS= glúten seco; W= força de glúten; P= tenacidade; L= extensibilidade; G= índice de intumescimento; Ie= índice de elasticidade; AA= absorção de água e EST= estabilidade.

Na Tabela 2, pode ser observado que a maior parte dos genótipos de trigo da Embrapa, em Minas Gerais, apresentou valores elevados de proteína (> 14%) e de teor de glúten (GU > 30%); os grãos são classificados como duros (ID > 65); e com tendência da farinha em apresentar cor branca (valores de L\* superiores a 93 e de a\* próximos a zero), que quase sempre é o alvo das indústrias moageira e de produtos finais. Como os grãos não são extra-duros ou muito duros, asseguram a cor de farinha mais clara.

Na Tabela 3, é mostrado que foi encontrada elevada qualidade de glúten (W médio > 220 x 10<sup>-4</sup>J, G > 20 mL, le > 50%, AA > 55% e EST variando de 10 a 22 min) na maior parte dos genótipos. Visto em conjunto, os valores indicam que esses genótipos de trigo da Embrapa, semeados em Minas Gerais, apresentam qualidade adequada para diferentes usos finais (Tabela 1).

As correlações significativas dos parâmetros reológicos com os físico-químicos estão apresentadas na Tabela 4: W x PTG ( $r= 0.47$ ), W x a\* ( $r= 0.58$ ); L x GU ( $r= 0,49$ ), L x GS ( $r= 0,54$ ); G x GS ( $r=0,51$ ); le x b\* ( $r=-0,52$ ); AA x PTG ( $r= 0,56$ ), AA x GU ( $r= 0,59$ ), AA x GS ( $r= 0,53$ ); e EST x a\* ( $r= 0,48$ ). As principais informações obtidas destas correlações para genótipos de trigo de Minas Gerais, em sistema de sequeiro e irrigado são que a extensibilidade (L) aumentou proporcionalmente ao conteúdo de glúten (GU e GS), enquanto que a força de glúten (W) aumentou com o teor de proteína (PTG), absorvendo mais água (AA), mas a estabilidade (EST) não teve o mesmo comportamento, o que talvez, possa explicar, a razão de muitas vezes ser encontrado valor elevado de W e baixo de EST, pois os parâmetros avaliam eventos diferentes.

### **Referências bibliográficas**

AACC International. **Approved Methods of Analysis**. 10. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 38, de 1 de dez. de 2010. **Parâmetros de classificação e identificação de trigo**. Diário Oficial da União, seção 1, pág. 2. Brasília, 2010.

KITISSOU, P. Un nouveau paramètre alvéographique: L'indice d'élasticité (le). **Industries des Céréales**, p. 9-14, Avr./Juin 1995.