

AValiação DE CONFORMIDADE DE ANÁLISES DE COR DE FARINHA DE TRIGO EM DIFERENTES LOCAIS E INSTITUIÇÕES

Martha Zavariz de Miranda¹, Flávia Fernandes Paiva², Márcio Nicolau¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo), Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970, Passo Fundo - RS. Email: martha.miranda@embrapa.br.

²Bolsista CAPES de Pós-Doutorado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

A cor de farinha em alguns países, como no Brasil, é importante critério para a comercialização de trigo e para alguns produtos finais, como o pão. Quanto mais baixa a extração (menor rendimento), mais clara é a cor da farinha, correspondendo a farinha de trigo (branca ou refinada) àquela com 72 a 80% de extração, e a farinha integral (trigo moído inteiro), àquela com 100% de extração. Em geral, grãos de textura dura rendem mais (produzem farinhas mais escuras) e grãos brandos rendem menos (farinhas mais claras). O mercado brasileiro exige farinhas de trigo de cor clara, embora quase sempre farinhas mais escuras tenham melhor aptidão tecnológica para panificação.

Quanto à conservação, a farinha de trigo branca pode ser armazenada por seis meses à temperatura ambiente (se embalada a vácuo tem sua validade aumentada para um ano), por um ano em refrigeração e por dois anos a 0°C. A cor da farinha é inerente à amostra de trigo, estando relacionada a sua maturação, que é iniciada em torno de cinco dias após a moagem, e dura em torno de duas semanas. O envelhecimento da farinha de trigo (maturação pela oxidação) tem sido praticado há séculos, sem saber que a exposição ao oxigênio atmosférico age como branqueador, reforçando a estrutura molecular das proteínas formadoras de glúten (melhora a estrutura da rede de glúten, resultando em uma massa mais forte e elástica) e otimiza as propriedades físicas do produto cozido (confere maior potencial de volume e textura mais leve aos produtos finais). Contudo, nem sempre se dispõe de tempo de repouso suficiente antes da comercialização da farinha. Assim, os pães feitos

com farinha recém-moída têm volume, estrutura e porosidade inferiores aos pães feitos com a mesma farinha após descanso. Para evitar efeitos detrimenais nos produtos finais, a maturação e conseqüente branqueamento da farinha podem ser obtidos também por meio de agentes branqueadores, que atuam como agentes oxidantes (que se reduzem) e também reforçam a rede de glúten. Em países como Canadá e Estados Unidos, a cor clara de farinha e de certos pães é exigida; porém, é permitido o uso de agentes branqueadores externos, como peróxido de benzoila (peróxido orgânico), peróxido de cálcio, dióxido de nitrogênio, cloro, dióxido de cloro e azodicarbonamida (ADA). A União Europeia não permite o uso de cloro, brometos e peróxidos, porém, em geral, a cor da farinha e de produtos finais não é um critério importante a ser considerado. No Brasil, é permitido somente o uso de ADA e soja enzimaticamente ativa. Devido à exigência de mercado (moinhos, indústria e consumidor final), são feitas mesclas de trigo com qualidade tecnológica mais elevada (melhoradores ou pão) com trigos mais débeis (que quase sempre originam farinhas mais claras).

Para avaliação de cor, somente existe método oficial para massas alimentícias, onde após a leitura, os valores de L (luminosidade) e b (cor amarela), para cada equipamento, são convertidos em escores de cor através de mapa (nº 14-22, da AACCC, 2000). A cor da farinha de trigo, em geral, é avaliada por reflectância, e pode ser afetada por muitas variáveis, entre elas: configurações do equipamento (sistema de cor, iluminante e ângulo de observação); amostra não representativa de trigo e, conseqüentemente, da farinha obtida; granulometria da farinha (moinhos e frações diferentes); tempo de descanso após a moagem (maturação da farinha); e condições de armazenamento (temperatura ambiente, refrigeração ou congelamento).

Este trabalho foi realizado a fim de comparar os resultados de cor obtidos, avaliando as mesmas amostras em diferentes instituições e comparar medidas com o colorímetro da Embrapa Trigo, antes e após deste ir para calibração por empresa externa. A diferença de cor foi calculada para ver se esta era perceptível e realizada análise pelo Escore-Z para verificar se algum ensaio estava fora dos limites de aceitação da variação natural do processo.

As farinhas foram obtidas no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Trigo, por moagem de 29 amostras de trigo em moinho experimental Brabender Quadrumat Senior. As farinhas foram analisadas quanto à cor, em duplicata, em quatro instituições: em Passo Fundo-RS, na Embrapa Trigo, e em Santa Maria-RS, nos Moinhos Santa Maria e Ipiranga, em colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR-410, com áreas de medição e de iluminação, de 50 e 53 mm de diâmetro, respectivamente, e na Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, em espectrofotômetro Minolta CM-700D, com componente especular (SLC+SCE) e área de medição de 8 mm (máscara com placa com área de visualização média, MAV). As leituras foram feitas no sistema de cor no espaço CIEL*a*b*, com ângulo de observação de 10° e iluminante D₆₅ (exceto para o Moinho Ipiranga, que foi iluminante C). Os resultados foram expressos em L* (luminosidade), a* (-a*= verde e +a*= vermelho) e b* (-b*= azul e +b*= amarelo). Na Tabela 1 estão listados os dez ensaios realizados. Como não existe método oficial para cor de farinha, foi calculada a diferença de cor (ΔE) de todas as combinações dos dez ensaios (45 no total), pela seguinte fórmula: $\Delta E = \sqrt{(L^* - L^*)^2 + (a^* - a^*)^2 + (b^* - b^*)^2}$, sendo considerada a ΔE de até 0,2= imperceptível, de 0,3 a 0,5= muito fraca, de 0,6 a 1,5= fraca, de 1,6 a 3,0= clara, de 3,1 a 6,0= muito clara, de 6,1 a 12,0= forte e acima de 12= muito forte. O desempenho de cada “ensaio” para cada parâmetro de cor (L*, a* e b*) foi avaliado pelo Escore-Z, no software R, cuja interpretação é baseada na propriedade do desvio padrão normal padronizado. Foi adotada a classificação: $|z| \leq 2$, desempenho satisfatório (proficiente); $2 < |z| < 3$, desempenho questionável (não proficiente) e $|z| \geq 3$, desempenho não satisfatório (não proficiente). Ou seja, para ser considerado proficiente, o ensaio deve ter Escore-Z menor ou igual a 2, para cada parâmetro.

A diferença de cor (ΔE) entre os ensaios pode ser observada na Figura 1. A ΔE entre ensaios realizados com o colorímetro da Embrapa Trigo, antes da calibração, em diferentes ambientes, 1-2, 1-3, 1-5, 1-6 e 1-8 (este último com 20 dias após a primeira leitura), foram imperceptíveis (valores até 0,2), exceto ΔE entre 1-6 que foi muito fraca (0,43). A ΔE realizada na Embrapa Trigo, entre os ensaios 1-9, e 1-10, após calibração (com 30 e 40 dias após a primeira

leitura, foram fracas (ΔE 0,83 e 0,86, respectivamente), sendo verificados após a calibração, menores valores de L^* (em média 0,57), sem contar que a farinha já estava mais maturada. A ΔE entre os ensaios 9-10 (ambos após a calibração) manteve-se inalterada. A maior ΔE foi entre colorímetros da Embrapa Trigo e do Moinho Ipiranga, e pode ser devido a este último estar calibrado com o iluminante C. A ΔE entre 2-3 (Moinho Santa Maria), 4-5 (Moinho Ipiranga) e 1-7 (UFSM), para verificar o efeito do ambiente de realização da análise, foi 0,34, 0,92 e 1,06, respectivamente.

Na Tabela 2 podem ser visualizados os valores do Escore-Z de cada mostra (de 1 a 29). Foram encontrados valores questionáveis ($2 < |z| < 3$): para L^* nos ensaios 2 (1 amostra) e 6 (1 amostra), para a^* no ensaio 7 (16 amostras), e para b^* nos ensaios 4 (2 amostras) e 6 (1 amostra). Não foram encontrados valores de Escore-Z não conformes.

Com base no que foi avaliado, foi observado que: 1- os resultados de diferença de cor (ΔE) obtidos com o colorímetro da Embrapa em locais distintos, embora tenham variado de muito fraca a fraca, foram perceptíveis; 2- a cor das 29 amostras, avaliada em colorímetro Minolta CR-410, da Embrapa Trigo, dos Moinhos Santa Maria e Ipiranga, e no espectrofotômetro CM-700D da UFSM não foi equivalente (ΔE da farinha foi perceptível); 3- considerando que os ensaios foram realizados de forma aleatória e os resultados obtidos foram analisados pelo Escore-Z, é muito pouco provável que se possa destacar qual valor é certo ou errado; a única certeza é que o comportamento do equipamento da UFSM (espectrofotômetro) não é equivalente ao obtido nos demais para o parâmetro a^* . Além disto, a diferença observada é sistemática, ou seja, é um comportamento realmente diferente e consistente.

Agradecimentos

À Soraia Godoi, do Moinho Santa Maria, e ao Emanuel, do Moinho Ipiranga, pelo suporte com o colorímetro. Aos Profs. Drs. Ernesto Hashime Kubota e Renius de Oliveira Mello, do CCR/UFSM, por viabilizarem as análises de cor no espectrofotômetro, e à Magda Aita Monego, pela colaboração.

Referência bibliográfica

AACC - American Association of Cereal Chemists International. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, MN. 2010.

TABELA 1. Resumo das análises de cor em diferentes locais e condições.

Ensaio	Equipamento da instituição	Equipamento / Modelo	Iluminante	Local de realização da análise	Variável
1	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Embrapa Trigo	local 1 (antes da calibração)
2	Moinho Santa Maria	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Moinho Santa Maria	local 2
3	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Moinho Santa Maria	local 2 (comparativo)
4	Moinho Ipiranga	Colorímetro CR-410	C	Moinho Ipiranga	local 3
5	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Moinho Ipiranga	local 3 (comparativo)
6	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	UFSM	local 4 (comparativo)
7	CCR/UFSM	Espectrofotômetro CM-700D	D ₆₅	UFSM	local 4
8	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Embrapa Trigo	local 1 (antes da calibração)
9	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Embrapa Trigo	local 1 (após calibração)
10	Embrapa Trigo	Colorímetro CR-410	D ₆₅	Embrapa Trigo	local 1 (1 semana após calibração)

Onde: Iluminante C: é a média da luz do céu ao norte durante o dia; Iluminante D65: é o iluminante mais utilizado representando a luz do dia ao meio-dia. Ambos são iluminantes padrão diurno.

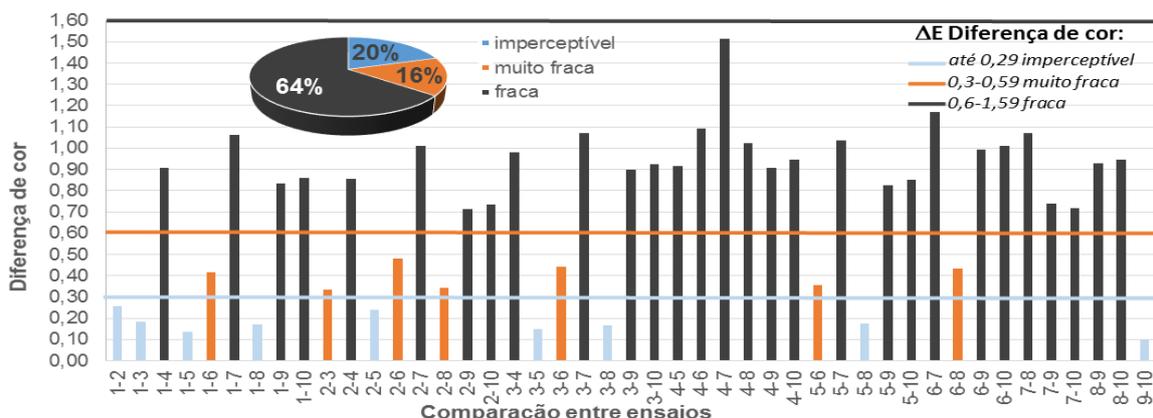


FIGURA 1. Diferença de cor média das 29 amostras comparando os ensaios.

TABELA 2. Valores de Escore-Z para os parâmetros de cor L*, a* e b*, das 29 amostras de farinha de trigo analisadas nos dez ensaios.

Amostra	L* - Ensaios:										a* - Ensaios:										b* - Ensaios:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,84	0,01	0,74	0,07	0,57	0,57	-1,25	1,26	-1,35	-1,46	-0,23	-0,23	-0,18	-1,95	-0,24	-0,26	1,93	-0,31	0,79	0,69	-0,64	-0,42	-0,90	1,71	-0,76	-0,61	0,08	-0,88	1,26	1,17	
2	0,59	0,25	0,65	0,43	0,52	0,46	-2,65	0,44	-0,31	-0,39	-0,36	-0,26	-0,42	-1,41	-0,41	-0,51	2,32	-0,22	0,56	0,71	-0,35	-0,39	-1,08	1,64	-0,87	-0,71	0,40	-0,92	1,23	1,04	
3	1,00	0,20	0,86	0,10	0,80	0,69	-1,84	0,43	-1,10	-1,14	-0,37	-0,25	-0,41	-1,37	-0,38	-0,43	2,42	-0,25	0,44	0,58	-0,28	0,02	-0,51	1,81	-0,41	-1,08	-1,10	-0,65	1,11	1,09	
4	0,89	0,28	0,69	0,28	0,65	0,62	-2,33	0,43	-0,81	-0,69	-0,36	-0,28	-0,46	-1,44	-0,39	-0,39	2,30	-0,24	0,53	0,74	-0,44	-0,31	-0,60	1,83	-0,44	-0,55	-0,90	-0,95	1,30	1,06	
5	0,61	0,27	0,42	0,63	0,55	1,05	-2,14	0,49	-0,94	-0,94	-0,23	-0,21	-0,29	-1,73	-0,35	-0,65	1,95	-0,15	0,68	1,00	-0,63	-0,24	-1,33	1,86	-0,46	0,13	-0,34	-0,98	1,07	0,93	
6	1,08	0,36	0,72	0,22	0,55	0,34	-1,82	0,81	-1,41	-0,86	-0,32	-0,29	-0,34	-1,43	-0,34	-0,38	2,39	-0,35	0,51	0,55	-0,30	-0,09	-0,90	1,69	-0,50	-0,27	-1,41	-0,52	1,14	1,16	
7	1,02	0,23	0,92	0,23	0,70	0,31	-0,83	0,65	-1,61	-1,64	-0,32	-0,25	-0,35	-1,64	-0,33	-0,43	2,15	-0,28	0,62	0,82	-0,48	-0,12	-0,79	1,82	-0,56	-0,41	-0,99	-0,80	1,16	1,18	
8	1,00	0,05	0,83	-0,02	0,71	0,68	-1,12	0,83	-1,53	-1,43	-0,35	-0,20	-0,42	-1,55	-0,33	-0,45	2,17	-0,36	0,64	0,84	-0,55	-0,47	-0,70	1,92	-0,57	-0,44	-0,69	-0,80	1,23	1,08	
9	0,85	0,11	1,00	0,45	0,18	0,54	-0,90	0,90	-1,26	-1,88	-0,20	-0,09	-0,26	-1,96	-0,37	-0,35	1,74	-0,33	0,80	1,02	-0,69	-0,45	-0,73	1,71	-0,85	-0,63	-0,32	-0,60	1,21	1,36	
10	1,26	0,82	0,51	-0,16	0,60	0,32	-1,68	0,67	-1,13	-1,20	-0,34	-0,33	-0,77	-1,53	-0,24	-0,31	2,01	-0,22	0,72	1,03	-0,52	-0,22	1,96	1,18	-0,85	-0,91	-0,68	-0,97	0,54	0,47	
11	0,92	0,12	0,94	-0,02	0,70	0,70	-0,75	0,63	-1,43	-1,81	-0,30	-0,24	-0,33	-1,56	-0,37	-0,37	2,29	-0,31	0,50	0,68	-0,21	-0,12	-0,78	1,80	-0,49	-0,52	-1,33	-0,57	1,08	1,14	
12	1,04	0,31	0,96	-0,19	0,23	0,60	-1,61	1,02	-1,19	-1,19	-0,47	-0,35	-0,41	-1,34	-0,39	-0,50	2,17	-0,39	0,73	0,96	-0,23	-0,38	-0,94	1,57	-1,04	-0,69	0,74	-1,09	1,09	0,98	
13	0,87	0,32	0,82	0,07	0,66	0,45	-1,84	0,91	-0,97	-1,29	-0,25	-0,28	-0,32	-1,73	-0,34	-0,38	2,03	-0,34	0,71	0,88	-0,33	-0,24	-1,01	1,88	-0,52	-0,53	-0,63	-0,88	1,18	1,07	
14	0,93	0,08	0,84	0,06	0,80	0,44	-0,75	0,84	-1,66	-1,60	-0,29	-0,25	-0,38	-1,65	-0,39	-0,38	2,12	-0,27	0,73	0,76	-0,34	-0,23	-1,10	1,78	-0,53	-0,54	-0,54	-0,88	1,18	1,20	
15	0,99	0,13	0,79	0,03	0,70	0,27	-1,26	1,15	-1,42	-1,38	-0,26	-0,23	-0,30	-1,59	-0,41	-0,38	2,21	-0,38	0,55	0,79	-0,55	-0,16	-0,89	1,52	-0,67	-0,48	-0,55	-0,94	1,44	1,28	
16	0,66	0,00	0,74	0,04	0,70	0,62	-0,57	1,13	-1,58	-1,74	-0,10	-0,14	-0,26	-2,01	-0,39	-0,39	1,29	-0,33	1,04	1,29	-0,93	-0,54	-0,87	1,59	-0,62	-0,60	0,78	-0,96	1,16	0,98	
17	1,38	0,37	0,74	0,00	0,45	-0,04	-0,93	0,98	-1,58	-1,38	-0,39	-0,22	-0,35	-1,92	-0,35	-0,24	1,56	-0,25	0,97	1,18	-0,50	-0,29	-0,86	1,73	-0,88	-0,77	0,49	-1,04	0,98	1,14	
18	-0,19	-0,98	1,15	-0,14	0,78	-0,01	1,80	-0,12	-0,83	-1,46	0,02	-0,17	-0,47	-2,05	-0,42	-0,31	1,64	0,02	0,77	1,00	-0,54	-0,18	-0,28	1,85	0,00	-0,37	-1,10	-1,36	1,06	0,93	
19	0,91	0,01	0,57	0,10	0,70	0,54	-1,78	1,19	-1,10	-1,13	-0,33	-0,35	-0,30	-1,45	-0,40	-0,37	2,34	-0,33	0,54	0,64	-0,19	-0,02	-0,65	1,92	-0,36	-0,42	-1,28	-0,97	1,02	0,96	
20	1,16	-0,01	0,80	0,27	-0,09	0,44	-1,53	1,29	-1,12	-1,22	-0,20	-0,20	-0,09	-2,05	-0,35	-0,27	1,45	-0,40	1,16	0,95	-0,62	-0,54	-1,06	1,19	-0,84	-0,73	1,23	-0,81	0,99	1,19	
21	0,89	0,10	0,78	-0,33	1,01	0,58	-1,52	0,30	0,13	-1,92	-0,35	-0,20	-0,31	-1,84	-0,35	-0,41	1,90	-0,12	0,79	0,89	-0,50	-0,27	-0,85	1,59	-0,74	-0,74	-0,02	-1,03	1,38	1,18	
22	0,91	-0,13	0,79	0,02	0,56	0,56	-0,83	1,20	-1,50	-1,58	-0,19	-0,17	-0,15	-2,09	-0,28	-0,24	1,66	-0,30	0,93	0,84	-0,78	-0,44	-0,91	1,63	-0,71	-0,67	0,38	-0,89	1,22	1,16	
23	0,90	0,21	0,83	0,29	0,44	0,57	-1,27	0,96	-1,43	-1,50	-0,34	-0,35	-0,31	-1,69	-0,35	-0,32	2,08	-0,27	0,81	0,72	-0,19	0,08	-0,57	2,31	-0,66	-0,62	-0,59	-1,11	0,62	0,73	
24	0,35	-0,31	0,21	-0,38	1,13	2,19	-0,72	0,81	-1,14	-1,13	-0,44	-0,44	-0,37	-1,78	-0,47	-0,41	1,39	1,61	-0,42	0,49	0,42	0,17	0,21	0,03	0,96	0,10	-2,70	0,03	-0,01	0,60	0,60
25	0,93	0,44	0,67	0,39	0,68	-2,19	-0,60	0,94	-0,55	-0,72	-0,17	-0,51	-0,32	-1,67	-0,44	0,24	2,22	-0,36	0,52	0,48	0,07	0,45	-0,75	1,78	-0,28	-1,33	-0,94	-0,83	0,96	0,86	
26	0,68	-0,12	0,62	-0,05	0,53	1,12	-0,83	1,10	-1,35	-1,69	0,20	0,24	0,28	-0,92	0,18	-2,46	0,62	0,12	0,92	0,82	-0,59	-0,57	-0,70	1,18	-0,62	2,64	0,14	-0,65	0,07	0,13	
27	0,84	-0,04	0,74	0,08	0,62	0,52	-1,41	1,27	-1,21	-1,43	-0,28	-0,31	-0,27	-1,53	-0,33	-0,35	2,36	-0,31	0,53	0,47	-0,39	-0,07	-0,65	1,84	-0,39	-0,26	-1,50	-0,65	0,98	1,10	
28	0,12	2,55	0,00	-0,27	0,00	-0,01	-0,73	0,25	-0,88	-1,03	-0,20	-0,20	-0,15	-1,98	-0,33	-0,33	1,81	-0,28	0,90	0,77	-0,55	-0,34	-0,93	2,06	-0,59	-0,55	-0,21	-0,88	1,00	0,99	
29	0,96	-0,25	0,82	0,07	0,65	0,47	-0,63	1,10	-1,68	-1,51	-0,18	-0,14	-0,14	-2,19	-0,18	-0,30	1,23	-0,28	1,21	0,98	-0,79	-0,50	-0,86	1,67	-0,78	-0,68	0,63	-0,86	1,09	1,08	
Mínimo	-0,19	-0,98	0,00	-0,38	-0,09	-2,19	-2,65	-0,12	-1,68	-1,92	-0,47	-0,51	-0,77	-2,19	-0,47	-2,46	0,62	-0,42	0,44	0,42	-0,93	-0,57	-1,33	1,18	-1,04	-2,70	-1,50	-1,36	0,07	0,13	
Máximo	1,38	2,55	1,15	0,63	1,01	2,19	1,80	1,29	0,13	-0,39	0,20	0,24	0,28	-0,92	0,18	1,39	2,42	0,12	1,21	1,29	0,17	0,45	1,96	2,31	0,10	2,64	1,23	-0,01	1,44	1,36	
Média	0,84	0,19	0,73	0,08	0,55	0,46	-1,18	0,82	-1,17	-1,32	-0,26	-0,24	-0,31	-1,69	-0,34	-0,36	1,93	-0,27	0,73	0,81	-0,44	-0,24	-0,70	1,65	-0,58	-0,55	-0,35	-0,84	1,05	1,01	

Onde: $|z| \leq 2$, desempenho satisfatório (proficiente); $2 < |z| < 3$, desempenho questionável ou não proficiente (sinalizadas em vermelho). Médias sinalizadas em negrito.