

INFLUÊNCIA DAS TEMPERATURAS MÍNIMA E MÁXIMA EM CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE INDUSTRIAL E EM RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO¹

Eliana Maria GUARIENTI^{2*}, César Francisco CIACCO³, Gilberto Rocca da CUNHA²,

Leo de Jesus Antunes DEL DUCA², Celina Maria de Oliveira CAMARGO⁴

RESUMO

Na região tritícola sul-brasileira predominam invernos com temperatura baixa (mínima absoluta, em dias com geada, de até -8,0°C). No entanto, a incidência de elevada temperatura (máxima absoluta, em dias isolados entre outubro e novembro, de até 41,0°C) pode ser encontrada durante todo o período de enchimento de grãos e na maturação fisiológica. Este trabalho teve por objetivos verificar a influência das temperaturas mínima e máxima na qualidade industrial e no rendimento de grãos. Foram usados dados de experimentos com trigo EMBRAPA 16, conduzidos nos anos de 1990 a 1998, em sete locais do Rio Grande do Sul e em quatro locais de Santa Catarina. A análise estatística realizada foi correlações múltiplas. Verificou-se que, nos diferentes períodos analisados: a) o aumento da temperatura máxima média resultou em acréscimo do peso de mil grãos, do rendimento de grãos, da força geral de glúten, da microssedimentação com dodecil sulfato de sódio e do número de queda; b) o peso do hectolitro (exceção feita ao período final de maturação fisiológica), o peso de mil grãos, o número de queda e a extração experimental de farinha foram influenciados negativamente pela temperatura mínima média; c) a temperatura mínima média influenciou positivamente a força geral de glúten, a relação P/L e a microssedimentação com dodecil sulfato de sódio.

Palavras-chave: peso do hectolitro; peso de mil grãos; extração experimental de farinha; alveografia; sedimentação.

SUMMARY

INFLUENCE OF MINIMUM AND MAXIMUM TEMPERATURE IN WHEAT INDUSTRIAL QUALITY CHARACTERISTICS AND IN GRAIN YIELD. Low temperature winters (absolute minimum temperature down to -8.0°C, in frosty days) prevail in the southern Brazilian wheat cropping area. However, the incidence of high temperature (absolute maximum temperature, up to 41.0°C, in some days in October and November) can occur throughout the grain filling period and during physiological maturation. This work aimed to verify the influence of minimum and maximum temperatures in the industrial quality and grain yield of wheat. Data of EMBRAPA 16 wheat, obtained during the 1990-98 period, in seven locations of the State of Rio Grande do Sul and in four locations of Santa Catarina were used. Statistical analysis performed was multiple correlations. It was verified that, in the different analyzed periods: a) the increase of the mean maximum temperature resulted in increment of thousand kernel weight, grain yield, gluten strength, sodium dodecyl sulphate microsedimentation test, and falling number; b) test weight (except for the final period of physiological maturation), thousand kernel weight, falling number, and milling quality were influenced negatively by the mean minimum temperature; c) the mean minimum temperature influenced positively gluten strength, P/L relation, and the sodium dodecyl sulphate microsedimentation test.

Keywords: test weight; thousand kernel weight; milling quality; alveography; sedimentation; falling number.

1 - INTRODUÇÃO

Segundo MOTA [41], as maiores regiões produtoras de trigo no mundo estão concentradas entre 30 e 35 graus de latitude em ambos os hemisférios, em clima moderadamente seco a moderadamente úmido, temperado. Agronomicamente, o clima favorável a trigo é descrito como tendo inverno suave, verão quente com elevada radiação solar, sem chuvas fortes, com suprimento de água fornecido principalmente pela umidade armazenada do solo.

A aptidão das cultivares de trigo para os diferentes usos industriais é determinada por várias característi-

cas do grão e da farinha, que são dependentes do genótipo e das condições ambiente, como o solo, o clima, a incidência de doenças e de pragas, o manejo da cultura, etc. [4].

BLUMENTHAL et al. [7] estudaram o efeito do estresse térmico causado por elevada temperatura (superior a 35°C), durante o período de enchimento, em características de qualidade de grãos de trigo. Verificaram que houve redução no peso de mil grãos (17% em relação à testemunha), no tempo de desenvolvimento (13%) e na relação glutenina/gliadina (7%) e acréscimo no teor de proteínas (17%), na resistência à quebra (17%), na máxima resistência no pico (7%) e no conteúdo de lipídios (7%).

STONE, GRAS & NICOLAS [54] estudaram os principais efeitos e possíveis interações de temperatura moderadamente elevada (20 - 32°C) e muito elevada (> 32°C), durante o enchimento de grãos, na composição da proteína, usando SE-HPLC (cromatografia líquida de alta eficiência por exclusão molecular). O efeito de temperatura elevada durante a maturação de trigo na mistura da massa foi determinado no mixógrafo. Também foi testado o efeito de curtos períodos de exposição de trigo à elevada temperatura (40°C), no período de 15 - 19 dias após a antese, com subsequente regime de temperatura moderadamente elevada, durante a maturação, nas

¹ Recebido para publicação em 17/07/2002. Aceito para publicação em 20/08/2004 (000886).

² EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: eliana@cnpt.embrapa.br, cunha@cnpt.embrapa.br, delduca@cnpt.embrapa.br

³ Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, Caixa Postal 6121 Campinas, SP. E-mail: ciacco@obelix.unicamp.br

⁴ Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP.

* A quem a correspondência deve ser enviada.

mesmas características de qualidade acima citadas. Concluíram que temperatura moderadamente elevada ou curto período de exposição a temperatura muito elevada incrementaram a porcentagem de proteínas da farinha, mas decresceram a força da massa, medida pelo tempo de mistura e resistência à queda. Também constataram que o efeito de temperatura moderadamente elevada a muito elevada tende a ser aditivo e que o conteúdo de monômeros de proteínas ($r = -0,83$ a $-0,93$) e o valor de sedimentação com dodecil sulfato de sódio – MS-SDS ($r = 0,80$ a $0,96$) são elevadamente correlacionados com a resposta da força da massa para temperatura elevada.

CIAFFI et al. [12] e STONE & NICOLAS [55] determinaram a influência do estresse por elevada temperatura ($> 35^{\circ}\text{C}$) durante a fase de enchimento de grãos de trigo na acumulação das diferentes frações de proteínas. Esses autores verificaram que houve aumento da fração polimérica insolúvel de proteínas quando o trigo foi submetido a estresse térmico, comparativamente às amostras normais (controle). A produção desse tipo de proteínas influenciou negativamente a força do glúten.

Segundo SMIKA & GREB [51], o decréscimo do conteúdo de proteínas observado em trigo cultivado na Grande Planície Central Semi-árida dos Estados Unidos foi motivado por fatores ambiente e condições de solo. Com dados coletados ao longo de vários anos e em três diferentes locais, puderam correlacionar a temperatura máxima do ar a 15 – 20 dias antes da maturação e o teor de proteínas nos grãos. Essas correlações mostraram que a temperatura máxima do ar medida por cinco dias antes da maturação promoveu grande efeito no teor de proteínas dos grãos ($r = 0,74$). A relação entre o teor de proteínas e a temperatura foi curvilínea, observando-se acréscimo no teor de proteínas até temperatura de 32°C e diminuindo para temperatura superior a esta.

Trinta cultivares de trigo vermelho duro de inverno e linhas experimentais foram plantadas em dezessete condições ambientais em Nebraska, Estados Unidos, durante os anos de 1990 e 1991. Nesse experimento, GRAYBOSCH et al. [30] monitoraram a duração do período de enchimento de grãos, a temperatura e a umidade relativa do ar. Como indicadores ambiente, foram avaliados a produção e o peso do hectolitro. Os indicadores de qualidade da proteína de trigo foram medidos pelo volume de MS-SDS (microsedimentação com dodecil sulfato de sódio) e por SE-HPLC (cromatografia líquida de alta eficiência por exclusão molecular). Esses dois fatores foram altamente influenciados pela elevada temperatura durante o enchimento de grãos e pela umidade relativa. Ótima qualidade de proteína, observada pelos valores de MS – SDS, foi obtida com exposição de menos de 90 horas de temperatura maior que 32°C , durante o enchimento de grãos. A qualidade da proteína decresceu com o aumento da exposição a grande número de horas de temperatura elevada.

MANGELS [34] comparou as médias de temperatura dos meses de junho e julho (verão no hemisfério

norte) com o peso do hectolitro e com o conteúdo protéico e verificou que temperatura relativamente baixa durante a parte final da maturação produziu grãos com maior peso. O principal fator climático que afetou o peso do hectolitro foi a elevada temperatura em julho. Para o conteúdo de proteínas, a média de temperatura ocorrida em julho foi o mais importante fator climático. O mais baixo conteúdo de proteínas foi obtido quando, em julho, a temperatura média foi inferior a 18°C e relativamente baixa temperatura em junho.

DEXTER et al. [24] verificaram o efeito do dano causado por frio na qualidade de moagem e de panificação do trigo canadense e constataram que, à medida que a quantidade de grãos danificados pelo frio aumentava, decrescia a produção de farinha, incrementava o percentual de cinzas e a farinha ficava mais escura. Também observaram incremento da dureza de grãos, causando maior percentual de amido danificado e insatisfatórias propriedades físicas da massa (baixa qualidade de glúten) e má qualidade de panificação.

PRESTON et al. [45] estimaram o efeito de baixa temperatura (-3°C), durante a maturação dos grãos, na qualidade do trigo vermelho duro de primavera canadense. Esses autores concluíram que, no início do período de maturação, temperatura abaixo de -3°C resultou em decréscimo do peso do hectolitro e do conteúdo de proteínas e incrementou a dureza dos grãos. Na maturação, com os grãos com aproximadamente 45% de umidade, as características de qualidade não foram alteradas pela temperatura. No entanto, quando todo o período de maturação foi submetido a baixa temperatura, verificou-se incremento significativo no teor de amido danificado e na absorção de água. Esses mesmos autores demonstraram que a extensão da deterioração da qualidade de trigo danificado por geada é dependente do grau de frio e da maturidade do trigo na época da geada.

Cerca de 90% da produção de trigo no Brasil está localizada nos Estados do Paraná, do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Nesses Estados, a variabilidade climática é muito grande, de tal forma, que a produção tritícola torna-se uma atividade de risco.

Nesses Estados, os principais problemas climáticos da triticultura são excesso de umidade relativa do ar, em setembro-outubro, ocorrência de geadas no espigamento, chuvas na colheita e granizo [42].

No Brasil, instituições de pesquisa de trigo têm promovido trabalhos para verificar a multiplicidade de fatores climáticos que afetam a produção e a produtividade de trigo [14]. Entre as investigações mais importantes, cita-se o zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul, desenvolvido pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, [15], pela EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. [61], em Santa Catarina, e, no Paraná, pelo IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná e pela EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Soja [28].

O estabelecimento de regiões de plantio com características semelhantes, para as quais são recomendadas tecnologias de produção específicas a cada situação, teve como objetivo principal a otimização da produção e da produtividade e, como objetivo secundário, manutenção da qualidade industrial de trigo. No entanto, em nenhum momento foi considerada a influência de cada variável meteorológica na qualidade industrial de trigo.

A qualidade industrial de trigo pode ser definida por meio de vários testes físico-químicos (peso do hectolitro, peso de mil grãos, extração experimental de farinha, número de queda, microsedimentação com dodecil sulfato de sódio e etc.) e reológicos (alveografia, farinografia etc.).

O presente trabalho teve por objetivos verificar a influência das temperaturas mínima e máxima na qualidade industrial e no rendimento de grãos de trigo e em qual período (em dias que antecedem à colheita) essa influência ocorre, nas condições da região tritícola sul-brasileira.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas amostras de experimentos com a cultura de trigo, conduzidos por órgãos oficiais de pesquisa, realizados no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, durante os anos de 1990 a 1998, no âmbito do projeto “Melhoramento Genético de Trigo para o Brasil”, liderado pela EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Os locais, as regiões de plantio, os anos e os ensaios das amostras usadas no trabalho são apresentadas na *Tabela 1*.

TABELA 1. Região tritícola, local, ano de plantio e ensaio em que foram produzidas as amostras de trigo EMBRAPA 16.

Região tritícola	Local de plantio	Ano de produção									
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
I	Vacaria	-	ESB	EEC	EPRII	ER	ESB	ESB	EEC	-	
II	Lagoa Vermelha	-	-	-	-	ESB	ESB	ESB	EEC	EEC	
III	Passo Fundo	ESB	ESB	EEC	EEC	EEC	ESB	ESB	EEC	EEC	
IV	Santo Ângelo	-	ESB	-	EEC	EEC	ESB	ESB	-	-	
V	São Borja	-	-	-	-	ESB	ESB	-	-	-	
VII	Pelotas	-	ESB	-	-	-	ESB	ER	-	EEC	
VIII	Piratini	-	ESB	-	-	EEC	ESB	ER	-	EEC	
3A	Campos Novos	-	ESB	-	EEC	EEC	ESB	ESB	EEC	-	
3B	Canoinhas	-	-	-	EEC	-	ESB	-	-	-	
3C	Abelardo Luz	-	ESB	-	EEC	EEC	ESB	ESB	-	-	
3C	Chapecó	-	-	-	EEC	-	ESB	ESB	EEC	EEC	

*Ensaio: ESB – Ensaio Sul-Brasileiro de Trigo; EEC – Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo; EPRII – Ensaio Preliminar em Rede II e, ER – Ensaio Regional de Linhagens de Trigo.

A cultivar usada foi EMBRAPA 16, resultante do cruzamento duplo Hulha Negra/CNT 7//Amigo/CNT 7,

lançada pela EMBRAPA Trigo em 1992 [23] e classificada comercialmente como Trigo Pão.

As amostras analisadas compunham os ensaios Preliminar em Rede, Sul-Brasileiro de Trigo, Regional de Linhagens de Trigo e Estadual de Cultivares de Trigo, conduzidos segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. A densidade de semeadura usada foi de 300 a 330 sementes viáveis/m². A área de cada parcela foi de cinco metros quadrados (cinco fileiras de plantas de cinco metros de comprimento, espaçadas vinte centímetros), sendo a área útil de três metros quadrados (fileiras centrais).

A correção e a fertilização do solo, em cada local, foram realizadas conforme as recomendações da SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO [52], para uma expectativa de produtividade superior a 2.000kg/ha. A fertilização com nitrogênio em cobertura foi realizada aos 30 a 45 dias após a emergência, em todos os experimentos.

As colheitas, nos diferentes locais, foram realizadas manualmente ou com colhedora de parcelas.

Os dados de rendimento de grãos usados neste trabalho foram publicados, originalmente, pelos seguintes autores:

- Ensaio Estaduais de Cultivares de Trigo conduzidos no Rio Grande do Sul em 1992, 1997 e 1998, respectivamente por ZANOTELLI et al. [67,68,69], em 1993, por WALDMAN et al. [64] e, em 1994, por WALDMAN & CAUMO [63];
- Ensaio Regionais de Linhagens de Trigo, conduzidos no Rio Grande do Sul em 1994 e 1996, por SVOBODA et al. [59, 60], respectivamente;
- Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo, conduzidos no Rio Grande do Sul em 1990, 1991, 1994, 1995, 1996, respectivamente por MOREIRA [35, 36, 37, 38, 39];
- Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo e Estaduais de Cultivares de Trigo conduzidos em Santa Catarina em 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997 e, em 1998, respectivamente por DÁVALOS et al. [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

As quatro repetições de cada uma das amostras de grãos foram misturadas, constituindo, dessa forma, amostras compostas, que foram encaminhadas ao Laboratório de Qualidade Industrial de Trigo da EMBRAPA Trigo para realização das seguintes análises:

- peso do hectolitro – foi medido pelo aparelho Dalle Molle, segundo método descrito pelo fabricante [3]. Nessa análise, os resultados foram padronizados para 13% de umidade, mediante cálculo de perda/ganho de umidade descrito por PUZZI [46];
- peso de mil grãos – usou-se o método descrito por BRASIL [10];
- extração experimental de farinha – usou-se moinho experimental Quadrumat Sênior, da marca Brabender, segundo o método AACC nº 26-94 [1];
- alveografia – adotou-se método de análise da AACC nº 54-30 [1]. Consideraram-se apenas os valores

de força geral de glúten (W) e da relação entre a tenacidade e a extensibilidade (relação P/L);

- e) número de queda – empregou-se método descrito pela AACCI nº 54-81 B [1]. Não foi realizada correção do peso da amostra em função da umidade e não foi considerada a altitude da cidade onde se localiza o laboratório e,
- f) teste de microssedimentação com dodecil sulfato de sódio – usou-se método baseado em AXFORD, MCDERMOTT, REDMAN [2], apenas modificando-se as proporções da amostra e dos reagentes para testar dois gramas de farinha.

As observações meteorológicas foram provenientes de onze estações do Instituto Nacional de Meteorologia/8º Distrito de Meteorologia (INMET/8º DISME), da FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária), no Rio Grande do Sul, e da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.).

Os municípios de Piratini e de Santo Ângelo, no Rio Grande do Sul, e de Canoinhas, em Santa Catarina, não possuem estações meteorológicas, portanto, foram usados registros de estações meteorológicas de municípios vizinhos, pertencentes à mesma região tritícola, ou seja, Encruzilhada do Sul, Santa Rosa e Major Vieira, respectivamente.

Empregaram-se observações meteorológicas diárias de até oitenta dias anteriores à colheita dos diferentes ensaios de trigo.

As variáveis meteorológicas analisadas foram as temperaturas mínima e máxima, cujas determinações foram realizadas empregando-se termômetros, localizados no abrigo meteorológico padrão a 1,5 metro sobre o nível do solo.

Foi realizada análise de correlação múltipla para verificar uma possível relação linear entre as variáveis meteorológicas e as variáveis de qualidade industrial e rendimento de grãos de trigo. Para tanto, foram criados quatro tipos de arquivos que incluem dados das temperaturas mínima e máxima médias, divididos nos seguintes períodos:

- a) dezesseis períodos divididos de cinco em cinco dias – de um a cinco (1-5), de seis a dez (6-10), de onze a quinze (11-15), de dezesseis a vinte (16-20), de vinte e um a vinte e cinco (21-25), de vinte e seis a trinta (26-30), de trinta e um a trinta e cinco (31-35), de trinta e seis a quarenta (36-40), de quarenta e um a quarenta e cinco (41-45), de quarenta e seis a cinquenta (46-50), de cinquenta e um a cinquenta e cinco (51-55), de cinquenta e seis a sessenta (56-60), de sessenta e um a sessenta e cinco (61-65), de sessenta e seis a setenta (66-70), de setenta e um a setenta e cinco (71-75) e de setenta e seis a oitenta dias anteriores à colheita (76-80);
- b) oito períodos divididos de dez em dez dias – de um a dez (1-10), de onze a vinte (11-20), de vinte

e um a trinta (21-30), de trinta e um a quarenta (31-40), de quarenta e um a cinquenta (41-50), de cinquenta e um a sessenta (51-60), de sessenta e um a setenta (61-70) e de setenta e um a oitenta (71-80) dias anteriores à colheita;

- c) cinco períodos divididos de quinze em quinze dias – de um a quinze (1-15), de dezesseis a trinta (16-30), de trinta e um a quarenta e cinco (31-45), de quarenta e seis a sessenta (46-60) e de sessenta e um a setenta e cinco (61-75) dias anteriores à colheita; e,
- d) quatro períodos divididos de vinte em vinte dias – de um a vinte (1-20), de vinte e um a quarenta (21-40), de quarenta e um a sessenta (41-60) e de sessenta e um a oitenta (61-80) dias anteriores à colheita.

As correlações significativas, ao nível de probabilidade de 5%, foram apresentadas na forma de tabelas.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições meteorológicas, físicas e fitossanitárias prevalentes durante a execução dos ensaios nos diferentes locais configuram as amostras como de origem observacional, ou seja, provenientes de condições parcialmente controladas; portanto, espera-se que os coeficientes de correlação “r” não sejam muito elevados.

Considerando-se o universo de fatores que afetam a expressão da qualidade industrial e do rendimento de grãos de trigo, a ocorrência de correlações significativas pode ser considerada relevante, apesar dos baixos valores.

A temperatura máxima média influenciou positivamente o peso de mil grãos nos períodos de 21-25 ($r = 0,38$) e 21-30 ($r = 0,31$) dias anteriores à colheita (Tabelas 2 e 3, respectivamente).

A temperatura máxima média influenciou positivamente o rendimento de grãos nos períodos de 21-25 ($r = 0,41$), 21-30 ($r = 0,32$) e 16-30 ($r = 0,23$) dias anteriores à colheita (Tabelas 2 a 4).

Os resultados obtidos neste trabalho estão em concordância com FORD, PEARMAN & THORNE [27], que verificaram que o enchimento de grãos é acelerado em temperatura elevada porque a temperatura estimula o movimento dos carboidratos.

Em oposição aos resultados obtidos neste trabalho, informações de literatura mostram que temperatura elevada afeta negativamente o rendimento de grãos e o peso de mil grãos [5, 11, 27, 55, 56, 57, 58, 65, 66].

Esse fato é devido, provavelmente, à ocorrência de temperatura máxima média, em torno de 20-25°C, nos locais estudados comparativamente mais baixa que a citada na literatura como causadora de estresse térmico em trigo (superior a 30°C). Com exceção do período de 21-25 dias antes da colheita, em que a amplitude máxima de variação foi de 31,16°C (Tabela 6), nos demais períodos – 21-30 e 16-30 dias antes da colheita – a

amplitude máxima de variação foi, respectivamente, de 28,86°C e 28,67°C (*Tabelas 7 e 8*). Também pode-se supor que a incidência de picos de temperatura mais elevada foi por períodos de tempo muito curtos, de tal forma, que não chegou a prejudicar o peso e o rendimento de grãos. Relativamente a esse assunto, REICHARDT [48] concluiu que a temperatura afetou a abertura dos estômatos, e aumentos de temperatura até um máximo de 30°C normalmente estimularam a abertura. Temperatura acima de 30°C geralmente determinaram seu fechamento. A abertura, ou o fechamento dos estômatos está ligado diretamente à fotossíntese, que promove o enchimento de grãos pela síntese de carboidratos, aminoácidos, lipídios, etc.

Por outro lado, segundo DUBETZ & BOLE [25], todas as folhas de trigo e outros cereais são desenvolvidas antes da antese, de forma tal, que a fotossíntese depende da persistência da existência de folhas verdes. Nas áreas foliares das plantas verdes, o conteúdo de clorofila indica o período de término do enchimento de grãos, o que corresponde ao desaparecimento da clorofila ou tecidos verdes da planta. A temperatura parece ser o fator dominante que afeta a persistência da clorofila, não somente em folhas, mas também em aristas e glumas da espiga, como também afeta a duração do período de enchimento de grãos.

Decorre disso que a temperatura máxima, provavelmente, não foi tão elevada, a ponto de prejudicar a planta. Pelo contrário, pode ter promovido maior persistência das partes verdes da planta, favorecendo a fotossíntese e aumentando o enchimento de grãos, o que traz como consequência a melhoria do peso de mil grãos e do rendimento de grãos.

A temperatura máxima média influenciou negativamente o peso do hectolitro ($r = -0,30$) no período de 56-60 dias anteriores à colheita (*Tabela 2*). Nesse período, as plantas se encontravam no estágio inicial de enchimento de grãos e foram expostas a temperatura com amplitude máxima de 31,16°C (*Tabela 6*). Depreende-se desse fato que, no estágio inicial de enchimento de grãos, as plantas sejam mais sensíveis ao estresse pelo calor que em estádios mais avançados, nos quais, conforme descrito anteriormente, a temperatura elevada correlacionou-se positivamente com o peso de mil grãos e com o rendimento de grãos.

A temperatura máxima média influenciou positivamente a força geral de glúten nos períodos de 11-15 ($r = 0,28$), 41-45 ($r = 0,43$), 46-50 ($r = 0,31$), 41-50 ($r = 0,40$), 31-45 ($r = 0,40$), 41-60 ($r = 0,36$) e 46-60 ($r = 0,29$) dias anteriores à colheita (*Tabelas 2 a 5*).

Ao contrário dos resultados obtidos nesse trabalho, dados de literatura indicaram que a influência de elevada temperatura (acima de 30°C) afetou negativamente a força de glúten [8, 9, 26, 30].

Conforme mostrado nas *Tabelas 6 a 9*, a temperatura máxima média foi de 25,22, 22,77, 22,81, 22,79, 23,02 e 23,63°C, respectivamente, para os períodos de 11-15, 41-45, 46-50, 41-50, 31-45 e 41-60 dias anteriores à colheita. Nessa mesma ordem, verificaram-se

amplitudes máximas de variação de 35,14, 30,76, 32,24, 31,50, 29,09 e 27,36°C, respectivamente. Em média, a temperatura foi inferior à citada na literatura como causadora de estresse térmico (acima de 30°C). No entanto, observou-se que, em dados absolutos, nas amplitudes máximas de variação, ocorreu temperatura muito elevada, dentro da faixa causadora de estresse pelo calor. Apesar disso, essa temperatura não afetou negativamente a força geral de glúten, provavelmente por ter sua ocorrência em períodos curtos.

Da mesma forma que para peso de mil grãos e para rendimento de grãos, temperatura elevada provavelmente favoreceu a fotossíntese e, conseqüentemente, promoveu a síntese de aminoácidos e a translocação de proteínas para os grãos de trigo.

Autores como BLUMENTHAL et al. [7], STONE, GRAS & NICOLAS [54], UHLEN et al. [62], JOHNSON, KHAN & SANCHEZ [31], KOLDERUP [32], SPIERTZ [53], SCHIPPER [50] e RAO et al. [47] encontraram correlações positivas entre temperatura, durante os estádios iniciais de enchimento de grãos e, conteúdo de proteínas.

A temperatura máxima média influenciou positivamente a microsedimentação com dodecil sulfato de sódio, nos períodos de 41-45 ($r = 0,30$), 46-50 ($r = 0,35$), 41-50 ($r = 0,35$) e 41-60 ($r = 0,29$) dias anteriores à colheita (*Tabelas 2 a 5*). Esses resultados estão em concordância com os obtidos por UHLEN et al. [62], em que, com a elevação da temperatura, aumentou a microsedimentação com dodecil sulfato de sódio. Segundo esses autores, observaram-se correlações positiva entre os valores de sedimentação e a fração I (que contém, principalmente, proteínas poliméricas), e negativa com a fração IV (que contém proteínas de baixo peso molecular) obtidas através de cromatografia líquida de alta eficiência por exclusão molecular.

A temperatura máxima média influenciou positivamente o número de queda nos períodos de 16-20 ($r = 0,31$), 21-25 ($r = 0,32$), 11-20 ($r = 0,29$), 16-30 ($r = 0,31$) e 1-20 ($r = 0,31$) dias anteriores à colheita (*Tabelas 2 a 5*).

Da mesma forma, que baixa temperatura afeta o número de queda, pois, em campo, a germinação pré-colheita é induzida quando grãos absorvem água em baixa temperatura [6, 13, 42], a elevada temperatura parece ter efeito "protetor", reduzindo a germinação.

A temperatura mínima média afetou negativamente o peso do hectolitro nos períodos de 1-5 dias ($r = -0,30$), 51-55 ($r = -0,28$), 56-60 ($r = -0,30$), 51-60 ($r = -0,41$), 46-60 ($r = -0,37$) e 41-60 ($r = -0,37$) dias anteriores à colheita (*Tabelas 2 a 5*).

O peso de mil grãos foi influenciado negativamente pela temperatura mínima média no período de 51-60 ($r = -0,36$) dias anteriores à colheita (*Tabela 3*). Já o rendimento de grãos correlacionou-se negativamente com a temperatura mínima média nos períodos de 36-40 ($r = -0,29$), 31-40 ($r = -0,30$) e 31-45 ($r = -0,29$) dias anteriores à colheita (*Tabelas 3 e 4*, respectivamente).

Pelos resultados descritos, verificou-se que o peso do hectolitro (exceção feita ao período de um a cinco

dias antes da colheita) e o peso de mil grãos foram influenciados negativamente pela temperatura mínima média, na fase inicial de enchimento de grãos (de quarenta e um a sessenta dias antes da colheita), enquanto o rendimento de grãos foi afetado, aproximadamente, na metade do período de enchimento de grãos (de trinta e um a quarenta e cinco dias antes da colheita).

Tendo em vista que, para GRAYBOSCH & MORRIS [29], a temperatura ideal para o desenvolvimento de trigo situa-se entre 12 e 15°C, durante o desenvolvimento de grãos, e que temperatura superior a 15°C provoca decréscimo de 3 a 5% no peso do hectolitro, com conseqüência no peso de mil grãos e no rendimento de grãos, pode-se supor que temperatura mais elevada (incluindo-se mínima superior a 15°C) obtida neste trabalho afetou negativamente essas características. Nas Tabelas 6 a 9, pode-se verificar que os maiores valores de temperatura mínima variaram de 16,75 a 19,82°C. Cabe salientar, que a redução no rendimento de grãos ocasionada pela temperatura elevada resulta do efeito da temperatura na redução do período de enchimento de grãos, que não é compensado por um aumento na taxa de crescimento de grãos [54, 56].

A extração experimental de farinha foi afetada negativamente pela temperatura mínima média (r = - 0,30), no período de 66-70 dias anteriores à colheita (Tabela 2).

A dureza de grãos está relacionada com o grau de interação molecular entre os componentes químicos do grão, como as proteínas e o amido [43]. A temperatura baixa promove maior deposição de amido no grão de trigo do que de proteína, provocando desequilíbrio da relação amido-proteína [49]. Dessa forma, é admissível supor que a temperatura mínima pode ter influenciado a dureza de grãos, que é uma característica positivamente

relacionada com a extração experimental de farinha.

A temperatura mínima média influenciou, positivamente, a força geral de glúten nos períodos de 11-15 (r = 0,32) e 46-50 (r = 0,28) dias anteriores à colheita (Tabela 2) e, negativamente, a relação P/L, aos 16-20 (r = -0,28), 76-80 (r = -0,37), 71-80 (r = -0,44), 1-20 (r = -0,30), 61-80 (r = -0,43) dias anteriores à colheita (Tabelas 2, 3 e 5).

A microsedimentação com dodecil sulfato de sódio foi afetada positivamente pela temperatura mínima média nos períodos de 66-70 (r = 0,29) e 61-80 (r = 0,30) dias anteriores à colheita (Tabelas 2 e 5, respectivamente).

Os resultados do presente trabalho estão em concordância com dados obtidos por STONE, GRAS & NICOLAS [54] e por POPINEAU et al. [44], que mostraram que baixa temperatura durante o desenvolvimento de trigo ou, mais especificamente, quando o grão estiver imaturo, afetou negativamente a qualidade e a quantidade de glúten e, conseqüentemente, a força geral de glúten e a microsedimentação com dodecil sulfato de sódio. Esse fenômeno é devido a maior deposição de amido comparativamente à de proteínas, quando a temperatura for baixa, de forma a propiciar menor teor de proteínas nos grãos [49] e, por extensão, menor teor de glúten.

Pode-se conjecturar que a correlação negativa entre a relação P/L e a temperatura mínima média é devida à deposição diferencial das proteínas durante o período de enchimento de grãos [57]. O aumento da relação P/L, com conseqüente acréscimo da elasticidade do glúten, pode ser provocado pela elevação do teor de gluteninas. Essas proteínas apresentam elevada elasticidade e baixa extensibilidade [33]. Por outro lado, a redução da relação P/L pode ser explicada pelo aumen-

TABELA 2. Sumário das correlações múltiplas (p<0,05) entre as variáveis meteorológicas e as características de qualidade e rendimento de trigo EMBRAPA 16, no período de um a oitenta dias que antecedem a colheita, divididos em cinco em cinco dias.

Temperaturas	Períodos que antecedem a colheita (em dias)															
	1-5	1-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80
Peso do hectolitro																
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,30	-	-	-	-
Mínima	-0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,28	-0,30	-	-	-	-
Peso de mil grãos																
Máxima	-	-	-	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extração experimental de farinha																
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,30	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Força geral de glúten																
Máxima	-	0,28	-	-	-	-	-	0,43	0,31	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	0,32	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-	-	-	-	-	-
Relação P/L																
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,37
Número de queda																
Máxima	-	-	0,31	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-0,33	-	-	-0,35	-0,45	-0,29	-	-	-	-	-0,36	-	-	-
Microsedimentação com dodecil sulfato de sódio																
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,35	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	-	-
Rendimento de grãos																
Máxima	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-

to do teor de gliadinas, que são responsáveis por baixa elasticidade e elevada extensibilidade do glúten [33].

Nas Tabelas 2 a 5, verificou-se que a temperatura mínima média afetou negativamente o número de queda nos períodos de 11-15 (r = -0,33), 31-35 (r = -0,35), 36-40 (r = -0,45), 41-45 (r = -0,29), 61-65 (r = -0,36), 11-20 (r = -0,29), 31-40 (r = -0,45), 61-70 (r = -0,35), 1-15 (r = -0,40), 16-30 (r = -0,27), 31-45 (r = -0,47), 61-75 (r = -0,34), 1-20 (r = -0,29), 21-40 (r = -0,39) e 61-80 (r = -0,32).

A correlação negativa entre a temperatura mínima média e o número de queda está em contradição com vários autores, os quais verificaram que, em campo, a germinação pré-colheita é induzida quando grãos absorvem água em baixa temperatura e também que a embebição de água em baixa temperatura promove a quebra de dormência e resulta na germinação pré-colheita [6, 13]. No entanto, os dados obtidos neste trabalho estão em concordância com as conclusões de NODA, KAWABATA & KAWAKAMI [42], que determinaram que a quebra de dormência aumentou a medida que a temperatura de embebição foi aumentada (5, 10, 15 e 20°C). Os resultados das Tabelas 6 a 9, mostraram que a temperatura mínima média variou de 12,49 a 14,36°C, nos períodos em que foram obtidas correlações significativas.

Esses resultados estão em concordância com CORNFORD, BLACK & CHAPMAN [13], com MOSS, DERERA & BALAAM [40] e com NODA, KAWABATA & KAWAKAMI [42], os quais citaram que, associando-se embebição de água e baixa temperatura, tem-se, como consequência, quebra de dormência de grãos e ativação da síntese da alfa-amilase, que provoca a diminuição do número de queda.

TABELA 3. Sumário das correlações múltiplas (p<0,05) entre as variáveis meteorológicas e as características de qualidade e rendimento de trigo EMBRAPA 16, no período de um a oitenta dias que antecedem a colheita, divididos em dez em dez dias.

Temperaturas	Períodos que antecedem a colheita (em dias)							
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80
	Peso do hectolitro							
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-0,41	-	-
	Peso de mil grãos							
Máxima	-	-	0,31	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-0,36	-	-
	Extração experimental de farinha							
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-
	Força geral de glúten							
Máxima	-	-	-	0,40	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-
	Relação P/L							
Máxima	-	-	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-
	Número de queda							
Máxima	-	0,29	-	-	-	-	-	-
Mínima	-	-0,29	-	-0,45	-	-	-0,35	-
	Microsedimentação com dodecil sulfato de sódio							
Máxima	-	-	-	0,35	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rendimento de grãos							
Máxima	-	-	0,32	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-0,30	-	-	-	-

TABELA 4. Sumário das correlações múltiplas (p<0,05) entre as variáveis meteorológicas e as características de qualidade e rendimento de trigo EMBRAPA 16, no período de um a oitenta dias que antecedem a colheita, divididos em quinze em quinze dias.

Temperaturas	Períodos que antecedem a colheita (em dias)				
	1-15	16-30	31-45	46-60	61-75
	Peso do hectolitro				
Máxima	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-0,37	-
	Peso de mil grãos				
Máxima	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-
	Extração experimental de farinha				
Máxima	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-
	Força geral de glúten				
Máxima	-	-	0,40	0,29	-
Mínima	-	-	-	-	-
	Relação P/L				
Máxima	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-
	Número de queda				
Máxima	-	0,31	-	-	-
Mínima	-0,40	-0,27	-0,47	-	-0,34
	Microsedimentação com dodecil sulfato de sódio				
Máxima	-	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-	-
	Rendimento de grãos				
Máxima	-	0,23	-	-	-
Mínima	-	-	-0,29	-	-

TABELA 5. Sumário das correlações múltiplas (p<0,05) entre as variáveis meteorológicas e as características de qualidade e rendimento de trigo EMBRAPA 16, no período de um a oitenta dias que antecedem a colheita, divididos em vinte em vinte dias.

Temperaturas	Período, que antecedem a colheita (em dias)			
	1-20	21-40	41-60	61-80
	Peso do hectolitro			
Máxima	-	-	-	-
Mínima	-	-	-0,37	-
	Peso de mil grãos			
Máxima	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-
	Extração experimental de farinha			
Máxima	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-
	Força geral de glúten			
Máxima	-	-	0,36	-
Mínima	-	-	-	-
	Relação P/L			
Máxima	-	-	-	-
Mínima	-0,30	-	-	-0,43
	Número de queda			
Máxima	0,31	-	-	-
Mínima	-0,29	-0,39	-	-0,32
	Microsedimentação com dodecil sulfato de sódio			
Máxima	-	-	0,29	-
Mínima	-	-	-	0,30
	Rendimento de grãos			
Máxima	-	-	-	-
Mínima	-	-	-	-

TABELA 6. Número de amostras, média, valores mínimo e máximo e desvio padrão das variáveis meteorológicas médias das temperaturas máxima e mínima e média, nos diferentes períodos (divididos de cinco em cinco dias) que antecedem a colheita do trigo EMBRAPA 16.

Temperaturas	Nº de amostras	Médias	Valores mínimos	Valores máximos	Desvios padrão
um a cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	25,70	21,24	33,28	2,43
Mínima	53	14,17	7,16	19,82	2,62
seis a dez dias antes da colheita					
Máxima	53	25,04	20,54	30,64	2,25
Mínima	53	14,12	9,56	17,84	2,07
onze a quinze dias antes da colheita					
Máxima	53	25,22	20,16	35,14	2,79
Mínima	53	14,11	8,18	20,24	2,36
quinze a vinte dias antes da colheita					
Máxima	53	24,97	19,44	32,16	3,22
Mínima	53	14,61	7,64	20,64	2,64
vinte e um a vinte e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	24,42	19,38	31,16	2,87
Mínima	53	13,87	8,36	20,16	2,60
vinte e cinco a trinta dias antes da colheita					
Máxima	53	23,74	18,08	31,84	3,19
Mínima	53	13,43	7,20	19,60	2,62
trinta e um a trinta e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	23,15	17,14	30,92	3,01
Mínima	53	13,01	6,84	18,32	2,47
trinta e seis a quarenta dias antes da colheita					
Máxima	53	23,00	17,08	28,68	2,84
Mínima	53	13,02	8,60	18,32	2,40
quarenta e um a quarenta e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	22,77	17,70	30,76	3,39
Mínima	53	12,49	7,08	18,32	2,63
quarenta e seis a cinquenta dias antes da colheita					
Máxima	53	22,81	17,06	32,24	3,80
Mínima	53	12,45	5,32	18,84	3,01
cinquenta e um a cinquenta e cinco dias					
Máxima	53	22,25	15,80	31,16	3,80
Mínima	53	11,70	5,12	19,52	2,97
cinquenta e seis a sessenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,26	15,54	31,16	3,66
Mínima	53	11,31	5,90	19,52	3,08
sessenta e um a sessenta e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	21,10	15,46	30,80	3,93
Mínima	53	11,50	5,76	30,30	3,61
sessenta e seis a setenta dias antes da colheita					
Máxima	53	19,85	7,20	30,16	4,82
Mínima	53	11,88	4,12	24,58	4,45
setenta e um a setenta e seis dias antes da colheita					
Máxima	53	20,21	4,24	30,48	5,23
Mínima	53	12,31	2,88	28,08	4,63
setenta e seis a oitenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,06	6,20	31,24	4,30
Mínima	53	10,65	- 7,92	31,62	5,46

TABELA 7. Número de amostras, média, valores mínimo e máximo e desvio padrão das variáveis meteorológicas médias das temperaturas máxima e mínima, nos diferentes períodos (divididos de dez em dez dias) que antecedem a colheita do trigo EMBRAPA 16.

Temperaturas	Nº de amostras	Médias	Valores mínimos	Valores máximos	Desvios padrão
um a dez dias antes da colheita					
Máxima	52	25,44	21,84	30,40	1,87
Mínima	52	14,19	9,88	18,10	6,49
onze a vinte dias antes da colheita					
Máxima	53	25,09	21,20	31,91	2,34
Mínima	53	14,36	9,58	19,62	2,08
vinte e um a trinta dias antes da colheita					
Máxima	52	24,05	20,00	28,86	2,39
Mínima	52	13,61	9,50	19,34	2,16
trinta e um a quarenta dias antes da colheita					
Máxima	53	23,07	17,11	28,92	2,17
Mínima	53	13,02	8,30	17,27	2,13
quarenta e um a cinquenta dias antes da colheita					
Máxima	53	22,79	17,69	31,50	3,32
Mínima	53	12,47	6,44	16,82	2,50
cinquenta e um a sessenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,56	9,30	31,00	3,45
Mínima	53	11,69	6,22	19,18	2,70
sessenta e um a setenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,15	16,30	28,71	3,13
Mínima	53	11,03	5,46	17,20	2,30
setenta e um a oitenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,06	8,55	29,30	3,49
Mínima	53	11,05	3,71	23,37	3,54

TABELA 8. Número de amostras, média, valores mínimo e máximo e desvio padrão das variáveis meteorológicas médias das temperaturas máxima e mínima, nos diferentes períodos (divididos de quinze em quinze dias) que antecedem a colheita do trigo EMBRAPA 16.

Temperaturas	Nº de amostras	Médias	Valores mínimos	Valores máximos	Desvios padrão
um a quinze dias antes da colheita					
Máxima	53	25,37	21,68	30,87	1,76
Mínima	52	14,10	10,24	17,32	1,77
dezesesseis a trinta dias antes da colheita					
Máxima	53	24,37	20,59	28,67	2,03
Mínima	53	13,97	9,60	18,29	1,85
trinta e um a quarenta e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	23,02	17,65	29,09	2,23
Mínima	53	12,88	8,05	16,79	1,97
quarenta e seis a sessenta dias antes da colheita					
Máxima	53	22,06	16,95	30,17	2,68
Mínima	53	11,78	7,55	17,67	2,23
Sessenta e um a setenta e cinco dias antes da colheita					
Máxima	53	21,20	17,04	28,60	2,95
Mínima	53	11,10	6,99	17,30	1,99

TABELA 9. Número de amostras, média, valores mínimo e máximo e desvio padrão das variáveis meteorológicas médias das temperaturas máxima e mínima, nos diferentes períodos (divididos de vinte em vinte dias) que antecedem a colheita do trigo EMBRAPA 16.

Temperaturas	Nº de amostras	Médias	Valores mínimos	Valores máximos	Desvios padrão
um a vinte dias antes da colheita					
Máxima	53	25,26	21,78	30,33	1,77
Mínima	53	14,30	9,73	18,04	1,76
vinte e um a quarenta dias antes da colheita					
Máxima	53	23,63	18,56	27,36	1,72
Mínima	53	13,35	9,69	16,75	1,61
quarenta e um a sessenta dias antes da colheita					
Máxima	53	22,21	17,41	29,72	2,63
Mínima	53	12,00	7,77	17,83	2,12
sessenta e um a oitenta dias antes da colheita					
Máxima	53	21,08	16,49	27,79	2,63
Mínima	53	11,07	7,00	17,46	2,10

4 – CONCLUSÕES

- Foi observado que o aumento da temperatura máxima média:
 - resultou em acréscimo do peso de mil grãos e do rendimento de grãos, no período correspondente ao fim do enchimento de grãos;
 - promoveu redução do peso do hectolitro no início do enchimento de grãos;
 - elevou a força geral de glúten, durante o período correspondente ao enchimento de grãos;
 - influenciou positivamente a microssedimentação com dodecil sulfato de sódio, no período inicial de enchimento de grãos;
 - influenciou positivamente o número de queda, no período correspondente, ao fim do enchimento de grãos e durante a maturação fisiológica;

- Foi observado que o temperatura mínima média:
 - influenciou negativamente o peso do hectolitro (exceção feita ao período final de maturação fisiológica) e peso de mil grãos, na fase inicial de enchimento de grãos, enquanto o rendimento de grãos foi afetado, aproximadamente, na metade do período de enchimento de grãos;
 - influenciou positivamente a força geral de glúten e a relação P/L, nos períodos que correspondem, aproximadamente, ao início e ao fim do enchimento de grãos, e a microsedimentação com dodecil sulfato de sódio, no início do enchimento de grãos;
 - afetou negativamente o número de queda durante o enchimento de grãos e na maturação fisiológica; e
 - afetou negativamente a extração experimental de farinha, no período correspondente ao início de enchimento de grãos.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the AACC, St. Paul, Minnesota, 1983.
- [2] AXFORD, D.W.E.; McDERMOTT, E.E.; REDMAN, D.G. Small-scale tests of bread-making quality. **Milling Feed and Fertilizer**, Herts, v.161, n.1, p.18-20, Jan., 1978.
- [3] BALANÇAS DALLE MOLLE (Caxias do Sul). **Instruções para montagem da balança de peso específico**. Caxias do Sul, 1995.
- [4] BEQUETTE, R.K. Influence of variety and "environment" on wheat quality. **Association of Operative Millers – Bulletin**, p.5443-5450, May, 1989.
- [5] BHULLAR, S.S.; JENNER, C.F. Effects of temperature on the conversion of sucrose to starch in the developing wheat endosperm. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.13, n.5, p.605-615, Mar., 1986.
- [6] BLACK, M.; BUTLER, J.; HUGHES, M. Control and development of dormancy in cereals. Presented at the Fourth International Symposium on Pre-harvest Sprouting in Cereals, 1987, Boulder CO.
- [7] BLUMENTHAL, C.; BEKES, F.; GRAS, P.W.; BARLOW, E.W.R.; WRIGLEY, C.W. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. **Cereal Chemistry**, St.Paul, v.72, n.6, p.539-544, Nov., 1995.
- [8] BLUMENTHAL, C.S.; BATEY, I.L.; BEKES, F.; WRIGLEY, C.W.; BARLOW, E.W.R. Seasonal changes in wheat grain quality associated with high temperature. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.42, n.1, p.21-30, Jan., 1991a.
- [9] BLUMENTHAL, C.S.; BEKES, F.; BATEY, I.L.; WRIGLEY, C.W.; MOSS, H.J.; MARES, D.J.; BARLOW, E.W.R. Interpretation of grain quality results from wheat variety trials with reference to high temperature stress. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.42, n.3, p.325-334, May, 1991b.
- [10] BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análises para sementes**. Brasília, 1992. p.194-195.
- [11] CHOWDHURY, S.Y.; WARDLAW, I.F. The effect of temperature on kernel development in cereal. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.29, n.2, p.205-225, Mar., 1978.
- [12] CIAFFI, M.; TOZZI, L.; BORGHI, B.; CORBELLINI, M.; LAFIANDRA, D. Effect of heat shock during grain filling on the gluten protein composition of bread wheat. **Journal of Cereal Science**, London, v.24, n.2, p.91-100, Sept., 1996.
- [13] CORNFORD, C.A.; BLACK, M.; CHAPMAN, J. Sensitivity of developing wheat grains to gibberellin and production of alfa-amylase during grain development and maturation. Presented at the Fourth International Symposium on Pre-harvest Sprouting in Cereals, 1987, Boulder CO.
- [14] CUNHA, G.R. Meteorologia: fatos & mitos. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. 268p.
- [15] CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.5, n.1, p.55-62, 1999.
- [16] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J. **Avaliação de cultivares de Trigo em Santa Catarina – 1998**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1999. 15p. Trabalho apresentado na XXXI Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1999.
- [17] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. Avaliação de cultivares de trigo em Santa Catarina – 1991. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 24., 1992, Cruz Elevada. **Ata...** Cruz Elevada: FUNDACEP/FECOTRIGO – Fundação Centro de Experimentação e Pesquisas – FECOTRIGO, 1992. p.22.
- [18] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. **Avaliação de cultivares de trigo em Santa Catarina – 1993**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1994. 13p. Trabalho apresentado na XXVII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Chapecó, 1994.
- [19] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. **Avaliação de cultivares de trigo em Santa Catarina – 1994**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1995. 17p. Trabalho apresentado na XXVII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1995.
- [20] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. **Avaliação de cultivares de trigo em Santa Catarina – 1995**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1996. 19p. Trabalho apresentado na XXVIII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1996.
- [21] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. **Avaliação de cultivares de trigo em Santa Catarina – 1996**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1997. 20p. Trabalho apresentado na XXIX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1997.
- [22] DÁVALOS, E.D.; PACHECO, A.C.; HENNIGEN, J.; MACHADO, E.O. **Avaliação de cultivares de Trigo em Santa Catarina – 1997**. Chapecó: EPAGRI – Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1998. 17p. Trabalho apresentado na XXX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Chapecó, 1998.
- [23] DEL DUCA, L.J.A.; SOUSA, C.N.A.DE; GOMES, E.P.; GUARIENTI, E.M.; MOREIRA, J.C.S.; SARTORI, J.F.; MEDEIROS, M.; SCHEEREN, P.L. **Descrição e desempenho do cultivar de trigo Embra 16, recomendada para o Rio Grande do Sul e para Santa Catarina**.

- Passo Fundo: CNPT – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994. p.121. Trabalho apresentado na XVII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1994.
- [24] DEXTER, J.E.; MARTIN, D.G.; PRESTON, K.R.; TIPPLES, K.H.; MacGREGOR, A.W. The effect of frost damage on the milling and baking quality of red spring wheat. **Cereal Chemistry**, St.Paul, v.62, n.2, p.75-80, Mar.,1985.
- [25] DUBETZ, S.; BOLE, J.B. Effects of moisture stress at early heading and of nitrogen fertilizer on three spring wheat cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.53, n.1, p.1-5, Jan.,1973.
- [26] FINNEY, K.F.; FRYER, H.C. Effects on loaf volume of high temperatures during the fruiting period of wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n.1, p.28-34, Jan.,1958.
- [27] FORD, M.A.; PEARMAN, I.; THORNE, G.N. Effects of variation in ear temperature on growth and yield of spring wheat. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.82, n.2, p.317-333, Mar., 1976.
- [28] GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R. Regionalização para épocas de semeadura de trigo no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.239-248, 1998.
- [29] GRAYBOSCH, R.A.; MORRIS, R. An improved SDS-PAGE method for the analysis of wheat endosperm storage proteins. **Journal of Cereal Science**, London, v.11, n.3, p.201-212, May, 1990.
- [30] GRAYBOSCH, R.A.; PETERSON, C.J.; BAENZIGER, P.S.; SHELTON, D.R. Environmental modification of hard red winter wheat flour protein composition. **Journal of Cereal Science**, London, v.22, n.1, p.45-51, Jul., 1995.
- [31] JOHNSON, J.A.; KHAN, M.N.; SANCHEZ, C.R.S.; Wheat cultivars, environment and bread-baking quality. **Cereal Science Today**, St. Paul, v.17, n.10, p.323-326, Oct., 1972.
- [32] KOLDERUP, F. Effects of temperature, photoperiod, and light quantity on yield capacity of wheat. **Meldinger fra Norges Landbrukshegskole**, v.53, n.36, p.1-10, 1974.
- [33] MANDARINO, J.M.G. **Componentes do trigo**: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1994. 36p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 75).
- [34] MANGELS, C.E. Pre-harvest factors which affect wheat quality. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 4, n.5, p.376-388, Sept., 1927.
- [35] MOREIRA, J.C.S. **Resultados dos Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1990**. Passo Fundo: EMBRAPA –CNPT, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1991. 19p. Trabalho apresentado na XXIII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Pelotas, 1991.
- [36] MOREIRA, J.C.S. **Resultados dos Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1996**. Passo Fundo, EMBRAPA – CNPT, 1997. 25p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 32). Trabalho apresentado na XXIX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1997.
- [37] MOREIRA, J.C.S. **Resultados dos Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1995**. Passo Fundo, EMBRAPA – CNPT, 1996. 27p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 25). Trabalho apresentado na XXVIII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1996.
- [38] MOREIRA, J.C.S. **Resultados dos Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1991**. Passo Fundo, EMBRAPA – CNPT, 1992. 24p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 1). Trabalho apresentado na XXIV Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Cruz Elevada, 1992.
- [39] MOREIRA, J.C.S. **Resultados dos Ensaio Sul-Brasileiros de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1994**. Passo Fundo, EMBRAPA – CNPT, 1995. 28p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 20). Trabalho apresentado na XXVII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1995.
- [40] MOSS, H.J.; DERERA, N.F.; BALAAM, L.N. Effect of pre-harvest rain on germination in the ear and α -amylase activity of Australian wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.23, n.5, p.769-777, Sept., 1972.
- [41] MOTA, F.S. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. Pelotas: UFPEL, 1980. 32p. (UFPEL. Boletim Técnico, 3).
- [42] NODA, K.; KAWABATA, C.; KAWAKAMI, N. Response of wheat grain to ABA and imbibition at low temperature. **Plant Breeding**, Berlin, v.113, n.1, p.53-57, Aug., 1994.
- [43] POMERANZ, Y.; WILLIAMS, P.C. Wheat hardness: its genetic, structural, and biochemical background, measurement and significance. **Advances in Cereal Science and Technology**, St. Paul, v.10, p.471-544, 1990.
- [44] POPINEAU, Y.; CORNEC, M.; LEFEBVRE, J.; MARCHYLO, B. Influence of high Mr glutenin subunits on glutenin polymers and rheological properties of glutes and gluten subfraction of near-isogenic lines of wheat Sicco. **Journal of Cereal Science**, New York, v.19, p. 231-241, Nov., 1993.
- [45] PRESTON, K.R.; KILBORN, R.H.; MORGAN, B.C.; BABB, J.C. Effects of frost and immaturity on the quality of a Canadian hard red spring wheat. **Cereal Chemistry**, St.Paul, v.68, n.2, p.133-138, Mar., 1991.
- [46] PUZZI, D. Padronização de cereais, grãos leguminosos e café. In: PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. Cap. 22: p.573-580.
- [47] RAO, A.C.S.; SMITH, J.L.; JANDHYALA, V.K.; PAPENDICK, R.I.; PARR, J.F. Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.5, p.1023-1028, Sept./October, 1993.
- [48] REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M.G. coord. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1985. v.1 Cap.1: p.3-24.
- [49] RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. Orgs. **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo / Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. Cap.8:p.120-155. (Série Culturas, n.2).
- [50] SCHIPPER, A. Modifications of the dough physical properties of various wheat cultivars by environmental influences. **Agribiology Research**, v.44, n.1, p.114-132, 1991.
- [51] SMIKA, D.E.; GREB, B. W. Protein content of winter wheat grain as related to soil and climatic factors in the semiarid central great plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, n.3, p.433-436, May/June, 1973.

- [52] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3ed. Passo Fundo, 1995. 223p.
- [53] SPIERTZ, J.H.J. The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to carbohydrate and nitrogen economy on wheat plant. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.25, n.3, p.182-197, Mar., 1977.
- [54] STONE, P.J.; GRAS, P.W.; NICOLAS, M.E. The influence of recovery temperature on the effects of a brief heat shock on wheat. III. Grain protein composition and dough properties. **Journal of Cereal Science**, London, v.25, n.1, p.129-141, Jul., 1997.
- [55] STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. A survey of the effects of high temperatures during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.46, n.3, p.475-492, May, 1995a.
- [56] STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. Comparison of sudden heat stress with gradual exposure to high temperature during grain filling in two wheat varieties differing in heat tolerance. I. Grain growth. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.22, n.6, p.935-944, Dec., 1995b.
- [57] STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. Effect of timing of heat stress during grain filling on two wheat varieties differing in heat tolerance. II. Fractional protein accumulation. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.23, n.6, p.739-749, Dec., 1996.
- [58] STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. Wheat cultivars vary widely in their responses of grain yield and quality to short periods of post-anthesis heat stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.21, n.6, p.887-900, Dec., 1994.
- [59] SVOBODA, L.H.; TONON, V.D.; NETO, N.; MATZENBACHER, R.G. **Resultados do Ensaio Regional de Linhagens de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1996**. Cruz Elevada: FUNDACEP – Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa FECOTRIGO, 1997. 17p. Trabalho apresentado na XXIX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1997.
- [60] SVOBODA, L.H.; TONON, V.D.; NETO, N.; MATZENBACHER, R.G. Resultados do Ensaio Regional de Linhagens de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1994. Cruz Elevada: FUNDACEP – Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa FECOTRIGO, 1995. 25p. Trabalho apresentado na XXVII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1995.
- [61] THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J. Zoneamento para a cultura do trigo em Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 24p. (EPAGRI, Documentos, 17).
- [62] UHLEN, A.K.; HAFSKJOLD, R.; KALHOVD, A.H.; SAHLSTRÖM, S.; LONGUA, A; MAGNUS, E.M. Effects of cultivar and temperature during grain filling on wheat protein content, composition and dough mixing properties. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.75, n.4, p.460-465, Jul./August, 1998.
- [63] WALDMAN, L.; CAUMO, A. **Resultados do Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1994**. Porto Alegre: FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1995. 22p. Trabalho apresentado na XVII Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1995.
- [64] WALDMAN, L.; CAUMO, A.; MAIRESSE, L.A.S.; ZANOTELLI, V. **Resultados do Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1993**. Porto Alegre: IPAGRO-CIENTEC – Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1994. 24p. Trabalho apresentado na XIV Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Chapecó, 1994.
- [65] WARDLAW, I.F.; DAWSON, I.A.; MUNIB, P. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.40, n.1, p.15-24, Jan., 1989.
- [66] WARDLAW, I.F.; SOFIELD, I.; CARTWRIGHT, P.M. Factors limiting the rate of dry matter accumulation in the grain of wheat grown at high temperature. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.7, n.4, p.387-400, Aug., 1980.
- [67] ZANOTELLI, V.; LOSSO, A.C.; BERTOLDO, N.; TOMAZZI, D.; BELTRÃO, L. CAETANO, W. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1998**. Porto Alegre: FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1999. 18p. Trabalho apresentado na XXXI Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1999.
- [68] ZANOTELLI, V.; LOSSO, A.C.; BERTOLDO, N.; TOMAZZI, D.; BELTRÃO, L. CAETANO, W. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo – RS – 1992**. Porto Alegre: IPAGRO- CIENTEC – Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1993. 23p. Trabalho apresentado na XXV Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, 1993.
- [69] ZANOTELLI, V.; LOSSO, A.C.; BERTOLDO, N.; TOMAZZI, D.; BELTRÃO, L. CAETANO, W. **Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo no Rio Grande do Sul, em 1997**. Porto Alegre: FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1998. 20p. Trabalho apresentado na XXX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, Chapecó, 1998.