

EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE

(lupinus albus) NAS PROPRIEDADES

REOLÓGICAS DA MASSA E NA

QUALIDADE DO PÃO

Por


José Emílio Campos

Tese apresentada

para obtenção do título de

Mestre

em Tecnologia de Alimentos


Dr. Ahmed A. El-Dash
Orientador

Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola

Universidade Estadual de Campinas

1 9 7 7

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

AGRADECIMENTOS

O autor quer aproveitar a oportunidade para expressar sua profunda admiração e gratidão ao professor Dr. Ahmed A. El-Dash, dedicado e incansável orientador deste trabalho.

Agradece também

A professora Celina O. Camargo por sua colaboração, estímulo e sugestões.

Aos Drs. Günther Pape e José Camões Orlando por seus conselhos e recomendações.

Aos professores Dr. Valdemiro C. Sgarbieri e Pedro Luiz Antunes pelo auxílio prestado na obtenção de dados indispensáveis a este trabalho.

A Hilda Fernandes da Silva, Maria José Paes Leme e Maria Leda S. Gatto pelos inestimáveis préstimos.

A Maria Cecília Gonçalves e Felix Emilio Prado pelos valiosos auxílios.

A Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola pelas facilidades concedidas.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade concedida.

Aos meus amigos pela ajuda e incentivos que sempre me proporcionaram.

ÍNDICE

	página
RESUMO	
SUMMARY	
I INTRODUÇÃO	1
II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
A. FARINHAS PROTEICAS USADAS EM PANIFICAÇÃO	3
B. TREMOÇO DOCE COMO UM RECURSO PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA PROTEICA	6
III MATERIAIS E MÉTODOS	11
A. MATERIAIS	11
1. Matéria primas	11
2. Ingredientes e reativos	11
3. Aparelhos e equipamentos	11
4. Animais utilizados nos ensaios	12
B. MÉTODOS	13
1. Preparo da farinha de tremoço doce	13
2. Análises químicas e físicas	13
3. Determinação da viscosidade das farinhas ..	16
4. Determinação das propriedades reológicas da massa no Sistema Farinha-Água	17
5. Determinação das propriedades reológicas da massa no Sistema Farinha-Água-Ingredientes.	17
6. Teste de panificação	17
7. Avaliação da qualidade do pão	20
8. Avaliação do valor nutritivo do pão	20

IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
A.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE	22
1.	Características físicas da farinha de tremoço doce	22
2.	Características químicas da farinha de tremoço doce	24
B.	VISCOSIDADE DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE E O SEU EFEITO NA VISCOSIDADE DAS MISTURAS COM FARINHA DE TRIGO	27
1.	Características da viscosidade da farinha de tremoço doce integral e desengordurada.	33
2.	Efeito da farinha de tremoço doce nas características da viscosidade da farinha de trigo	36
C.	EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NA ABSORÇÃO DE ÁGUA E PROPRIEDADES DE MISTURA DA MASSA	44
1.	Absorção de água	44
a.	Sistema Farinha-Água	45
b.	Sistema Farinha-Água-Ingredientes	48
2.	Propriedades de mistura da massa	51
a.	Sistema Farinha-Água	51
b.	Sistema Farinha-Água-Ingredientes	72
D.	EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NAS PROPRIEDADES DE EXTENSÃO DA MASSA	77
1.	Sistema Farinha-Água	78
2.	Sistema Farinha-Água-Ingredientes	88

E.	EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NA QUALIDADE DO PÃO	104
	1. Características externas do pão	104
	2. Características internas do pão	104
F.	EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NO VALOR NUTRICIONAL DO PÃO	112
V	CONCLUSÕES	116
VI	SUGESTÕES PARA O USO DE TREMOÇO DOCE EM FUTUROS TRABALHOS	118
VII	BIBLIOGRAFIA	119

TABELAS E FIGURAS

TABELAS

1.	Colorimetria das farinhas de tremço do ce	25
2.	Composição química das farinhas integral e desengordurada de tremço doce	25
3.	Composição de aminoácidos da farinha in tegral e desengordurada de tremço doce.	26
4.	Comparação entre o conteúdo de aminoáci- dos da farinha desengordurada de tremço doce e farinha de trigo duro vermelho da primavera e inverno	30
5.	Comparação entre o conteúdo de aminoáci- dos da farinha desengordurada de tremço doce e farinha de trigo mole	31
6.	Características dos amilogramas da fari nha de tremço doce integral e desengor- durada	35

7. Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos amilogramas da <u>fa</u> rinha de trigo de 78% de extração	37
8. Efeito da farinha desengordurada de tremço doce nas características dos amilogramas da farinha de trigo de 78% de extração.	40
9. Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos amilogramas da <u>fa</u> rinha de trigo de 72% de extração	42
10. Efeito da farinha integral e desengordurada de tremço doce na absorção de água da farinha de trigo de 78% e 72% de extração, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	46
11. Efeito da farinha integral de tremço doce na absorção de água da farinha de trigo de 78% e 72% de extração, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água- Ingre <u>dientes</u>	49
12. Efeito da farinha integral de tremço doce nas características do farinogramas da <u>fa</u> rinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.).	55
13. Efeito da farinha desengordurada de tremço doce nas características dos farinogramas da farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.)	61
14. Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos farinogramas da <u>fa</u> rinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.)	68
15. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos <u>fari</u> nogramas da farinha de trigo de 78% de <u>ex</u> tração (S.F.A.I.)	73

16. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos <u>fari</u> <u>nogramas</u> da farinha de trigo com 72% de extração (S.F.A.I.)	75
17. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce nas características dos <u>ex</u> <u>tenso</u> gramas da farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.)	83
18. Efeito da adição de farinha desengordura- da de tremço doce nas características dos <u>ex</u> tensogramas da farinha de trigo com 78% de extração (S.F.A.)	85
19. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce nas características dos <u>ex</u> <u>tenso</u> gramas da farinha de trigo com 72% de extração (S.F.A.)	87
20. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce nas características dos <u>ex</u> <u>tenso</u> gramas da farinha de trigo com 78% de extração (S.F.A.I.)	93
21. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce nas características dos <u>ex</u> <u>tenso</u> gramas da farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.I.)	99
22. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce à farinha de trigo de 78% de extração na qualidade do pão	106
23. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce à farinha de trigo de 72% de extração, na qualidade do pão	109
24. Efeito do uso de aditivo (CSL) na qualida de do pão feito com farinha de trigo de 78% de extração	113

25. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce na composição e valor nutritivo do pão	115
--	-----

FIGURAS

1. Fluxograma de obtenção da farinha integral e desengordurada de tremço doce	23
2. Conteúdo em aminoácidos da farinha de tremço doce, comparado com trigo vermelho de primavera e de inverno e trigo mole	28
2a. Conteúdo em aminoácidos da farinha de tremço doce, comparado com trigo vermelho da primavera e de inverno e trigo mole ..	29
3. Amilogramas da farinha integral e desengordurada de tremço doce	34
4. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na viscosidade máxima no ciclo de resfriamento, viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 78% de extração	38
5. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremço doce na viscosidade máxima do ciclo de resfriamento, viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 78% de extração	41
6. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na viscosidade máxima no ciclo de resfriamento, viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 78% de extração	43
7. Efeito da adição de farinha de tremço doce integral e desengordurada na absorção de	

água como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	47
8. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce na absorção de água como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água-Ingredientes	50
9. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 78% de extração e substituições crescentes de farinha integral de tremço doce no Sistema Farinha-Água	54
10. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração, no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	56
11. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	57
12. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração na leitura do valorímetro, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	59
13. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 78% de extração e substituições crescentes de farinha desengordurada de tremço doce no Sistema Farinha-Água	60
14. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremço doce na farinha de trigo de	

78% de extração no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	62
15. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremoço doce na farinha de trigo de 78% de extração na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	63
16. Efeito da adição da farinha desengordurada de tremoço doce na farinha de trigo de 78% de extração na leitura do valorímetro como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	64
17. Inferência da gordura de tremoço doce na queda após 20 minutos	66
18. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 72% de extração e substituições crescentes de farinha integral de tremoço doce no Sistema Farinha-Água	67
19. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce na farinha de trigo de 72% de extração no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	69
20. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce na farinha de trigo de 72% de extração na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	70

21. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 72% de extração na leitura do valorímetro, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha-Água	71
22. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração no tempo de chegada e tempo de mistura, como indicado pelo farinógrafo (S.F.A.I.)	74
23. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 72% de extração no tempo de chegada e tempo de mistura, como indicado pelo farinógrafo (S.F.A.I.)	76
24. Extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.)	79
24.A. Efeito da adição de 5% de farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração (S. F. A.)	80
24.B. Efeito da adição de 10% de farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.)	81
24.C. Efeito da adição de 20% de farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.)	82
25. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na resistência máxima da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.)	89

26. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.)	90
27. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce no número proporcional, das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.)	91
28. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.)	92
29. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na resistência máxima da massa feita com farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.I.)	94
30. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.I.)	95
31. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce no número proporcional das misturas feitas com farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.I.)	96
32. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de 78% de extração (S.F.A.I.)	97
33. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na resistência máxima da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.I.)	100

34. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.I.)	101
35. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce no número proporcional das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.I.)	102
36. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração (S.F.A.I.)	103
37. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na qualidade do pão produzido com farinha de trigo de 78% de extração	107
38. Resultados obtidos para os pães feitos com misturas de farinha integral de tremoço doce e farinha de trigo de 78% de extração	108
39. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na qualidade do pão produzido com farinha de trigo de 72% de extração	110
40. Resultados obtidos para os pães feitos com misturas de farinha integral de tremoço doce e farinha de trigo de 72% de extração	111
41. Efeito do CSL no volume específico dos pães feitos com 10% e 15% de farinha integral de tremoço doce em substituição a farinha de trigo de 78% de extração	114

RESUMO

Foi desenvolvido um método simplificado para moagem do tremoço doce (Lupinus albus), o qual produziu um rendimento de 85% de farinha integral ou 73% de farinha de sengordurada. Esta farinha tem um baixo teor em alcalóides (0,013%) e é isenta de fatores anti-nutricionais. O conteúdo de proteína é de 39,9% e 44,7% (base seca) para as farinhas integral e desengordurada, respectivamente. O conteúdo dos aminoácidos indispensáveis, lisina e treonina é alto embora o de aminoácidos sulfurados seja baixo. Essa composição contrasta com a dos aminoácidos do trigo; consequentemente a farinha de tremoço doce serve como um complemento benéfico à farinha de trigo, na produção de pão altamente proteico.

A farinha integral e desengordurada de tremoço doce foi misturada com farinha de trigo fraca de 78% e 72% de extração aos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%; o efeito dessa adição na viscosidade, na absorção de água e nas propriedades reológicas da massa foi estudado, assim como a sua influência na qualidade do pão. A farinha de tremoço doce reduziu a viscosidade e aumentou a absorção de água, o tempo de chegada e o índice de tolerância; a estabilidade da massa, a resistência à extensão e a extensibilidade da massa todavia, decresceram. A adição de 5% de farinha integral de tremoço doce produziu um pão similar ao de controle, enquanto que o uso de 10% requereu a adição de 0,25% de estearoil-lactil-lactato de cálcio (CSL). O valor nutricional do pão feito com 10% de farinha integral de tremoço doce foi significativamente maior que o de controle (PER 1,28 e 0,81 respectivamente).

SUMMARY

A simplified method for the milling of the seeds of sweet lupine (Lupinus albus) was developed which produced a yield of 85% of full fat flour or of 73% of defatted flour. This flour was very low in alkaloids (0.013%), and free of antinutritional factors. The protein content was 39.9% and 44.7% (dry basis) for full fat and defatted flours, respectively. The content of the indispensable amino acids lysine and threonine was high, although that of the sulfur amino acids was low. This is in contrast to the amino acid composition of wheat; thus sweet lupine flour should serve as a beneficial complement to wheat flour in the production of high protein bread.

Full fat and defatted lupine flour were therefore mixed with soft wheat flour of 72% and 78% extraction at levels of 5%, 10%, 15% and 20%; the effect of this addition on the viscosity, water absorption, and rheological properties of dough was studied, as well as its influence on overall bread quality. Sweet lupine flour was found to reduce viscosity and increase water absorption, arrival time, and tolerance index; dough stability, resistance to extension, and extensibility of the dough, however, were decreased. The addition of 5% of full fat sweet lupine produced bread similar to the control, whereas the use of 10% required the addition of 0.25% of calcium stearoyl-lactyl-lactate (CSL). The nutritional value of the bread made with 10% of sweet lupine flour was significantly higher than that of the control (PER 1.28 and 0.81, respectively).

I. INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje um dos maiores importadores mundiais de trigo e, apesar de todos os esforços que o Governo vem desenvolvendo nos últimos anos, na tentativa de atingir a auto-suficiência, esta parece ficar cada vez mais difícil. Enquanto no século XIX chegou-se a exportar esse cereal, hoje, o País posiciona-se entre os principais compradores de trigo, sendo este o único alimento que importa em larga escala.

O histórico das safras passadas não apresenta uma evolução estável, ao passo que o consumo evoluiu cerca de 10% a cada ano. Em 1956, produziu-se mais de um milhão de toneladas enquanto em 1963 colheu-se o escasso volume de 116 mil toneladas. A produtividade média, estabilizada desde 1964, caiu vertiginosamente nas safras de 1972 e 1975, constatando-se que na média dos últimos anos a produção brasileira mostra-se insuficiente para atender a 50% do consumo interno que já ultrapassa os cinco milhões de toneladas anuais.

Aos preços atuais (US\$145/ton. de trigo) e com uma importação de 3.183.000 toneladas anuais podemos estimar um dispendio de divisas em torno de 461,5 milhões de dólares, o que certamente contribuirá para aumentar as dificuldades da economia nacional no controle da balança de pagamentos.

A principal aplicação do trigo é na fabricação de pão e o seu enriquecimento com alimentos proteicos, além de melhorar o seu nível nutricional, poderia ajudar o governo a fazer uma considerável economia de divisas.

Apesar de ser reconhecida a excelente qualidade nutritiva da proteína animal sua produção é insuficiente, o cus

to elevado e o ciclo de produção lento. Por isso devemos recorrer a outras fontes proteicas, que no momento são os vegetais.

O tremço doce (Lupinus albus), de alto teor proteico, apresenta vantagens adicionais sobre as outras leguminosas usadas para o enriquecimento do pão, por não ter o cheiro tão ativo e nem o gosto tão amargo. Além disso, não apresenta fatores antinutricionais e se adapta a quase todos os tipos de solos, podendo utilizar mesmo os mais fracos, desde que não sejam permanentemente úmidos. E por se tratar de um cultivo de inverno, nas condições brasileiras, não compete com as outras culturas existentes, mas completa a rotação necessária à conservação e melhoramento do solo.

No presente trabalho procuramos investigar os efeitos da adição de farinha de tremço doce nas propriedades reológicas da massa. Procurou-se ainda determinar os limites desta adição que não prejudicassem a qualidade do pão resultante.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo das pesquisas feitas com farinhas com postas, ricas em proteínas, nos países importadores de trigo é sem dúvida alguma, substituir, mesmo em parte, a farinha de trigo por outras, obtendo pães altamente proteicos.

A aceitação desses produtos suplementares com proteínas vegetais depende da fonte, da quantidade e do tipo de suplemento.

A - FARINHAS PROTEICAS USADAS EM PANIFICAÇÃO

1 - Farinha de soja

Os produtos da soja usualmente empregados na panificação são a farinha integral e a desengordurada. O concentrado e o isolado proteico não são usados porque encarecem o produto, tornando-o pouco acessível às camadas de poder aquisitivo mais baixo.

O uso da farinha de soja integral como suplemento proteico para o pão é citado na literatura desde 1944 (19,23). Embora seu valor nutricional seja reconhecido, seus efeitos nas propriedades da massa e na qualidade do pão tem sido exaustivamente pesquisados nos últimos anos.

Segundo Pylar (40) o uso da farinha de soja integral e desengordurada aos níveis de 1 a 3% de substituição produz pães com as mesmas características daqueles feitos com farinha de trigo pura. A partir de 5% entretanto, é necessário o uso de oxidantes.

Matz (31) demonstrou que acima de 8% de farinha de soja integral, mesmo quando o oxidante é adicionado, pequenas mudanças são notadas na aparência, textura e sabor dos pães.

Outros pesquisadores, entre os quais Tsen e Hoover (54), Tsen e Tang (55), Marnett e colaboradores (34), Finney (13) e Bohn e Favor (5), estabeleceram condições ótimas de processamento para a fabricação de pães contendo até 12% de farinha de soja desengordurada. Um aumento na absorção de água, tempo de mistura menor, redução no tempo de fermentação e uso obrigatório de oxidantes, produziram pães com características similares ao do padrão.

Tsen e Tang (55) e Marnett e colaboradores (34) asseguraram que acima de 12% de mistura de farinha de soja integral ou desengordurada pode-se produzir pães de boa qualidade, quando são adicionados 0,5% de SSL e 40-60 ppm de bromato de potássio.

Além dessas pesquisas, muitas outras (8,36,41,42,48,49) foram feitas com um tipo de farinha de trigo forte, com alta tolerância à mistura. Contudo, esses resultados não se aplicam ao Brasil, onde são produzidos somente trigos fracos.

Numerosas pesquisas (6,22,27,33,34,52,54,55) demonstraram que o uso de oxidantes é necessário para melhorar a qualidade do pão fortificado com farinha de soja. Muitas dessas pesquisas foram feitas com a adição de 40-60 ppm de bromato de potássio, porém o seu uso não é ainda permitido no Brasil.

O uso de condicionadores de massas, entre os quais o estearoil-lactil-lactato de cálcio ou sódio, melhora a qualidade do pão (33,34,52,54,55) e o seu uso é permitido no Brasil.

2 - Farinha de feijão fava

Patel e Johnson (37,38) substituíram em 5,10,15 e 20% a farinha de trigo por farinha de fava e em quantidades equivalentes aquela substituição, o isolado proteico da mesma farinha. Concluíram que acima de 10% de substituição, reduziu-se o tempo de mistura e o tempo de tolerância, dando uma massa

de baixa elasticidade e produzindo um pão de qualidade inferior, enquanto que o conteúdo proteico dos pães foi aumentado. Mais significantes foram os aumentos nos teores dos aminoácidos lisina, histidina, arginina e tirosina. Mc Connel et al (35) estudaram a adição da farinha de fava aos níveis de substituição em 10,20,30 e 40% na farinha de trigo duro vermelho da primavera e encontraram uma progressiva diminuição no volume do pão e uma deterioração na estrutura do miolo do pão a medida que os níveis de substituição aumentaram. Entretanto, essas dificuldades foram superadas quando adicionado, em vez da farinha de fava, o concentrado proteico da mesma farinha, obtendo : farinha composta com 20% de proteínas e um pão similar ao testemunho.

3 - Farinhas de algodão, amendoim, girassol e gergelim

Mathews et al (32) estudaram as propriedades da massa e a qualidade dos pães produzidos por misturas de farinha de trigo com as farinhas citadas acima ao nível de 25% de substituição. Um aumento na absorção de água, diminuição no tempo de tolerância da massa à mistura e um baixo volume dos pães foram notados.

Rooney et al (44) estudaram as características funcionais das misturas de farinhas de algodão, amendoim, girassol e gergelim com e sem tratamento térmico com farinha de trigo. As respostas ao tratamento térmico dependeram do tipo da mistura. Melhoria nas propriedades da massa foram obtidas com o tratamento térmico das farinhas de algodão e girassol enquanto que, as farinhas de amendoim e gergelim não apresentaram melhoria.

B - TREMOÇO DOCE COMO UM RECURSO PARA PRODUÇÃO DE FARINHA PROTEICA

O tremoço (*lupinus sp.*) é uma leguminosa com alto conteúdo em proteína, originária dos planaltos da América do Sul e bacia do Mediterrâneo há 3.000 anos A.C. (18). Sua classificação botânica segundo Hackbarth e Troll (18) é:

Divisão: Fanerogamae
Classe: Dicotyledonae
Subfamília: Papilionoideae
tribo: Genisteae
gênero: Lupinus

e as espécies mais cultivadas são: *L. albus*, *L. luteus*, *L. angustifolius* e *L. mutabilis*.

Muitas outras espécies de tremoço cultivadas recentemente estão ainda em processo de domesticação sendo que somente as variedades doces *L. albus* e *L. luteus* são importantes para a reprodução (24).

1 - Cultivo do tremoço

O cultivo do tremoço foi estabelecido na época do Império Romano e foi praticado no Egito há 2.000 anos A.C. (24).

Escritores gregos e romanos tais como Theophrastus, Varro e Columella documentaram a habilidade do tremoço de crescer em terras pobres, grosseiramente cultivadas, e de melhorar o solo através dos nódulos de suas raízes. Cultivos em grande escala foram feitos no Vale do Rio Nilo, em parte do Oriente Médio na região do Cáucaso, no Sul da Espanha e em Portugal. Em escala limitada ao Norte da França, Grécia, Turquia e Iugoslávia (16).

O consumo de variedades amargas e tóxicas, com

alto teor de alcalóides (1-3%), por parte do homem, data dos tempos dos egípcios e incas e era utilizado após passá-las por um processo de maceração e lixiviação (24).

Após a obtenção das primeiras formas doces, com baixo teor em alcalóides e alta produção de grãos, por Von Sengbusch em 1929 (46), novas experiências demonstraram ser o grão uma excelente fonte de proteína na alimentação animal e humana, despertando interesse internacional como um potencial na agricultura. Primeiramente, o consumo da planta se destinou a substituição das proteínas animais, nos alimentos concentrados para ração animal. A substituição ótima foi de 2/3 da proteína total por farinha de tremoço doce (2,16). Depois se destinou a substituição de ovos em pastas, devido ao seu alto conteúdo em caroteno, vitaminas B1 e B2 (2,24).

Em anos recentes o tremoço doce tem sido plantado em grande escala na Alemanha, Rússia, Polônia, Austrália, Chile, na costa do Golfo dos Estados Unidos e nos solos arenosos das planícies da Geórgia, Flórida e Carolina do Sul (2, 14,16,17,21,24).

No Brasil, até 1970, somente as espécies amargas e tóxicas eram conhecidas e usadas como adubo verde, e os seus grãos consumidos na preparação de saladas e acompanhantes de cerveja, segundo a tradição de portugueses e espanhóis. Em 1971, Lamster (29) introduziu no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste em Sete Lagoas, Minas Gerais, os primeiros experimentos com Lupinus albus (cultivares maxilupa e mutolupa) obtendo um rendimento médio de 30 ton/ha de matéria verde para a utilização em ração animal e 1,2 ton/ha de grãos, para a alimentação humana. Segundo Lamster (29), no Brasil, já existem plantados mais de 300 ha de tremoço doce variedade multolupa nos estados de Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul.

2 - Considerações gerais sobre solo e clima para o tremço doce

A característica do tremço doce é que ele se adapta bem a quase todos os tipos de solo, podendo utilizar inclusive os mais fracos, desde que não sejam permanentemente úmidos (7). Sendo uma ótima cultura de rotação, tolera solos ácidos até pH 5,2, não requer preparo cuidadoso do solo, é pouco exigente em fósforo e suas raízes fixam ao solo uma quantidade de 180 Kg/ha de nitrogênio (29).

Pesquisas demonstraram (9) que o tremço doce tem uma notável capacidade de obtenção de fósforo insolúvel do solo. Em ensaios de competição com outras leguminosas em condições inferiores de solo o seu rendimento é maior e isso tem sido um fator importante no seu potencial uso comercial (9, 16).

As exigências climáticas são largamente conhecidas. No Mediterrâneo são plantas de dias longos, no Norte da Europa e Nova Zelândia suportam frio. No Sudeste dos Estados Unidos, no Sul da África e Oeste da Austrália suportam temperaturas que variam de 15 a 25°C. Em Portugal o tremço doce germina bem em temperaturas de 16°C ou mais baixas; entretanto, cultivos de verão são também obtidos, crescendo bem em temperaturas altas e solos secos (16).

3 - Considerações sobre a composição química do tremço doce.

Devido ao seu alto teor proteico (Tabela 1), o tremço doce constitui um alimento ideal para enriquecer a farinha de trigo. Além disso, apresenta um alto teor em lisina (Tabela 2), que é o aminoácido limitante do trigo (Tabela 3), conseguindo um balanceamento mais adequado e, conseqüentemente, um aproveitamento melhor das proteínas existentes no tri

go, pelo organismo humano.

Sgarbieri e colaboradores (47), estudando os fatores antinutricionais de várias espécies leguminosas, não encontraram fator antitriptico para o tremço doce (Lupinus albus), comuns nas outras espécies leguminosas. Análises feitas pelo Tropical Products Institute (24), detectaram 0,012% de alcalóides para a farinha de tremço doce variedade astra. Os principais alcalóides encontrados foram lupanina e aspartina, os quais são solúveis em água.

Segundo Flores (14), ratos, coelhos e cachorros alimentados com tremço doce, não indicaram sinais de retardamento no crescimento ou outros danos.

Estudos agora estão sendo feitos (24) para que se tenha certeza de que os alcalóides encontrados não possuam efeitos teratogênicos.

4 - Perspectivas futuras do cultivo de tremço doce

Os conhecimentos atuais sobre o tremço doce são relativamente restritos e a extensão de seu uso, no futuro, dependerá em grande parte de uma eficiente seleção genética. Essa afirmativa se aplica tanto na produção de tremço doce para forragens como também no aproveitamento do mesmo para servir de fonte competitiva de proteínas na alimentação humana (16).

As perspectivas comerciais para as proteínas de origem vegetal tem sofrido uma mudança radical durante as últimas décadas. Inicialmente eram subprodutos baratos das indústrias de óleos, mas hoje os alimentos preparados à base de proteínas vegetais tem encontrado uma crescente procura, em decorrência do rápido crescimento populacional. Os preços

desses alimentos tem aumentado sensivelmente enquanto os dos outros produtos agrícolas tem permanecido estáticos ou em baixa (16).

O tremço doce alcançará plenas possibilidades quando os produtos agrícolas forem pagos em função do seu teor proteico e aí então poderá competir economicamente com as oleaginosas, preenchendo uma lacuna no mercado (16).

Dada a sua comprovada capacidade de produção não há dúvidas de que no futuro o tremço doce venha a ser desenvolvido e reproduzido como uma valiosa cultura, com as vantagens adicionais de ser um alimento de alto teor proteico e adaptável a solos considerados marginais (16).

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A - MATERIAIS

1 - Matéria prima

Farinha de trigo comercial de 72 e 78% de extração, adquiridas no Moinho Anhanguera, Campinas, São Paulo e tremoço doce (Lupinus albus), variedade "multolupa", adquirido no Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste, em Sete Lagoas, Minas Gerais foram utilizados.

2 - Ingredientes e Reativos

Foram utilizados produtos comerciais ou farmacêuticos, tais como: fermento biológico, sal com 99,5% de pureza, gordura hidrogenada vegetal, óleo comercial de soja, sacarose, vitaminas, sais minerais, estearoil-lactil-lactato de cálcio (CSL), amido de milho e caseína comercial.

Todas as análises químicas foram procedidas com reagentes quimicamente puros.

3 - Aparelhos e equipamentos

Além da vidraria e utensílios comuns de laboratório, os seguintes aparelhos e equipamentos foram usados:

Moinho Quadromatic Senior Brabender

Moinho de discos Lilla

Moinho de martelo TREU

Colorímetro Kent-Jones and Martin

Analisador de Aminoácidos Beckman 120C

Farinógrafo Brabender

Amilógrafo Brabender

Extensômetro Brabender

Forno doméstico Alno

Misturadeira Tweedy Siam-Útil

Cortadeira de massa Siam-Útil

Boleadora de massa Siam-Útil

Câmara de descanso com temperatura e umidade re
lativa controlada Siam-Útil

Modeladora Siam-Útil

Câmara de fermentação com temperatura e umidade
relativa controlada Siam-Útil

Formas de estanho 2XX com as seguintes dimen-
sões:

Parte superior 14x6,8 cm

Base inferior 13x5,5 cm

Altura 4,2 cm

Forma de estanho 2XX, com as seguintes dimen-
sões: 21x11x1 cm

Forno Super Vulcão Siam-Útil

Aparelho medidor de volume

Gaiolas individuais de tela e chapas galvaniza-
das para ratos

4 - Animais utilizados nos ensaios

Ratos brancos da raça "Whistar" com idade 21-25
dias (peso médio por rato 40-50 g), todos machos, provenien-
tes da Colônia da Faculdade de Medicina da Universidade de
São Paulo em São Paulo.

B - MÉTODOS

1 - Preparo de farinha de tremçoço doce

A farinha de tremçoço doce foi feita em escala de planta piloto obedecendo o seguinte esquema:

- a) Limpeza das sementes por ventilação
- b) Descorticamento em moinho de discos (85% de endosperma e 15% de casca)
- c) Moagem em moinho de martelo, com peneira de abertura menor que 1,5 mm
- d) Preparação da farinha desengordurada

Extraiu-se o óleo da farinha integral com hexana (p.e. 66-69°C), por 12 horas com aparelho Soxhlet. O solvente foi evaporado em estufa a temperatura de 40°C por aproximadamente 8 horas.

- e) Moagem em moinho Quadrumat Senior com peneira de abertura menor que 195 microns.

2 - Análises Químicas e Físicas

- a) Colorimetria

De acordo com o método de Kent-Jones and Martin (26)

- b) Proteína

Determinada pelo método A.A.C.C. nº 46-10 (1), usando o fator $N \times 6,25$, para o cálculo da proteína de tremçoço doce e $N \times 5,7$ para o cálculo da proteína da farinha de trigo.

- c) Aminoácidos

A análise dos aminoácidos foi feita pelo método

de intercâmbio iônico de Spackman et al (50) usando-se o analisador Beckman modelo 120C.

A hidrólise foi feita numa ampola especial de vidro, na qual se pesou a amostra equivalente a 25 mg de proteína, adicionando-se a seguir 15 ml de HCl 6N.

A ampola foi fechada em chama (bico de bunsen) sob vácuo. Colocou-se em estufa a 110°C durante 24 horas. Retirou-se da estufa e deixou-se esfriar. Removeu-se o topo da ampola, filtrou-se em funil de placa porosa e completou-se o volume para 50 ml. Tomou-se 20 ml, evaporou-se em evaporador rotativo, lavou-se duas vezes com 20 ml de água destilada e dissolveu-se em 10 ml de tampão citrato de sódio de pH 2,2. Tomou-se 0,4 ml para cada coluna e colocou-se no analisador. Com exceção do triptofânio que é destruído pela hidrólise ácida, os demais aminoácidos foram determinados, qualitativamente e quantitativamente.

d) Propriedades do Óleo

i - Rendimento

Segundo A.A.C.C. nº 30-26 (1)

ii - Índice de acidez

Segundo A.A.C.C. nº 58-16 (1)

iii - Índice de saponificação

Segundo A.A.C.C. nº 58-50 (1)

iv - Índice de iodo

Segundo A.A.C.C. nº 58-30 (1)

e) Fibra bruta

Segundo A.A.C.C. nº 32-15 (1)

f) Umidade

Segundo A.A.C.C. nº 44-15 (1)

g) Cinzas

Segundo A.A.C.C. nº 08-01 (1)

h) Alcalóides

Segundo o método descrito por Barnes e Gilbert (3). Vinte gramas de farinha de tremçoço doce foram extraí dos com etanol 96%. Os extratos foram concentrados a vácuo e o resíduo retomado com HCl a 5%. Alcalinizou-se com amô nia e extraíram-se os alcalóides com clorofórmio. Os extra tos clorofórmicos foram lavados com água destilada, secos com sulfato de sódio anidro e evaporados. A presença dos alcalóides foi constatada por cromatografia em camada delga da.

Os solventes de desenvolvimento foram acetato de etila e metanol (4:6) e a presença de alcalóides foi ve rificada pelo reagente da Dragendorff (iodeto de bismuto e potássio).

i - Inibidor da tripsina

Segundo o método descrito por Kakade et al(25)

ii - Preparação da amostra

Uma grama de farinha finamente moída foi sus pensa em 19 ml de H₂O e o pH ajustado para 7,6. Depois de uma agitação mecânica de 1 hora, centrifugou-se, tomou-se 1 ml do sobrenadante, que foi diluído para 50 ml com tampão fosfato de pH 7,6.

iii - Curva padrão de tripsina

Para a curva padrão de tripsina, pipetou-se a líquotas de 0,2 a 1 ml de solução padrão de tripsina (em triplicata e ajustou-se o volume final de cada tubo para

2 ml. Colocou-se os tubos em banho-maria a 37°C. A cada um dos terceiros tubos adicionou-se 6 ml de TCA a 5%. Após o equilíbrio adicionou-se a cada tubo 2 ml de solução de caseína pré-aquecida a 37°C. Deixou-se a 37°C, exatamente 20 minutos e ao fim deste tempo, adicionou-se 6 ml de TCA nos tubos que ainda não haviam recebido TCA. Depois de 1 hora à temperatura ambiente a suspensão foi filtrada e a absorbância medida a 280 nm. Usou-se água destilada como referência para ajustar 100% de transmitância.

iv - Atividade inibidora da tripsina

Pipetou-se alíquotas de 0 a 1 ml do extrato da amostra em triplicata e completou-se o volume para 1 ml com o tampão fosfato.

Adicionou-se 1 ml da solução padrão de tripsina a cada tubo, os quais foram colocados em um banho de água a 37°C. Após o equilíbrio adicionou-se a cada tubo 2 ml da solução de caseína pré-aquecida. Deixou-se a 37°C, exatamente 20 minutos e em seguida adicionou-se 6 ml de TCA. Depois de esperar 1 hora à temperatura ambiente, a suspensão foi filtrada e lida a 280 nm usando-se água destilada para 100% de transmitância.

3 - Determinação da viscosidade das farinhas

A determinação da viscosidade foi feita no amilógrafo Brabender e seguindo o método que acompanha o aparelho, usando-se 80 g de farinha a 14% na base úmida e 450 ml de água destilada. A temperatura inicial foi de 25°C. A temperatura aumentou 1,5°C por minuto até o máximo de 95°C, e permaneceu constante por 20 minutos, entrando

do no ciclo de resfriamento onde a temperatura diminuiu 1,5°C por minuto até chegar a 50°C. Esse método foi escolhido porque representa as mesmas condições que a massa sofre no forno, e após a sua saída, sendo que o resultado dá uma idéia do comportamento do amido no forno.

4 - Determinação das propriedades reológicas da massa, no Sistema Farinha-Água

- a) Propriedades de mistura com o farinô grafo segundo o método número 54-21, da A.A.C.C. (1), usando 300 g de fari nha a 14% na base úmida.
- b) Propriedades de extensão da massa se gundo o método número 54-10, da A.A.C.C. (1).

5 - Determinação das propriedades reológicas da massa no Sistema Farinha-Água-Ingredientes

- a) Propriedades de mistura com o farinô grafo segundo El-Dash (11).
- b) Propriedades de extensão da massa se gundo El-Dash (11).

6 - Teste de Panificação

A quantidade da farinha foi determinada de a cordo com o método de El-Dash (11). Esse procedimento, to talmente automatizado, foi desenvolvido no Laboratório de Panificação da UNICAMP, em substituição ao antigo teste que não representava as mesmas condições na prática.

a) Fórmula do pão

O pão foi preparado usando-se a seguinte formulação:

farinha (14% umidade)	300 g	+ 0,1 g
sal (99,5% pureza)	6 g	(2%)
sacarose	15 g	(5%)
fermento biológico	9 g	(3%)
gordura hidrogenada vegetal	9 g	(3%)
ácido L - ascórbico	27mg	90ppm
estearoil-lactil-lactato de cálcio ..	75mg	0,25%
água determinada pelo farinógrafo		

b) Mistura da massa

A farinha foi colocada no misturador do farinógrafo, seco e limpo (30°C) e coberto com tampa plástica. O misturador foi ligado primeiramente a velocidade mais baixa (31,5 RPM) por 30 segundos e, em seguida a maior velocidade (65 RPM) por 1,5 minutos, para assegurar a homogeneidade da amostra e permitir que a farinha atinja a temperatura do misturador. A bureta com ajustamento automático foi encheida com água a 30°C, o açúcar e o sal foram dissolvidos em parte de água tomada da bureta, enquanto a levedura e os demais ingredientes em menores quantidades foram suspensos em uma outra porção da bureta. O papel do registrador foi ajustado ao zero minuto e ligado enquanto que a solução de açúcar e sal foi adicionada no canto do misturador. Em seguida a suspensão da levedura foi adicionada. Aproximadamente 15 ml de água remanescente da bureta foi usada para limpar os recipientes que continham sal, sacarose e levedura, assegurando uma adição quantitativa à farinha. Foi então adicionado água suficiente para centralizar a curva na linha de consistência de 500 unidades farinográficas. Quando

a massa começou a se formar, as paredes internas do misturador foram raspadas com espátula e a seguir o misturador foi coberto. A massa foi misturada até a queda de 10 unidades farinográficas, após ser alcançado o desenvolvimento ótimo de mistura. Foram exigidos trinta segundos para a adição de todos os ingredientes, incluindo a água necessária para centralizar a curva na linha de consistência desejada.

O teste foi repetido até que a adição de todos os ingredientes tenha sido possível no período de trinta segundos.

A gordura foi adicionada após a adição de todos os ingredientes, incluindo toda a água exigida.

c) Divisão e moldagem da massa

Imediatamente após a parada do misturador, dois pedaços de massa ($150 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$), foram cortados e arredondados através de vinte revoluções no boleador do extensógrafo. As bolas de massa foram então cuidadosamente colocadas (com o lado quebrado para o operador) na unidade modeladora do aparelho, em pedaços cilíndricos que foram colocados em fôrmas ligeiramente engraxadas com gordura hidrogenada.

d) Fermentação da massa

As duas fôrmas foram colocadas para fermentar nas câmaras do extensógrafo, sobre uma fôrma onde foi adicionado 25 ml de água destilada para manter a umidade da câmara. O tempo de fermentação foi de 120 minutos.

e) Cozimento da massa

Após o tempo de fermentação, a massa foi cuidadosamente transferida para o forno e assada a 220°C por 20 minutos.

7 - Avaliação da qualidade do pão

O volume do pão foi determinado pelo deslocamento de sementes, num aparelho medidor de volume, após uma hora de saída do pão do forno.

O volume específico foi calculado e multiplicado por 3,33 o que resulta num máximo de 20 pontos para um pão de volume específico de 6,0. Além do volume foram também consideradas como características externas da massa do pão (total máximo de 40 pontos), a cor da crosta (10 pontos), a pestana (5 pontos), e a simetria (10 pontos). As características internas da crosta (5 pontos) a cor do miolo (10 pontos), e a textura e granulidade do miolo (10 pontos para cada). Para se obter o valor máximo de 100 pontos para a qualidade do pão, foram incluídos também o aroma (10 pontos) e o gosto (15 pontos).

8 - Avaliação do valor nutritivo do pão

Para a determinação do valor biológico das proteínas nas amostras de pão com 0%, 7% e 10% da farinha integral de tremoço doce, determinou-se o valor PER (quociente de eficiência proteica), utilizando-se testes de crescimento com ratos. Em ambos os casos, a caseína foi usada como padrão. Durante o experimento os animais foram mantidos em gaiolas individuais com água e comida "ad libitum".

a) Preparo das dietas para o ensaio biológico

A composição centesimal das dietas para a determinação dos valores PER foi:

Proteína	10%
Óleo de soja comercial .	8%

Mistura salina (43)	5%
Mistura vitamínica (56).	2%
Sacarose	15%
Amido de milho	60%

Considerou-se, na composição das dietas, apenas o nitrogênio proteico de cada amostra. Da percentagem de açúcar da dieta, subtraíram-se as substâncias não nitrogenadas presentes na amostra desengordurada. A pesagem inicial dos ratos e da dieta foi realizada 24 horas após a sua introdução. A partir da primeira pesagem, estabelecida como primeiro dia, foram feitas pesagens regulares a cada 7 dias, pelo período de 4 semanas (1ª, 7ª, 14ª, 21ª e 28ª). As pesagens compreenderam sempre o peso de cada rato e a respectiva ração consumida. Calculou-se no final, o valor PER, que é o quociente do ganho de peso pela proteína consumida. Os valores encontrados foram corrigidos para caseína igual a 2,50.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE

1 - Características físicas da farinha de tremoço doce

a) Moagem da farinha

Dois tipos de farinha de tremoço doce foram obtidas de acordo com o fluxograma da figura 1. Uma farinha integral de 85% de extração, contendo 11,50% de óleo. A outra farinha desengordurada de 73% de extração obtida após a extração do óleo por solvente (hexana, p.e. 66-69°C). Após a extração o material foi secado e passado em moinho de cilindro para a obtenção de uma farinha desengordurada com granulometria menor que 150 microns. A quantidade de casca correspondeu a 15% do total da amostra e conteve 2 a 3% de proteína, podendo portanto ser usada na fabricação de ração animal.

b) Colorimetria da farinha

Foram feitas determinações da cor da farinha pelo colorímetro de Kent-Jones and Martin (26) e os resultados estão na tabela 1. Comparando os valores obtidos notamos que as farinhas de tremoço doce foram mais escuras que as farinhas de trigo pelo que sugerimos o uso de branqueadores. A remoção da cor pelos branqueadores químicos ou por oxidação natural dos pigmentos carotenóides da farinha variaria de acordo com o nível de tratamento e o tempo. A farinha desengordurada de tremoço doce apresentou uma cor mais cla

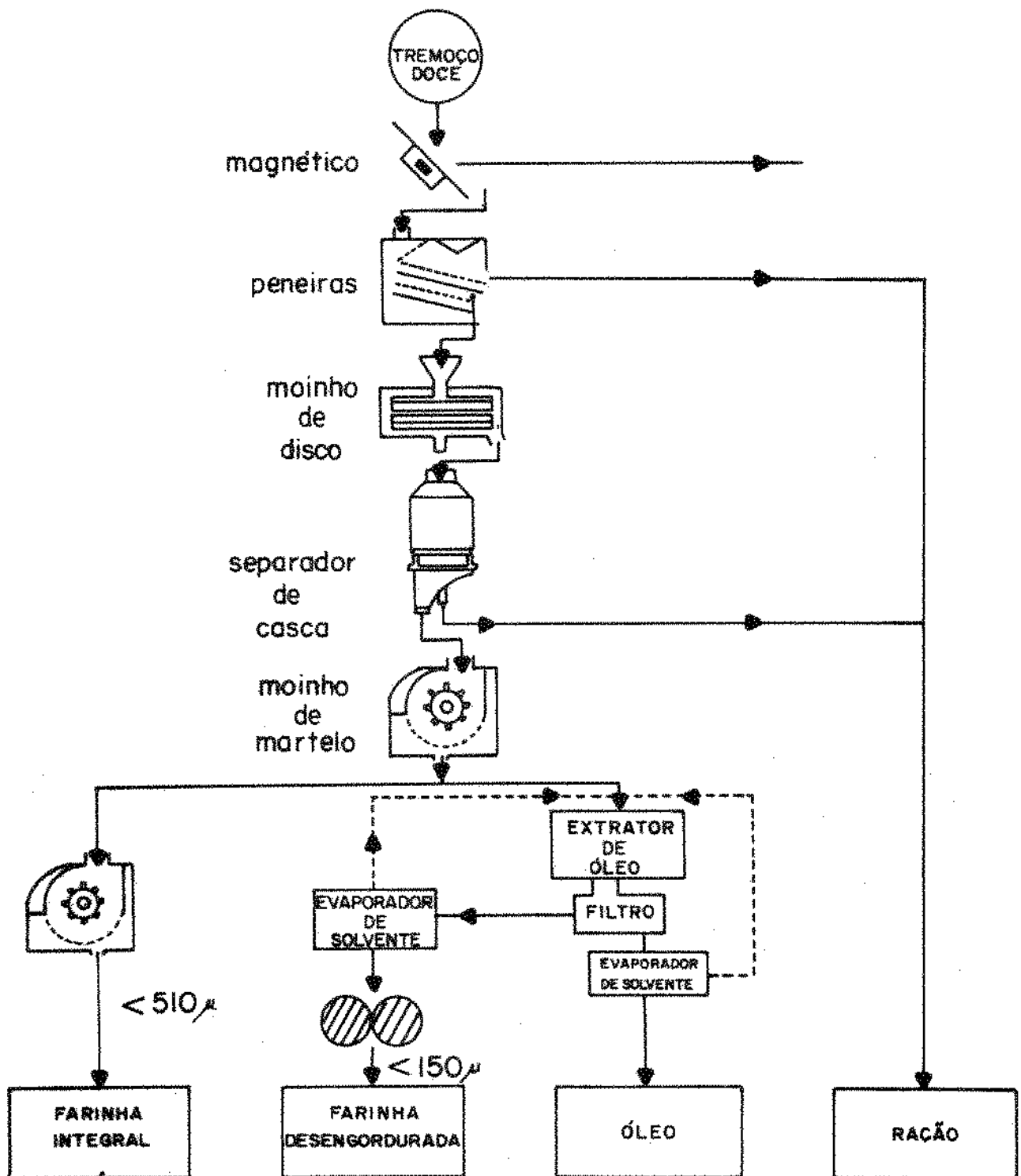


fig.1 - Fluxograma de obtenção da Farinha Integral e desengordurada de tremoço doce.

ra que a integral devido aos pigmentos não polares solúveis na gordura.

2 - Características química da farinha de tre moço doce

a) Composição química

A composição química das farinhas de tre
moço doce é apresentada na tabela 2. É caracterizada pelo seu al
to teor proteico, o qual poderia ser de valor na suplementa
ção de farinha de trigo visando a produção de pães altamen
te proteicos. Além disso, apresenta um elevado teor em mi
nerais.

b) Alcalóides

Análises feitas demonstraram a presença de
0,013% de alcalóides. Este resultado foi semelhante ao en
contrado pelo Tropical Products Institute (24).

c) Fatores antinutricionais

Não foram encontrados fatores antinutricionais
para a farinha de tre
moço doce, confirmando os resultados
obtidos por Sgarbieri et al (47). Isso é muito importante
porque elimina a necessidade de tratamento térmico para a
inativação desses fatores.

d) Propriedades do óleo

O rendimento em óleo foi de 11,5%; e as análi
ses apresentaram um índice de acidez de 1,86%, índice de sa
ponificação de 185,46 mg de KOH/g da amostra, e um índice
de iodo de 95,98 g de iodo por 100 g da amostra. Este óleo
é do tipo não secativo semelhante ao óleo de amendoim.

e) Análise de aminoácidos

O conteúdo de aminoácidos da farinha de tre
moço

TABELA 1

Colorimetria das farinhas de tremço doce e trigo.

Farinhas	Valores do colorimetro
Integral de tremço doce	23,0 (150 ml de água)
Desengordurada de tremço doce	22,7 (100 ml de água)
Trigo 78% de extração	8,9 (50 ml de água)
Trigo 72% de extração	5,7 (50 ml de água)

TABELA 2

Composição química das farinhas integral e desengordurada de tremço doce.

Componentes	Farinha Integral (%)	Farinha Desengordurada (%)
Umidade	6,1	6,8
Proteína	37,3	41,6
Gordura	11,5	1,0
Carboidratos	39,9	44,9
Fibra bruta	2,0	2,2
Cinzas (minerais)	3,2	3,5

TABELA 3

Composição de aminoácidos da farinha integral e desengordurada de tremço doce (39,7 e 44,64% de proteína respectivamente, na base seca).

Aminoácidos	Farinha integral		Farinha desengordurada	
	g/16g N	g/100g farinha	g/16g N	g/100g farinha
<u>Indispensáveis</u>				
Lisina	3,96	1,57	4,42	1,97
Treonina	3,41	1,35	3,81	1,69
Valina	3,17	1,26	3,54	1,57
Metionina	0,67	0,27	0,75	0,33
Isoleucina	3,70	1,47	4,13	1,84
Leucina	7,87	3,13	8,79	3,92
Fenilalanina	3,40	1,35	3,80	1,69
<u>Dispensáveis</u>				
Histidina	1,70	0,67	1,90	0,84
Arginina	8,24	3,27	9,20	4,10
A. Aspártico	10,58	4,20	11,81	5,26
Serina	6,00	2,38	6,70	2,98
A. Glutâmico	29,53	11,73	32,95	14,69
Prolina	3,87	1,54	4,32	1,92
Glicina	4,12	1,64	4,60	2,05
Alanina	3,27	1,30	3,65	1,62
Cistina	1,55	0,62	1,73	0,77
Tirosina	4,22	1,68	4,71	2,10
Amônia	3,40	1,35	3,80	1,69

ço doce integral e desengordurada está presente na tabela 3. A comparação feita com o conteúdo de aminoácidos das farinhas de trigo duro vermelho, da primavera e de inverno e mole estão nas figuras 2 e 2a. A farinha de tremoço doce foi caracterizada pelo seu alto conteúdo em aminoácidos indispensáveis como lisina, treonina, leucina e isoleucina (tabelas 4 e 5). O alto conteúdo em lisina (80-132% a mais que o trigo) é importante nutricionalmente porque esse aminoácido é limitante na farinha de trigo. Outros aminoácidos tais como o aspártico, arginina, serina, glicina, tirosina e alanina são também mais abundantes na farinha de tremoço doce do que na farinha de trigo. Por outro lado a farinha de tremoço doce é deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) os quais são abundantes na farinha de trigo. Portanto o uso de misturas de farinhas de trigo e tremoço doce poderia resultar num benéfico efeito uma vez que o valor nutricional resultante seria superior a qualquer uma das farinhas utilizadas isoladamente.

B - VISCOSIDADE DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE E O SEU EFEITO NA VISCOSIDADE DA MISTURA COM FARINHA DE TRIGO

A viscosidade é um fator importante no controle da qualidade da farinha e do pão, sendo afetada pelo tipo, quantidade e temperatura de gelatinização do amido, quantidade de amido danificado, e também pela concentração e temperatura de inativação da enzima alfa-amilase (30).

A influência da viscosidade do amido, na qualidade do pão, começa a se manifestar no momento em que a massa é introduzida no forno. Quando a massa atinge a temperatura inicial de gelatinização, o grânulo do amido vai absorver água aumentando de volume e formando, juntamente com o

CONTEUDO EM AMINO ACIDO (g / 16g.N)

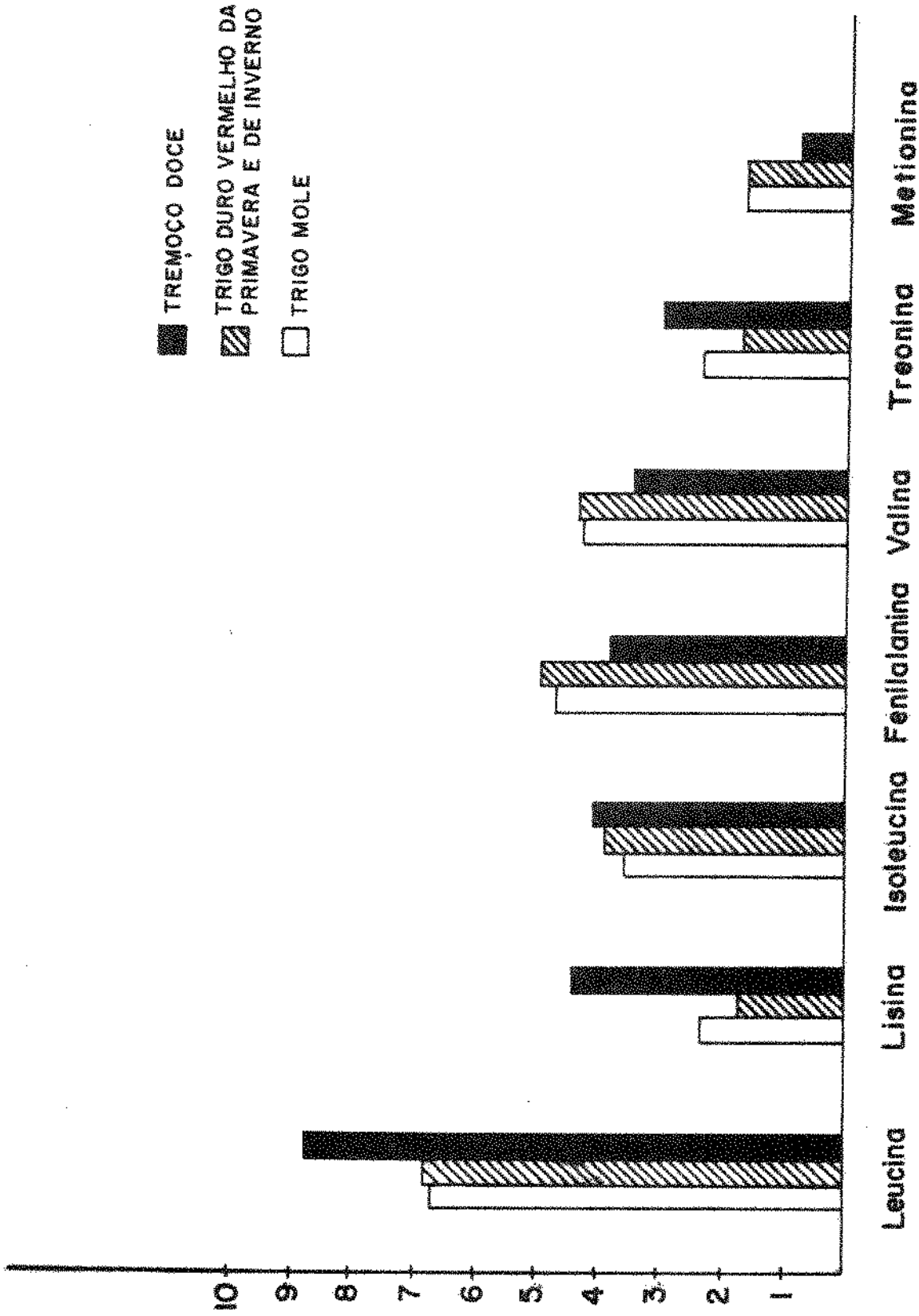


Figura 2. Conteúdo em amino ácidos da farinha de tremço doce comparado com trigo vermelho da primavera e de inverno e trigo mole.

CONTEUDO EM AMINO ACIDO (g/16g.N)

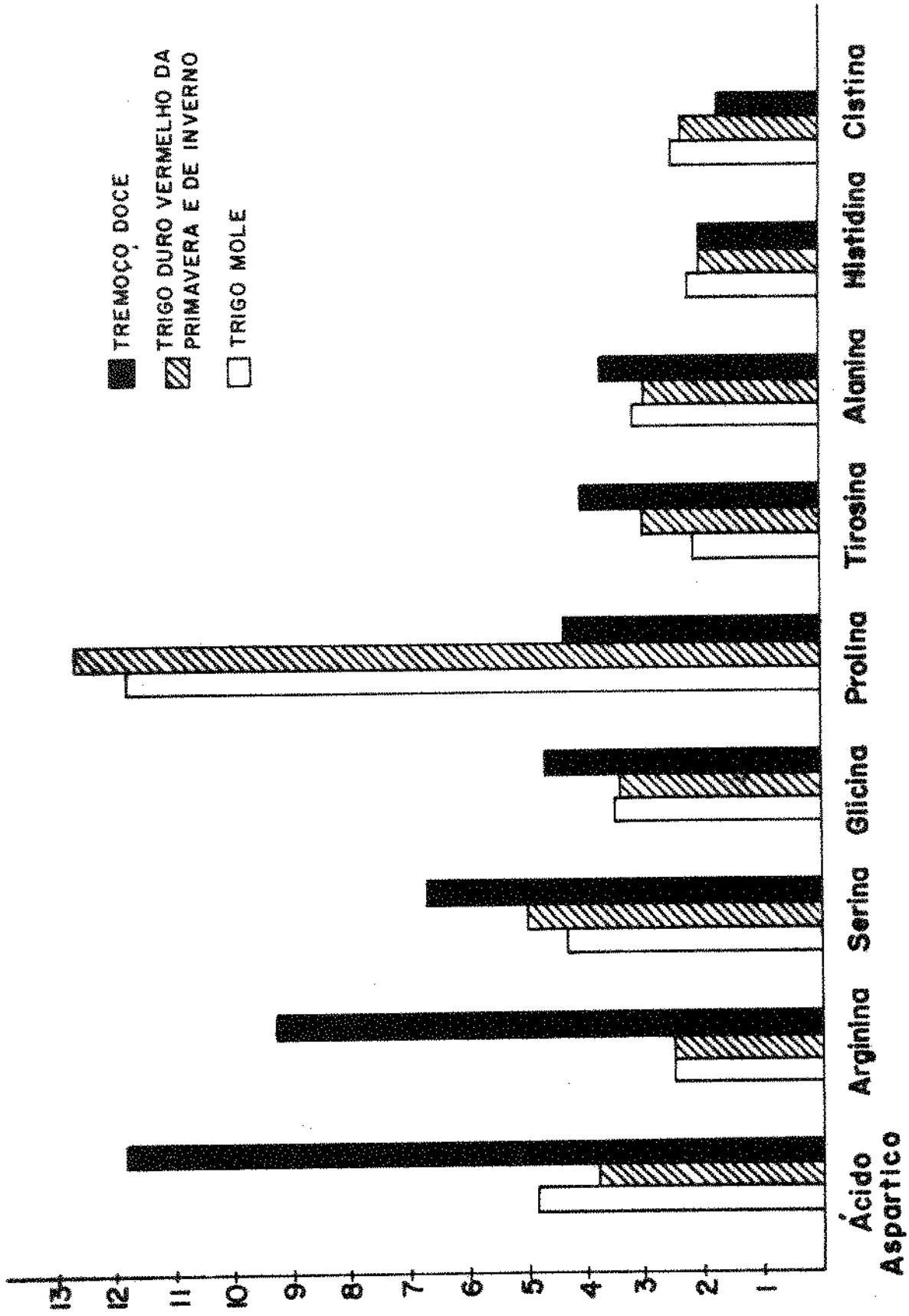


Figura 2a. Conteúdo em amino ácidos da farinha de tremçoç doce comparado com trigo vermelho da primavera e de inverno e trigo mole.

TABELA 4

Comparação entre o conteúdo de aminoácidos da farinha desengorurada de tremoço doce e farinhas de trigo duro vermelho da primavera e de inverno 72% de extração*

Aminoácidos	F.trigo duro vermelho primavera	F.trigo duro vermelho inverno	F.des.de Tremoço doce	% de variação
<u>Indispensáveis</u>				
	g/16g de Nitrogênio			
Lisina	1,9	1,9	4,42	+ 132
Treonina	2,7	2,6	3,81	+ 43
Valina	4,4	4,3	3,54	- 18
Metionina	1,9	1,5	0,75	- 55
Isoleucina	3,9	3,9	4,13	+ 5
Leucina	6,8	6,8	8,79	+ 29
Fenilalanina	4,7	5,2	3,80	- 23
<u>Dispensáveis</u>				
Histidina	2,0	2,1	1,90	- 7
Arginina	3,6	3,4	9,20	+ 162
A.Aspártico	3,8	3,9	11,81	+ 206
Serina	5,0	4,9	6,70	+ 35
A.Glutâmico	34,4	37,2	32,95	- 7
Prolina	12,7	12,5	4,32	- 65
Glicina	3,3	3,2	4,60	+ 41
Alanina	2,8	2,9	3,65	+ 28
Cistina	2,4	2,2	1,73	- 18
Tirosina	3,0	2,7	4,71	+ 65
Amônia	4,7	5,2	3,80	- 23

*) Segundo Tkachuk (53) e Koeller and Palter (28).

TABELA 5

Comparação entre o conteúdo de aminoácidos da farinha desen-
gordurada de tremoço doce e farinha de trigo mole 72% de
extração*

Aminoácidos	Farinha de trigo mole	Farinha desengor. de Tremoço doce	% de variação
<u>Indispensáveis</u>			
	g/16g N		
Lisina	2,40	4,42	+ 84
Treonina	2,60	3,81	+ 55
Valina	4,30	3,54	- 17
Metionina	1,70	0,75	- 55
Isoleucina	3,60	4,13	+ 14
Leucina	6,70	8,79	+ 31
Fenilalanina	4,60	3,80	- 17
<u>Dispensáveis</u>			
Histidina	2,20	1,90	- 13
Arginina	3,50	9,20	+ 162
A. Aspártico	4,80	11,81	+ 146
Serina	4,30	6,70	- 55
A. Glutâmico	34,20	32,95	- 3
Prolina	11,70	4,32	- 63
Glicina	3,40	4,60	+ 35
Alanina	3,10	3,65	+ 16
Cistina	2,40	1,73	- 27
Tirosina	2,10	4,71	+ 124
Amônia	3,90	1,95	- 50

* Segundo Tkachuk (53)

glúten, a estrutura do pão.

A viscosidade de uma farinha é determinada pelo amilógrafo Brabender. O amilógrafo mede o aumento da viscosidade de uma pasta de água-farinha ou uma solução tampão-farinha enquanto a temperatura aumenta uniformemente em 1,5°C por minuto (ciclo de aquecimento). A partir de uma temperatura específica (início de gelatinização) a viscosidade vai aumentando até chegar ao ponto de viscosidade máxima. É a chamada faixa de gelatinização. A viscosidade, após a faixa de gelatinização, começa a diminuir, podendo chegar a um ponto em que ela permanece constante.

No ciclo de resfriamento a temperatura começa a descer uniformemente 1,5°C por minuto e, a medida que a temperatura cai, a viscosidade vai aumentando devido principalmente ao efeito da associação das moléculas de amilose.

O ciclo de aquecimento do amilógrafo representa as condições da massa no forno, enquanto que o ciclo de resfriamento representa as condições do pão após a saída do forno influenciando na sua estrutura e envelhecimento.

A temperatura inicial e máxima de gelatinização são importantes na qualidade do pão, especialmente na presença da enzima alfa-amilase. Durante o tratamento térmico da massa no forno, a temperatura vai aumentando até chegar na temperatura de gelatinização do amido e nesse ponto, o amido fica susceptível à atuação da enzima. Se a temperatura inicial de gelatinização for menor que a temperatura de inativação da alfa-amilase, essa enzima terá oportunidade de converter o amido gelatinizado em dextrina. A presença de dextrina no pão tem um efeito deteriorativo na qualidade do mesmo (12).

1 - Características da viscosidade da farinha de tremçoço doce integral e desengordurada

As características da viscosidade da farinha de tremçoço doce, integral e desengordurada, foram medidas pelo amilógrafo Brabender e os amilogramas encontram-se na figura 3. A farinha integral apresentou dois ciclos de gelatinização. O 1º ciclo começou à temperatura de 76°C, alcançando a viscosidade máxima de 80 unidades amilográficas (U. A.) a uma temperatura de 82°C. O 2º ciclo começou à temperatura de 92,5°C, atingindo a viscosidade máxima de 100 U. A. a uma temperatura de 95°C. A viscosidade máxima no ciclo de resfriamento foi de 210 U. A. (tabela 6).

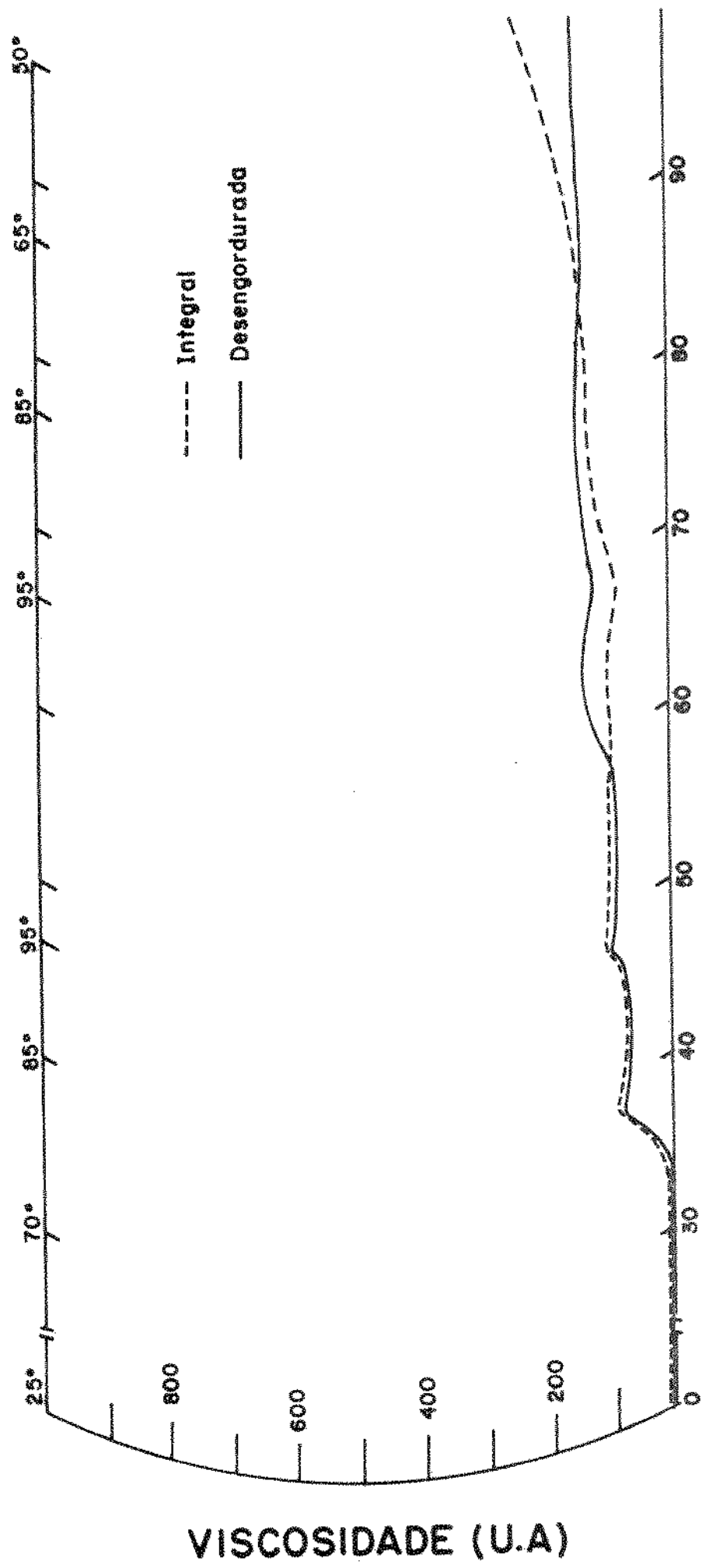
Por outro lado, a farinha desengordurada apresentou três ciclos de gelatinização. O 1º ciclo começou à temperatura de 76°C, e à temperatura de 82°C atinge a viscosidade máxima de 75 U. A. O 2º ciclo começou a 91°C e alcançou a viscosidade máxima de 95 U. A., e uma temperatura de 95°C. O 3º ciclo começou no ciclo constante (95°C), e nesta temperatura alcançou a viscosidade máxima de 145 U. A.

O aumento da viscosidade da farinha de tremçoço doce é atribuído a presença de amido (24) e devido ao fato de grânulos de amido serem polímeros da glicose com bastante grupos OH livres que podem formar ligações de hidrogênio. Com o aumento da temperatura da pasta, há o aumento da energia cinética das moléculas de água que, dissociando as ligações de hidrogênio nas áreas amorgas mais fracas dos grânulos, penetram no seu interior, aumentando o seu volume e a viscosidade da suspensão. Esse fenômeno é conhecido como gelatinização do amido.

No caso da farinha desengordurada as farinhas apresentaram em adição aos dois ciclos de gelatinização mais

TEMPERATURA (°C)

← CICLO DE AQUECIMENTO → | ← CONSTANTE → | ← CICLO DE RESFRIAMENTO →



TEMPO (min.)

Figura 3. Amilogramas de farinha integral e desengordurada de tremço doce.

Tabela 6

Características dos amilogramas da farinha de tremço doce integral e desengordurada.

	Integral		Desengordurada		
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	76,0	92,5	76,0	91,0	95,0
Viscosidade máxima (U.A.)	80	100	75	95	145
Temperatura da viscosidade máxima (°C)	82,0	95,0	82,0	95,0	95,0
Viscosidade máxima no ciclo de resfriamento à 50°C (U.A.)	-	210	-	-	150

um ciclo com nível energético mais alto. Isso poderia ser atribuído ao efeito do solvente (hexana p.e. 66-69°C) usado para a extração do óleo da farinha que teria a possibilidade de enfraqueceras ligações hidrogênicas intermicelares aumentando a viscosidade máxima da farinha desengordurada para 145 U.A.

No ciclo de resfriamento a viscosidade aumentou por causa da retrogradação das moléculas dos amidos. A farinha integral apresentou uma retrogradação mais pronunciada que a farinha desengordurada devido ao efeito do solvente (15).

2 - Efeito da farinha de tremçoço doce nas características da viscosidade da farinha de trigo

O efeito da farinha integral de tremçoço doce na viscosidade da farinha de trigo com 78% de extração está representado na tabela 7 e figura 4.

Sua adição à farinha de trigo, até ao nível de 20% de substituição, não teve efeito sobre a temperatura inicial de gelatinização e nem sobre a temperatura da viscosidade máxima. Isso deve-se ao fato de que a temperatura inicial de gelatinização da farinha de tremçoço doce é mais alta do que a da farinha de trigo. A viscosidade máxima não se alterou até o nível de 15% de substituição pelo fato da farinha de trigo pura possuir uma viscosidade máxima acima de 1000 U.A.

A viscosidade mínima à temperatura constante aumenta um pouco ao nível de 5% de substituição; aos níveis de 10 e 15% de substituição a viscosidade mínima à temperatura constante tem o mesmo valor que a da farinha de trigo pura, entretanto, ao nível de 20% começa a cair. No ciclo

Tabela 7

Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos amilogramas da farinha de trigo 78% de extração.

Características	% de farinha de tremço doce				
	0	5	10	15	20
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	61,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Viscosidade máxima (U.A.)	1000	1000	1000	1000	860
Temperatura da viscosidade máxima (°C)	91	91	91	91	91
Viscosidade mínima à temperatura constante (U.A.)	630	700	630	630	500
Viscosidade máxima no ciclo de resfriamento à 50°C (U.A.)	1000	1000	1000	1000	1000

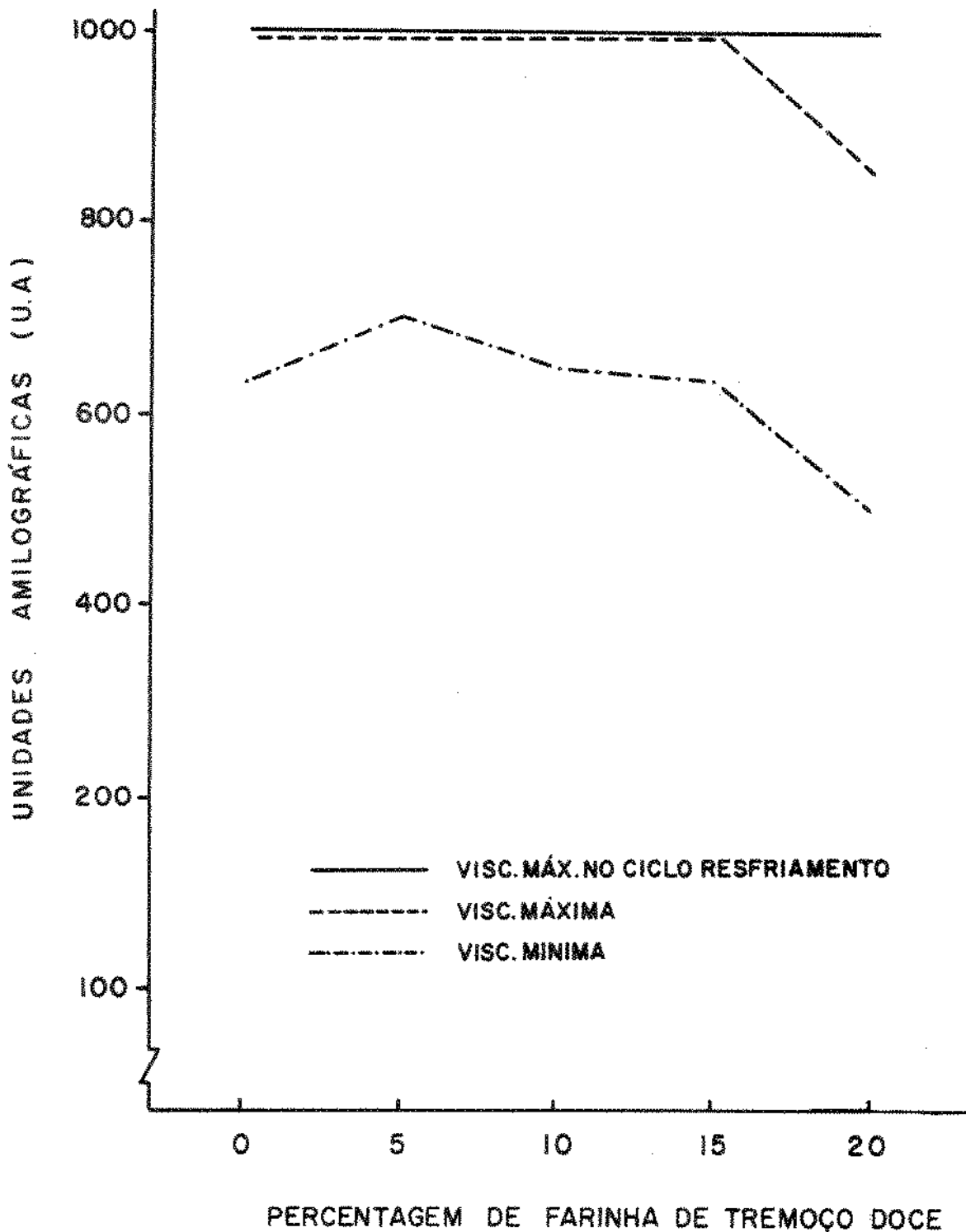


Figura 4. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce na viscosidade máxima no ciclo de resfriamento, viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 78% de extração.

de resfriamento, devido a alta viscosidade máxima da farinha de trigo, somente pequena diminuição foi notada ao nível de 20% de substituição.

O efeito da adição da farinha de tremoço doce desengordurada sobre a viscosidade da farinha de trigo de 78% de extração, acompanha a mesma tendência que a farinha integral e se encontra na tabela 8 e figura 5.

Os resultados obtidos na mistura com a farinha de trigo de 72% de extração, tabela 9 e figura 6, mostram que a viscosidade máxima diminuiu 22 unidades amilográficas para cada 1% da farinha de tremoço doce adicionada, até ao nível de 5%; entre o nível de 5-10%, baixou de 15 unidades amilográficas e entre o nível de 10-20% de mistura, 7 U.A.

De acordo com Pratt (39), o padrão de viscosidade usado para o controle da qualidade da farinha no método convencional de produção de pão é de 475-625 U.A. para o pão de forma e de 400-600 U.A. para o pão francês. A quantidade ótima de alfa-amilase presente na farinha de trigo daria um amilograma dentro daqueles padrões. Se a farinha de trigo tiver uma quantidade maior de alfa-amilase, a viscosidade vai diminuir, diminuindo também a qualidade do pão. Portanto, a diminuição da viscosidade da farinha de trigo em mistura com farinha de tremoço doce, não é unicamente função da quantidade de alfa-amilase presente na farinha de trigo, mas ainda da diluição e do tipo de farinha de tremoço doce.

Tabela 8

Efeito da farinha de tremço doce desengordurada nas características dos amilogramas da farinha de trigo 78% de extração.

Características	% de farinha de tremço doce desengordurada				
	0	5	10	15	20
Temperatura inicial de gelatinização (9C)	61,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Temperatura de viscosidade máxima (9C)	91	91	91	91	91
Viscosidade máxima (U.A.)	1000	1000	1000	1000	860
Viscosidade mínima à temperatura constante (U.Å.)	630	780	640	650	500
Viscosidade máxima no ciclo de resfriamento à 509C (U.A.)	1000	1000	1000	1000	940

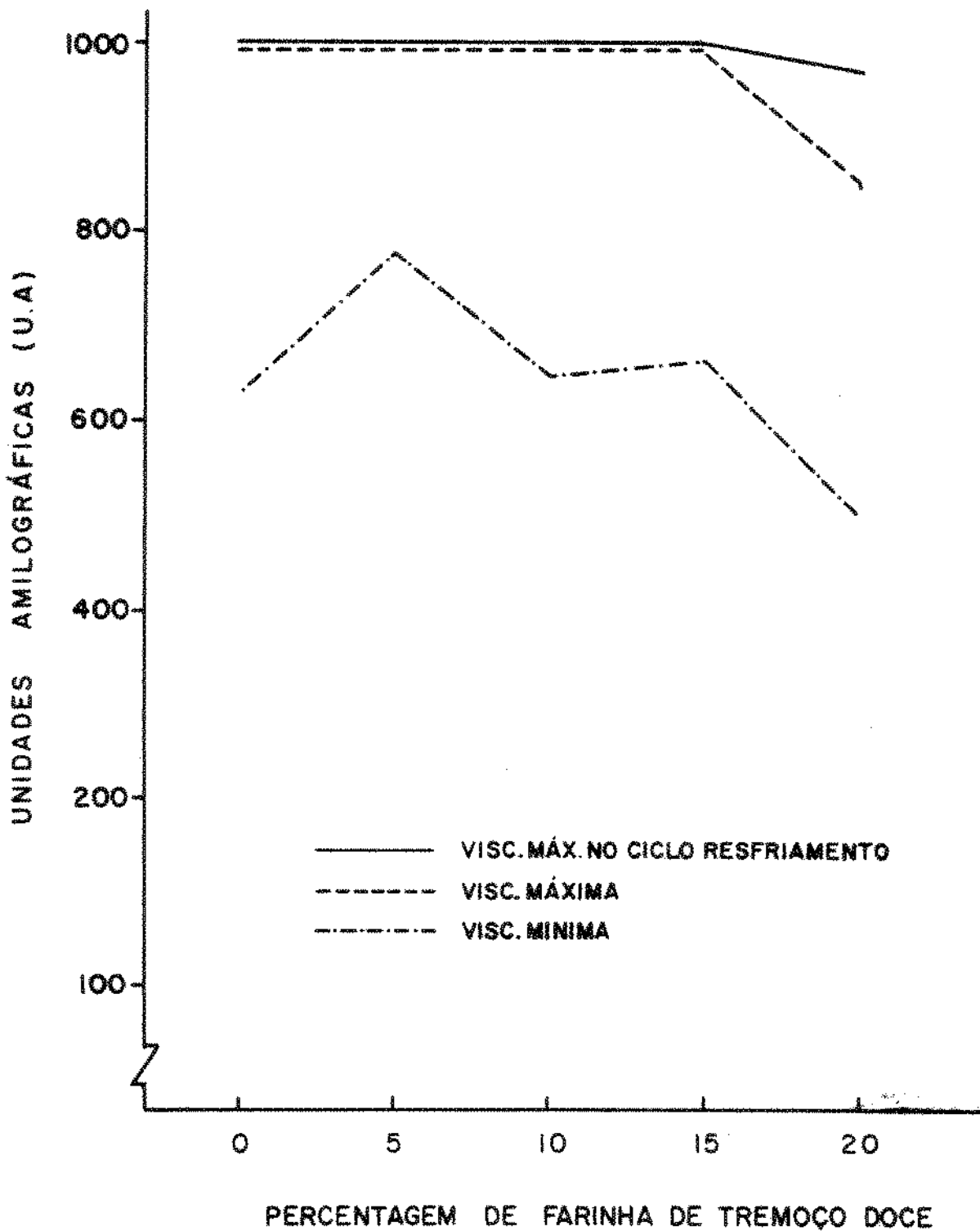
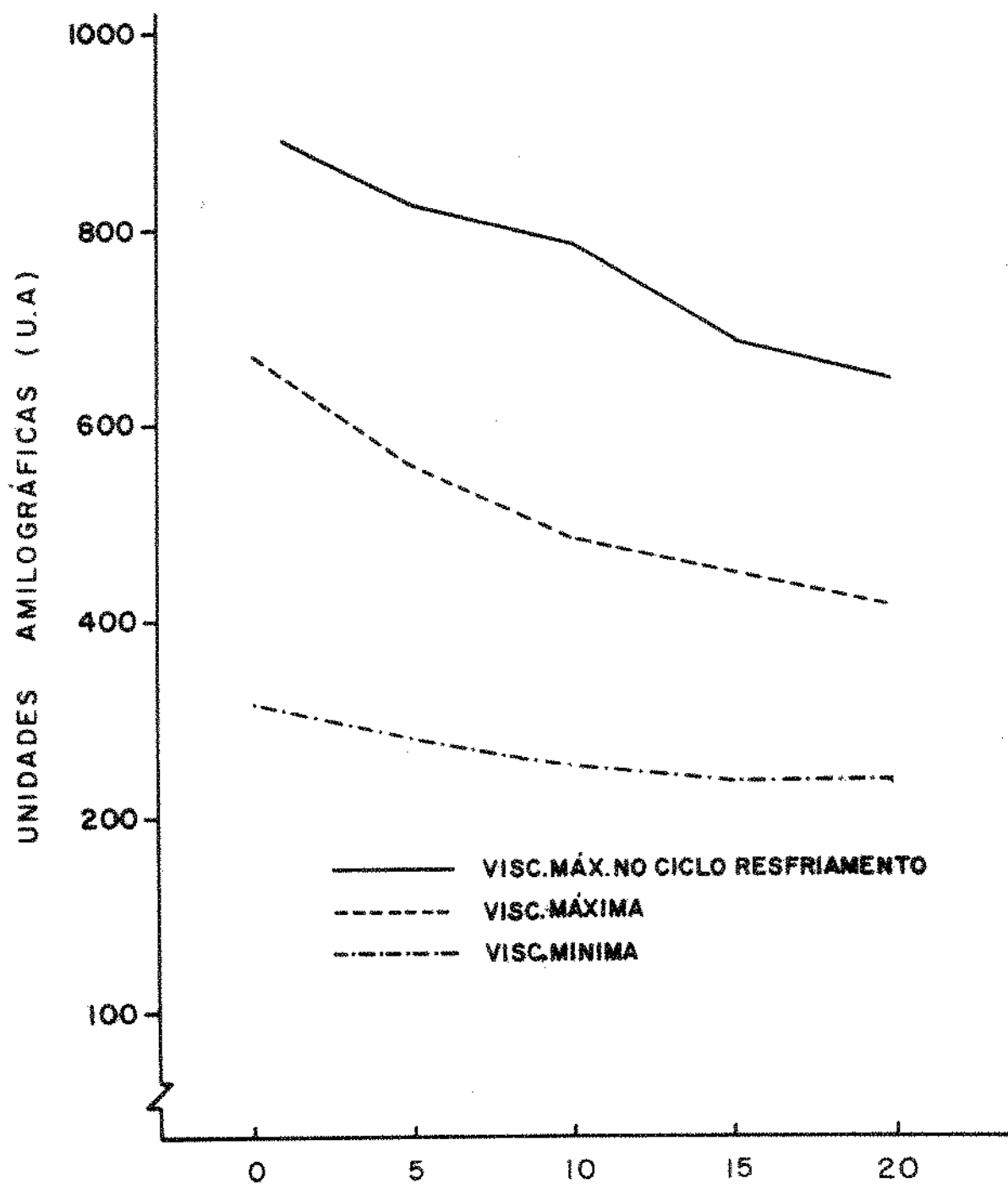


Figura 5. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremço doce, na viscosidade máxima no ciclo de resfriamento viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 78% de extração.

Tabela 9

Efeito da farinha integral de tremçoço doce nas características dos amilogramas da farinha de trigo 72% de extração.

Características	% de farinha de tremçoço doce				
	0	5	10	15	20
Temperatura inicial de gelatinização (°C)	61,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Temperatura da viscosidade máxima (°C)	91	91	91	91	91
Viscosidade máxima (U.A.)	680	570	495	460	425
Viscosidade mínima à temperatura constante (U.A.)	310	275	250	240	240
Viscosidade máxima no ciclo de resfriamento à 50°C (U.A.)	810	750	680	570	560



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 6. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce, na viscosidade máxima no ciclo de resfriamento, viscosidade máxima e viscosidade mínima da farinha de trigo de 72% de extração.

C - EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NA
ABSORÇÃO DE ÁGUA E PROPRIEDADE DE MISTURA DA
MASSA

1 - Absorção de água

A absorção de água da farinha é um fator importante na qualidade dos produtos de panificação. Geralmente uma alta absorção é desejável, pois resulta em um maior rendimento desses produtos. A absorção é definida como sendo a quantidade de água necessária para produzir uma massa de consistência máxima de 500 unidades farinográficas (U.F.). A consistência é importante pois ajuda a compreender o desenvolvimento mecânico da massa bem como as propriedades de retenção do gás pela massa. Para que a massa retenha o ar durante a mistura e qualquer outro gás liberado durante a fermentação e o cozimento, a absorção de água deve ser ajustada a um nível ótimo que é influenciado por vários fatores entre os quais o seu conteúdo em proteína e amido (39).

Segundo Sandstedt (45) a porção do glúten da farinha tem uma capacidade de embebição de água de 280% do conteúdo de glúten seco. Sandstedt (45) mostrou também que a capacidade de embebição de água do amido é constante e é cerca de 35% do peso do amido, em massas, na temperatura ambiente. Apesar da percentagem de embebição do amido ser bem menor que a do glúten, a quantidade de amido presente na farinha é muito superior à do glúten. O amido danificado na moagem absorverá ainda maiores quantidades do que os 35% do seu peso. Outros constituintes tais como dextrinas, pentosanas e celulosas tem uma pequena influência na absorção, pois estão presentes somente em pequenas quantidades na farinha.

De acordo com El-Dash (11), os ingredientes usados normalmente na massa para a produção de pão (cloreto de sódio, sacarose, gordura, fermento, etc.) também tem um efeito na absorção de água, portanto, é necessário que a absorção de água de uma farinha seja determinada em um sistema que considere todos os ingredientes da massa. Neste trabalho a absorção de água da farinha foi determinada em dois sistemas: o Sistema Farinha-Água e o Sistema Farinha-Água-Ingredientes.

a) Sistema Farinha-Água (S.F.A.)

Substituindo-se a farinha de trigo de 78% de extração com quantidades crescentes da farinha integral de tremoço doce, houve um aumento constante na absorção de água, como mostram a tabela 10 e figura 7.

A absorção de água específica obtida de 0,551 ml/g para a farinha de trigo pura, e 1,072 ml/g, 1,091ml/g, 1,024 ml/g e 0,981 ml/g, para a farinha integral de tremoço doce aos níveis de 5,10,15 e 20% de substituição, respectivamente, com uma média total de 1,042 ml/g para a farinha integral de tremoço doce.

Misturando essa mesma farinha de trigo de 78% de extração à farinha desengordurada de tremoço doce, a absorção de água específica obteve maiores valores que a integral, ou seja, 1,332 ml/g; 1,371 ml/g; 1,384 ml/g e 1,201 ml/g para os níveis de 5,10,15 e 20% de substituição e uma média total de 1,057 ml/g para a farinha desengordurada de tremoço doce pura. Esses resultados mostram que com a extração da gordura do tremoço aumentou-se a absorção de água, devido ao aumento na quantidade de proteína e carboidratos na farinha. Além disso a presença de gordura na farinha forma um filme nas superfícies externas das partículas do

Tabela 10

Efeito da farinha integral e desengordurada de tremço doce na absorção de água da farinha de trigo de 78 e 72% de extração no sistema farinha-água como indicado pelo farinógrafo.

	% de tremço doce				
	0	5	10	15	20
Farinha de trigo 78% de extração mais fa rinha integral de tremço doce	55,1	57,7	60,5	62,2	63,7
Farinha de trigo 78% de extração mais fa rinha desengordurada de tremço doce	55,1	59,0	63,3	67,6	68,1
Farinha de trigo 72% de extração mais fa rinha integral de tremço doce	56,2	59,1	62,3	64,6	65,5

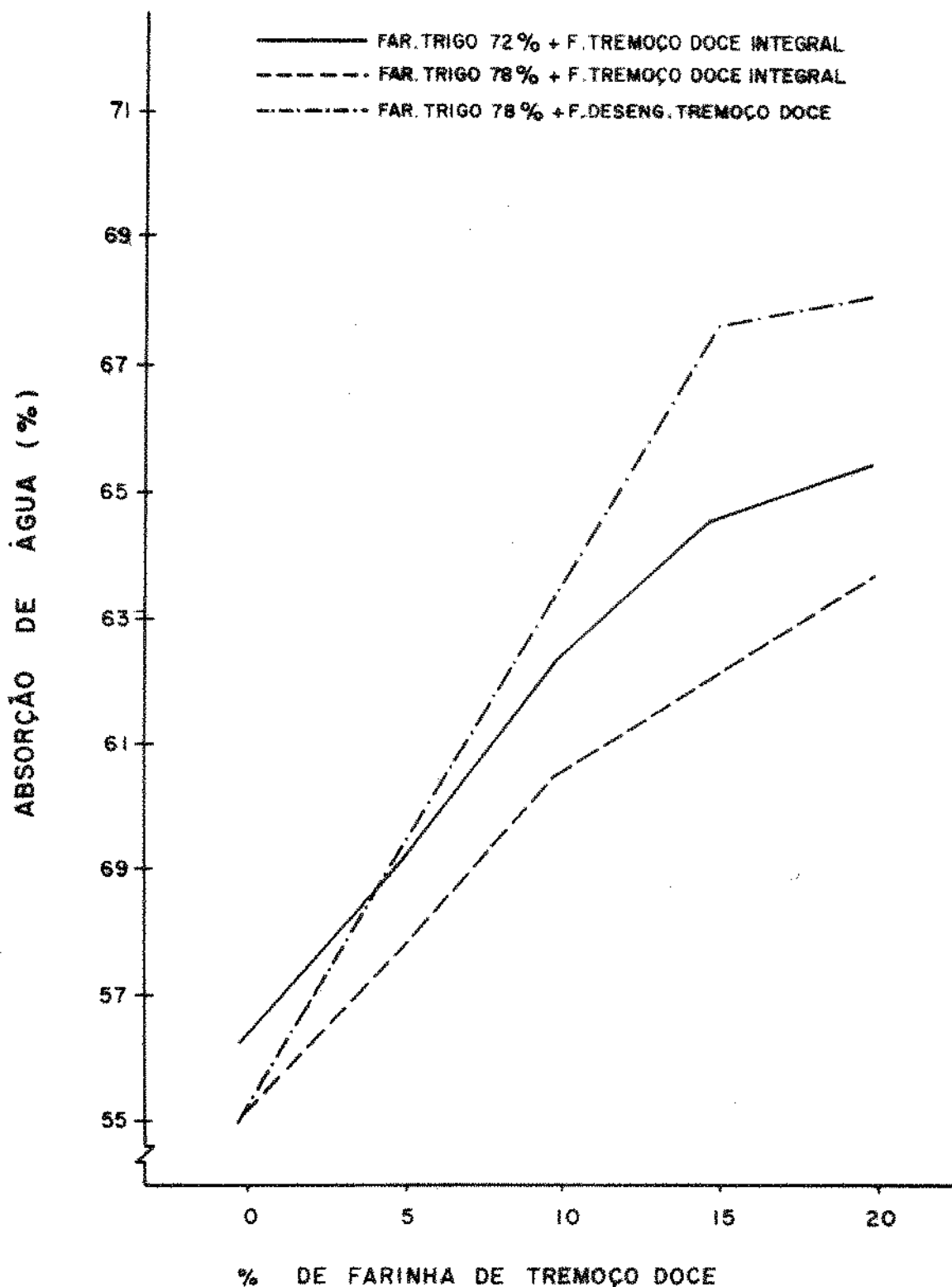


Figura 7. Efeito da adição de farinha de tremoço doce integral e desengordurado na absorção de água como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

amido e da proteína, resultando numa menor absorção de água (40).

Para as misturas de farinha integral de tremoço doce com farinha de trigo de 72% de extração, a absorção de água específica foi de 0,562 ml/g para a farinha de trigo pura, 1,142 ml/g para a farinha integral de tremoço doce, quando usada ao nível de 5% de substituição e 1,172 ml/g, 1,122 ml/g e 1,027 ml/g, aos níveis de 10,15 e 20% respectivamente, com uma média total de 1,115 ml/g para a farinha integral de tremoço doce pura. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por diversos pesquisadores que substituíram a farinha de trigo por quantidades crescentes de farinha de soja (6,13,34,36,54,55) feijão fava (35,37,38), amendoim, girassol e gergelim (32,44).

b) Sistema Farinha-Água-Ingredientes
(S.F.A.I.)

Os valores da absorção de água obtidos na presença de ingredientes estão presentes na tabela 11. A presença da farinha integral de tremoço doce na farinha de trigo de 78% de extração exige a adição de mais água, para manter a massa na consistência de 500 U.F., e estão representados na figura 8.

Os valores da água específica (0,525 ml/g) obtidos neste sistema para a farinha de trigo de 78% de extração 0,625 ml/g, 0,845 ml/g, 0,851 ml/g e 0,850 ml/g para os níveis de 5,10,15 e 20% de farinha integral de tremoço doce e 0,793 ml/g para a média. Esses resultados foram menores do que aqueles obtidos no sistema farinha-água (0,553 ml/g para a farinha de trigo de 78% de extração e a média de 1,132 ml/g para a farinha integral de tremoço doce).

Para a farinha de trigo de 72% de extração os

Tabela 11

Efeito da farinha integral de tremoço doce na absorção da água da farinha de trigo de 78 e 72% de extração no Sistema Farinha-Água - Ingredientes como indicado pelo farinógrafo.

	% de farinha integral de tremoço doce				
	0	5	10	15	20
Farinha de trigo 78% de extração mais farinha integral de tremoço doce	52,5	53,0	55,7	57,4	59,0
Farinha de trigo 72% de extração mais farinha integral de tremoço doce	51,0	52,5	54,5	57,0	58,1

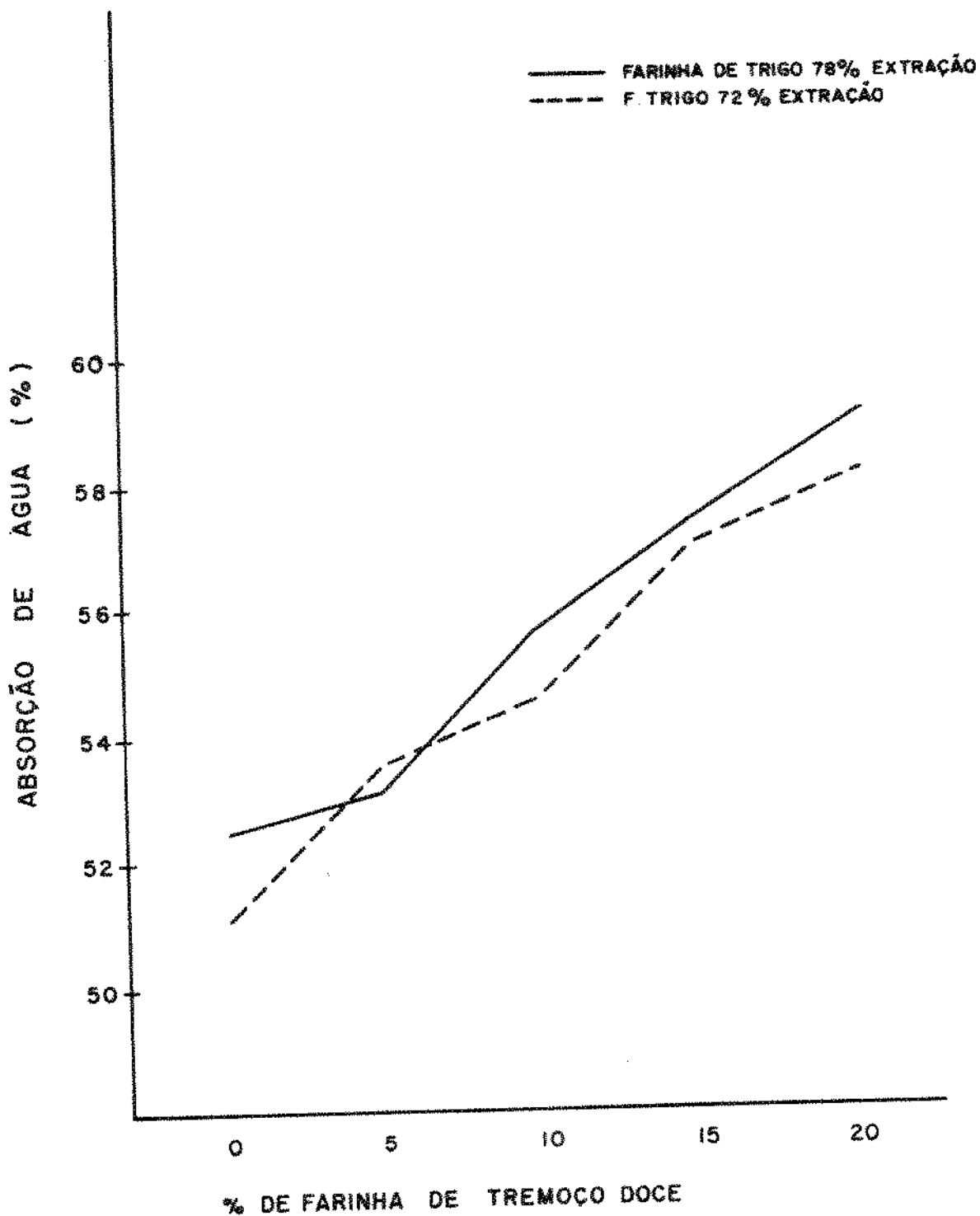


Figura 8. Efeito da adição da farinha integral de tremoço doce na absorção de água como indicado pelo farinógrafo no sistema Farinha - Água - Ingredientes.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

resultados tiveram a mesma tendência que para a farinha de trigo de 78% de extração (figura 8). Os valores da água específica obtidos, (0,510 ml/g para a farinha de trigo de 72% de extração e 0,81 ml/g, 0,86 ml/g, 0,91 ml/g e 0,86ml/g para os níveis de 5,10,15 e 20% de farinha integral de tremoço doce com a média de 0,860 ml/g) no Sistema Farinha-Água-Ingredientes foram menores do que aqueles obtidos no Sistema Farinha-Água (0,56 ml/g para a farinha de trigo de 72% de extração e 1,19 ml/g para a farinha integral de tremoço doce).

Essa redução é atribuída aos efeitos dos ingredientes, normalmente usados na massa do pão.

2 - Propriedades de mistura da massa

Dentre os trabalhos mecânicos aplicados à massa o da mistura é o mais importante pois dela depende o desenvolvimento ótimo da massa. Uma massa com o tempo de mistura abaixo ou acima do tempo de desenvolvimento ótimo produzirá um pão de baixa qualidade. Os processos de mistura são responsáveis pelo desenvolvimento da rede de glúten da massa, e os seus efeitos sobre as propriedades da massa são fundamentais para a qualidade do produto final (20). Os ingredientes também tem efeito sobre a qualidade do produto (11).

a) Sistema Farinha-Água (S.F.A.)

Além da determinação da absorção de água, o farinograma também é usado para caracterizar as propriedades de mistura da farinha. Vários índices tem sido definidos pela A.A.C.C. (1), e o índice de 500 U.F. é geralmente o ponto de referência para a consistência máxima. O tempo de desenvolvimento da massa ou o tempo em minutos que a leva para atingir o ponto máximo da curva é correlacionado

com o tempo ótimo de mistura. Em alguns casos o tempo de desenvolvimento da massa dá uma melhor indicação do ponto ótimo de energia para o desenvolvimento mecânico (51).

O tempo em minutos que a linha superior do gráfico permanece na linha das 500 U.F., é chamado de estabilidade da massa. Existe uma correlação entre a qualidade da proteína da farinha e a estabilidade da massa. Normalmente uma estabilidade maior indica uma melhor qualidade da farinha.

O índice de tolerância da massa, é a diferença em U.F. entre a linha superior do gráfico ao alcançar o ponto de desenvolvimento máximo e da linha superior após cinco minutos. Um maior valor neste índice indica que com a continuação da mistura a qualidade da massa cairá. A avaliação valorimétrica é baseada no tempo de desenvolvimento da massa, indicando a qualidade da farinha através de Unidades Brabender. Nas farinhas de trigo puras, um valor mais alto indica uma melhor qualidade. Além destes, foram definidos recentemente por Bloksma (4) outros valores obtidos nos farinogramas:

Tempo de chegada: é o tempo em minutos gasto para que a linha superior da curva atinja a linha de 500 U.F. Isso representa o tempo que a farinha gasta para absorver a quantidade de água adicionada, começando a se estabelecer uma rede de proteína na massa. O tempo de chegada depende principalmente da quantidade e qualidade da proteína e da granulidade da farinha.

Tempo de saída: é o tempo em minutos obtido de início do teste até a saída da linha superior da curva de linha de 500 U.F. Após esse tempo, se a operação de mistura da massa continua, começará a haver um enfraquecimento

de glúten e conseqüentemente uma diminuição na qualidade do pão.

Queda após 20 minutos: é o número U.F. obtido 20 minutos após o início da mistura, tomando-se por base a distância do meio da curva até a linha de 500 U.F. É uma indicação que serve para avaliar massas cujas misturas foram feitas acima do tempo necessário. Um valor muito alto para esse índice indica uma quebra na rede de glúten, dando um pão de baixa qualidade.

Os farinogramas obtidos com a adição da farinha integral de tremoço doce da farinha de trigo de 78% de extração estão representados na figura 9. Os resultados desses farinogramas estão na tabela 12. A medida que aumentamos a quantidade de farinha integral de tremoço doce, o tempo de chegada e o tempo de desenvolvimento aumentaram (figura 10). Isso indica que com a presença da farinha integral de tremoço doce a velocidade de embebição de água da mistura é diminuída. Para se obter a consistência ótima da massa é preciso que ela seja misturada por mais tempo que a farinha de trigo pura.

A estabilidade da massa é diminuída com a presença de tremoço doce, especialmente após o nível de 10%, indicando um efeito enfraquecedor da massa na tolerância à mistura. A queda após 20 minutos é diminuída com a mistura da farinha de tremoço doce até o nível de 10%, permanecendo constante após esse nível (figura 11). Normalmente uma diminuição na queda após 20 minutos de mistura indica uma melhora na qualidade da massa (4). O índice de tolerância diminuiu ao nível de 5% de mistura e permaneceu constante até 15%, indicando o melhoramento das propriedades mecânicas da massa até esse nível. Entretanto, acima de 15%, o índice de tolerância aumentou significativamente demonstrando quebra

FARINHA DE TRIGO 78% EXTRAÇÃO

FARINHA DE TREMOÇO DOCE

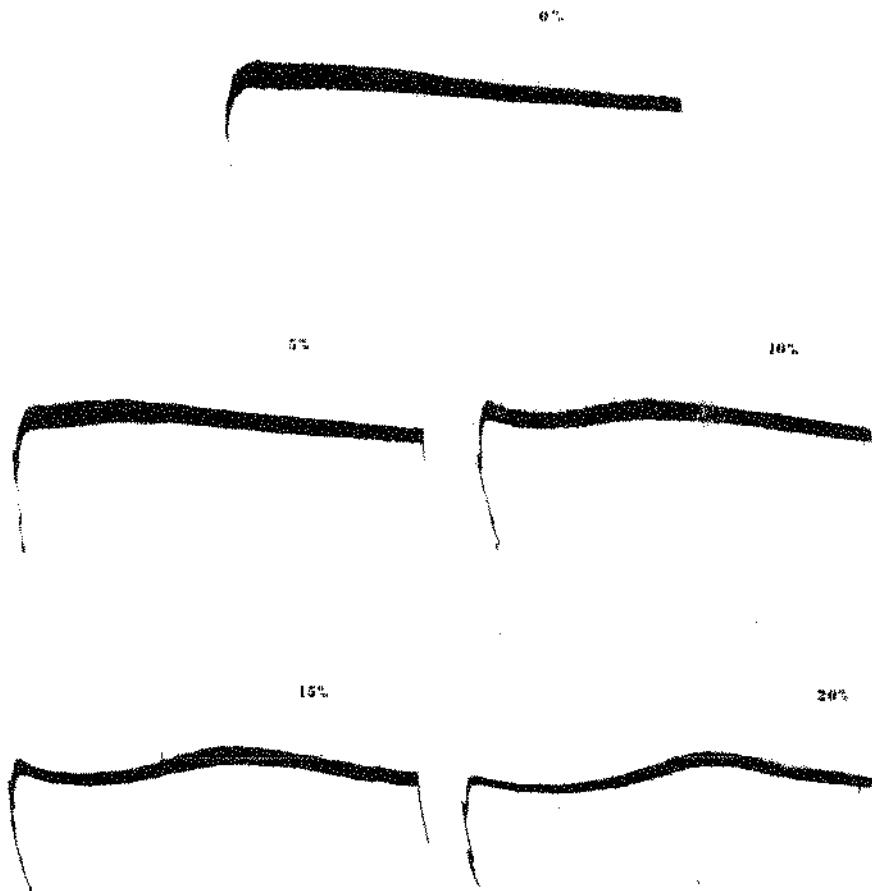


Figura 9. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 78% de extração e substituições crescentes de farinha integral de tremço doce no Sistema Farinha-Água.

Tabela 12

Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos farinogramas da farinha de trigo 78% de extração no Sistema Farinha-Água

	% de farinha integral de tremço doce				
	0	5	10	15	20
Tempo de chegada (min.)	1,0	2,0	7,0	11,8	14,0
Tempo de Desenvolvimento (min.)	2,5	7,5	11,0	13,5	16,0
Estabilidade (min.)	14,0	12,0	11,0	6,2	5,0
Tempo de saída (min.)	15,0	14,0	19,0	19,0	19,0
Queda após 20 min. (U.F.)	60	50	30	30	30
Índice de Tolerância (U.F.)	30	20	20	20	40
Leitura do valorimétrico (U.B.)	57	68	80	85	89

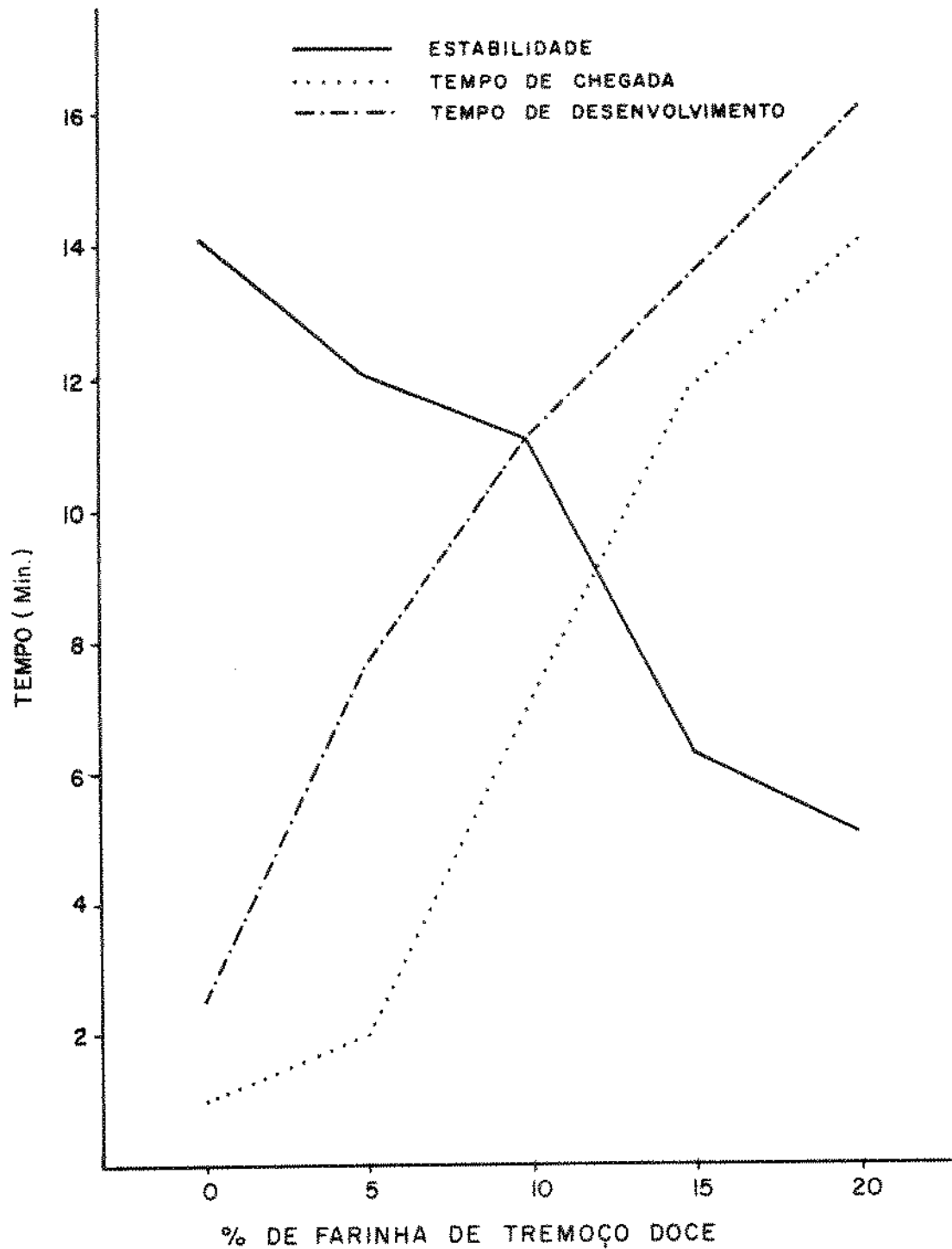


Figura 10. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração, no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

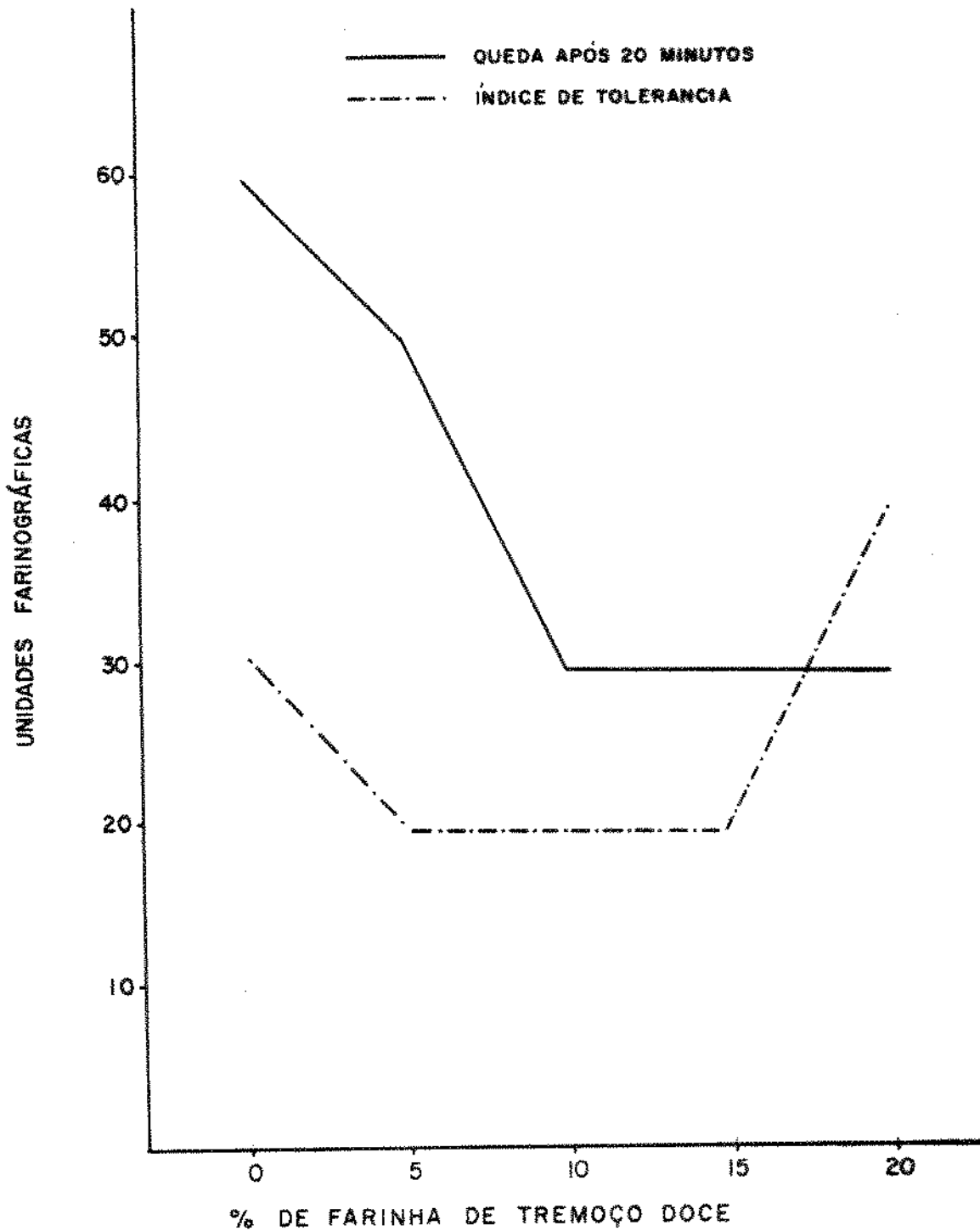


Figura 11. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78t de extração, na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

na rede do glúten. Estes resultados indicam que com a adição da farinha de tremçoço doce a tolerância da massa à mistura mecânica tornou-se o ponto crítico, devido a diminuição da estabilidade.

A leitura do valorímetro (figura 12), com a mistura da farinha de tremçoço doce aumentou, indicando uma melhoria na qualidade da massa, especialmente após 15% de mistura. Como ele depende principalmente do tempo de desenvolvimento, e este é consequência do tempo de chegada, a estabilidade da massa não tem influência na leitura do valorímetro. Por isso, este valor não pode medir sozinho a qualidade de uma farinha compostá, precisando outros índices para completá-lo.

Os farinogramas obtidos com a mistura da farinha desengordurada de tremçoço doce, na mesma farinha de trigo de 78% de extração, estão na figura 13, e os seus efeitos nas propriedades de mistura da massa estão na tabela 13. O efeito da farinha desengordurada de tremçoço doce no tempo de chegada e tempo de desenvolvimento (figura 14) tiveram a mesma tendência que a farinha integral. A estabilidade da massa diminuiu rapidamente até o nível de 10% e depois uma ligeira diminuição ocorreu até o nível de 20%.

A queda após 20 minutos e o índice de tolerância (figura 15), aumentaram levemente até 5% e após esse nível houve um aumento mais brusco. Esses resultados indicam que a qualidade da massa diminuiu consideravelmente a partir da substituição da farinha de trigo por 5% de tremçoço doce.

A leitura do valorímetro (figura 16) aumentou até o nível de 5%, indicando um melhoramento na qualidade da massa, caindo ao nível de 10% de mistura, aumentando ou

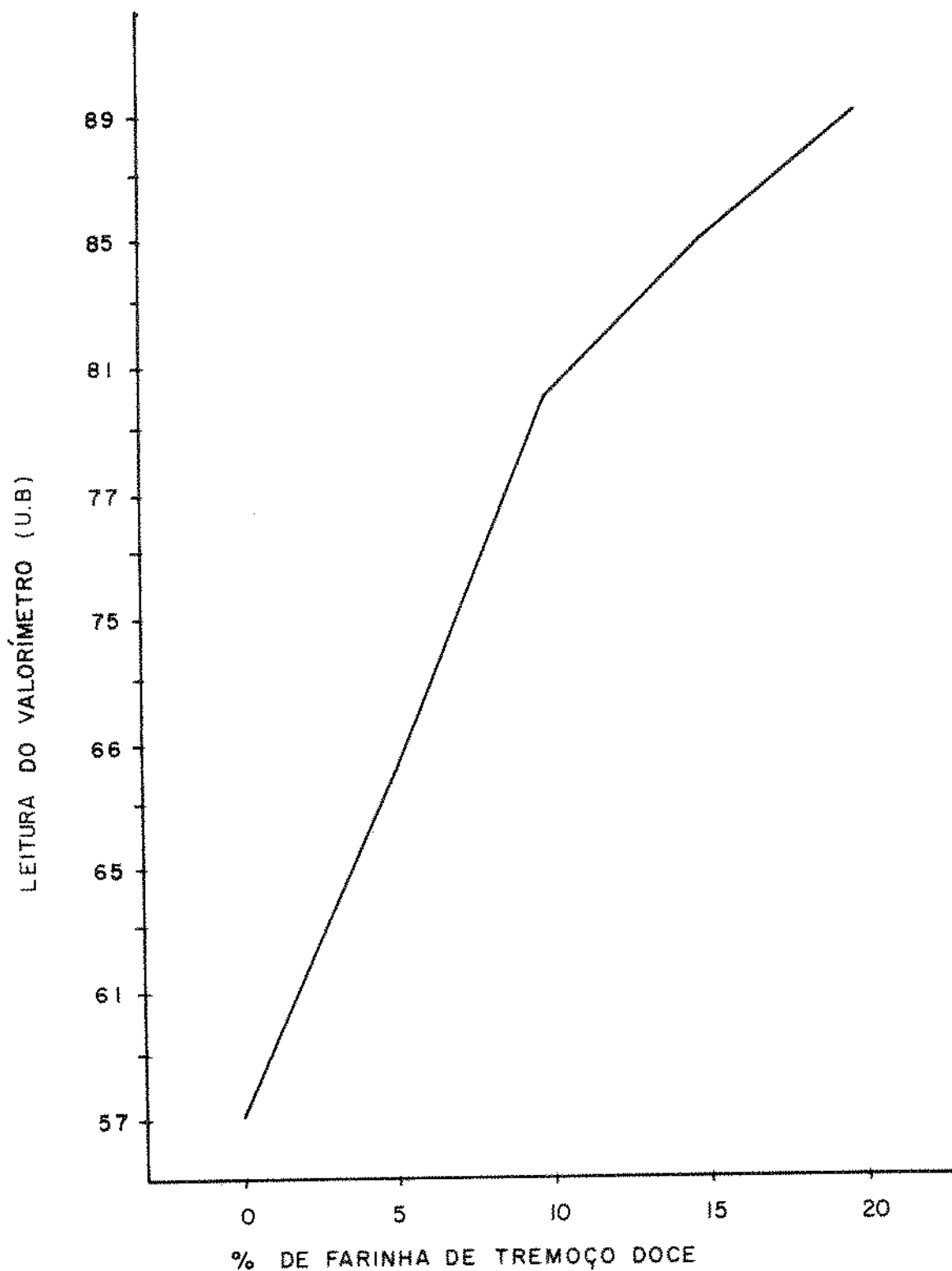


Figura 12. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração na leitura do valorímetro, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

FARINHA DE TRIGO 78% EXTRAÇÃO
FARINHA DESENGORDURADA DE TREMOÇO DOCE

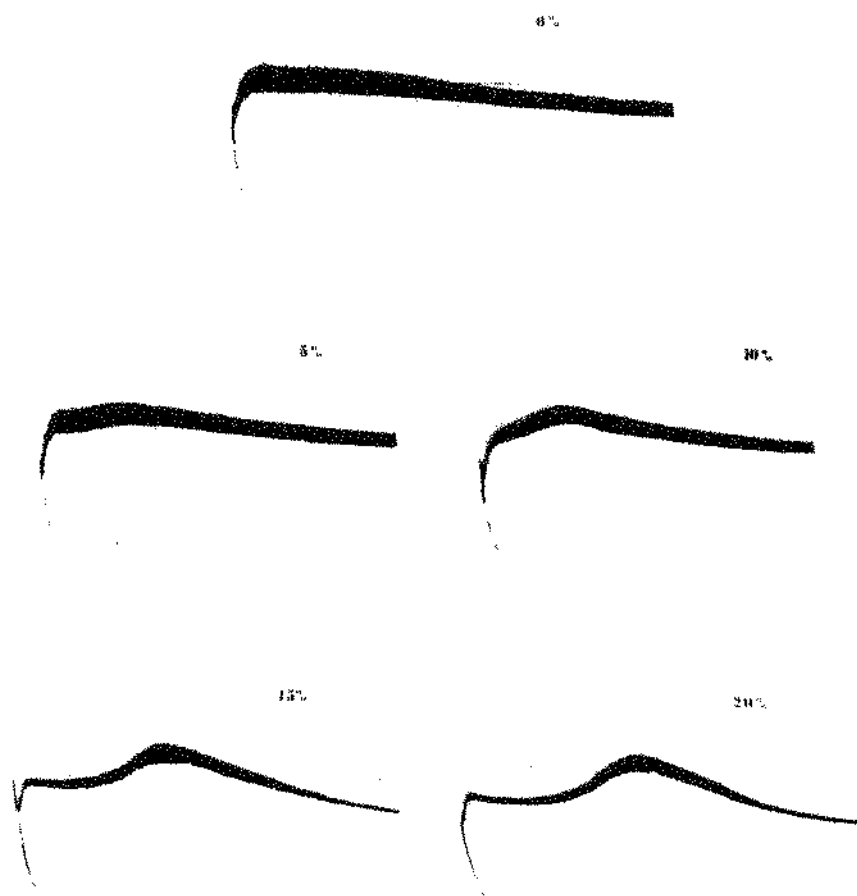


Figura 13. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 78% de extração e substituições crescentes de farinha desengordurada de tremoço doce no Sistema Farinha-Água.

Tabela 13

Efeito da farinha de tremço doce desengordurada nas características dos farinogramas da farinha de trigo 78% de extração no Sistema Farinha-Água

	% de farinha desengordurada de tremço doce				
	0	5	10	15	20
Tempo de chegada (min.)	1,0	1,7	4,0	8,5	10,0
Tempo de desenvolvimento (min.)	2,5	5,0	5,5	9,5	12,0
Estabilidade (min.)	14,0	10,3	5,0	4,5	4,0
Tempo de saída (min.)	15,0	12,0	9,0	13,0	14,0
Queda após 20 min. (U.F.)	60	70	100	130	150
Índice de Tolerância (U.F.)	30	40	60	100	100
Leitura do valorimétrico (U.B.)	57	66	60	73	79

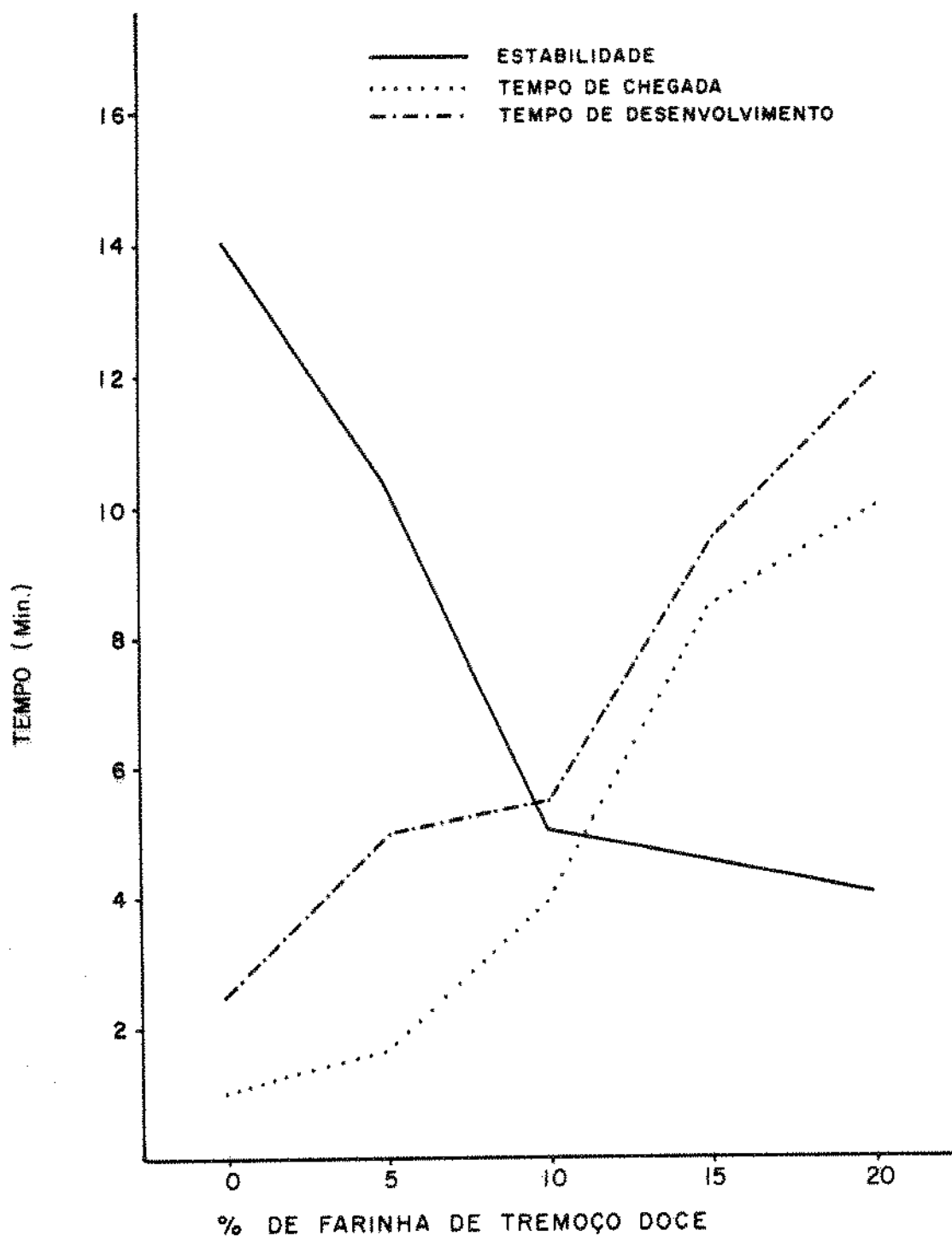


Figura 14. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

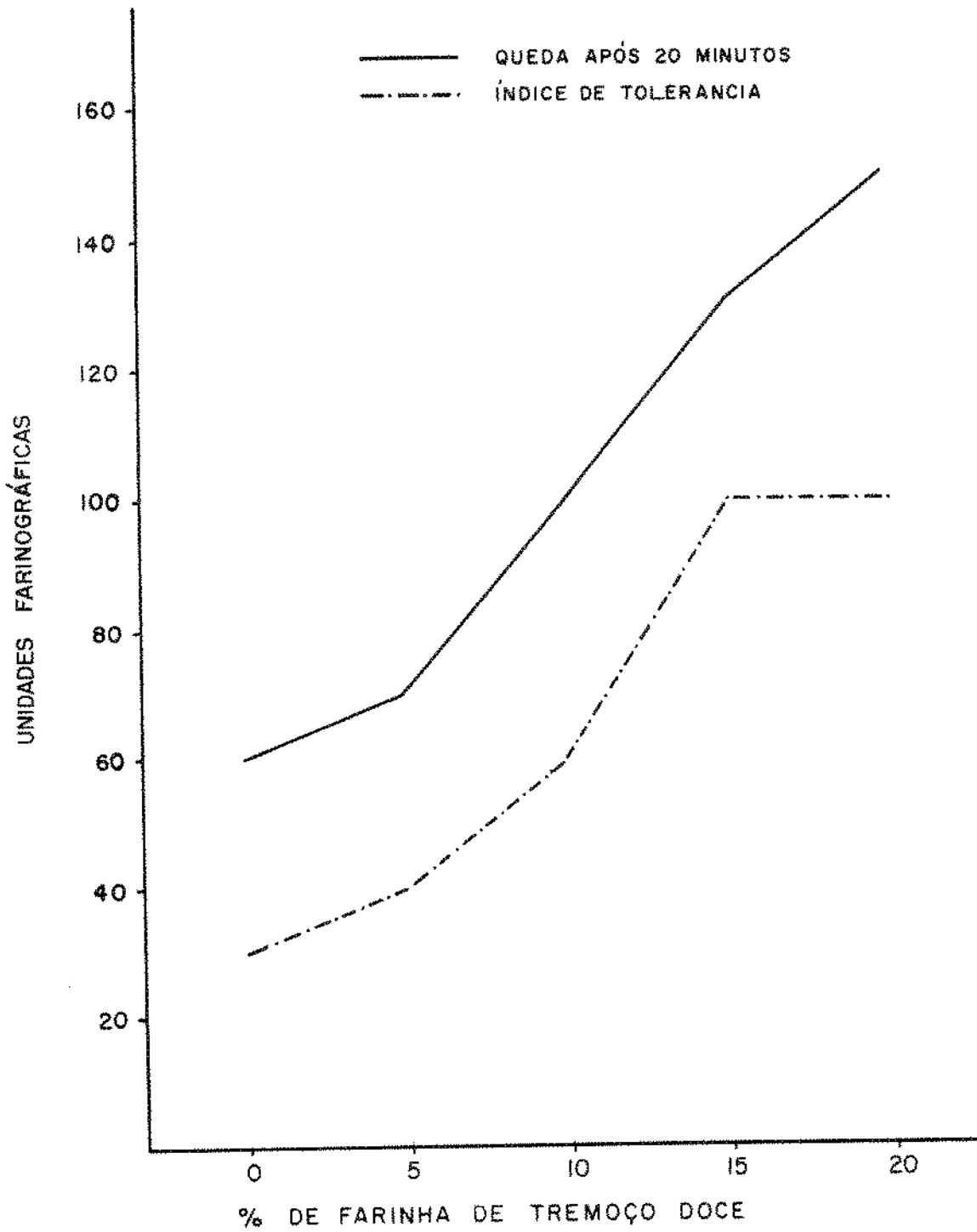


Figura 15. Efeito da adição de farinha desengordurada de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

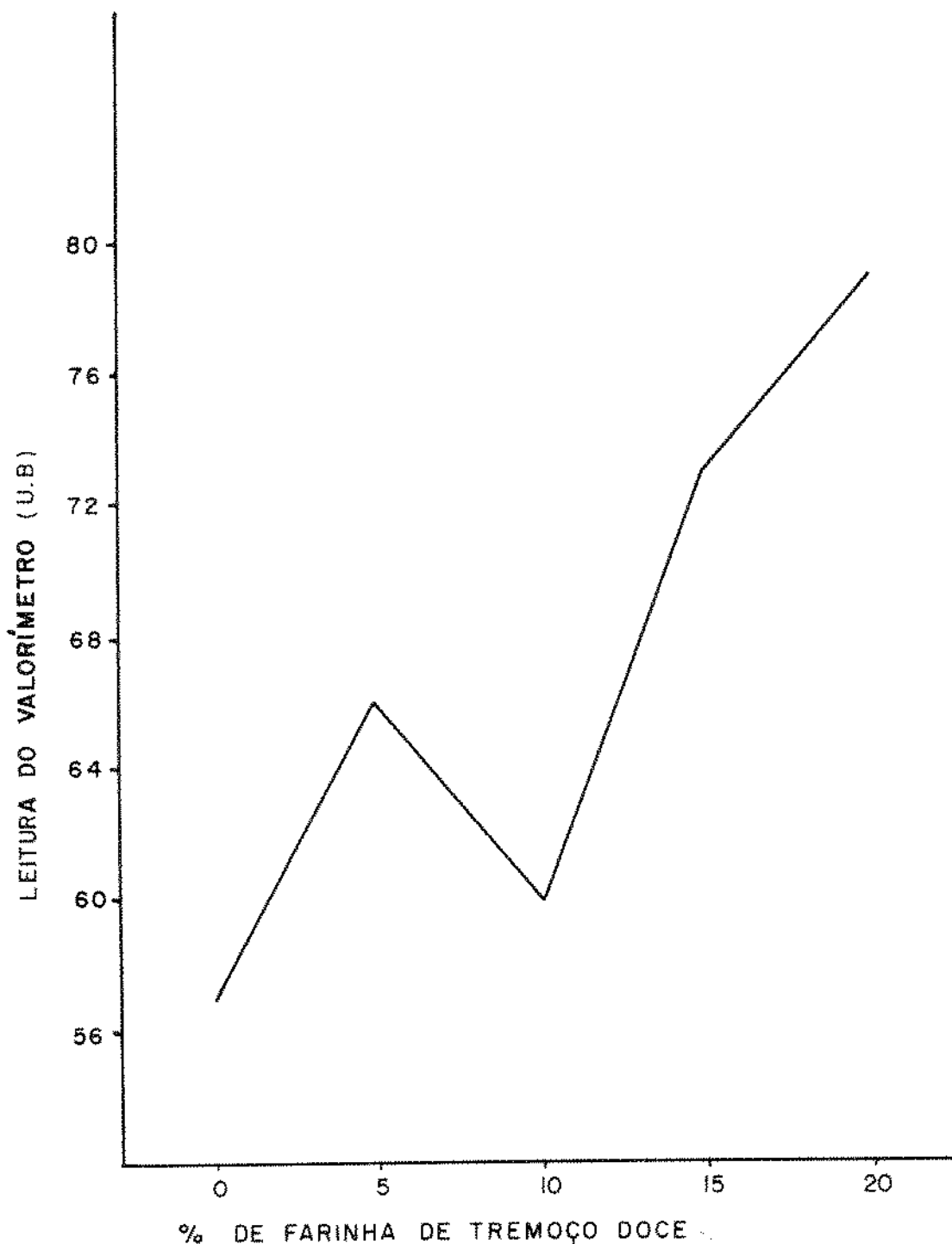


Figura 16. Efeito da adição da farinha desengordurada de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração na leitura do valorímetro como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha Água.

tra vez a partir desse nível, pelo aumento no tempo de desenvolvimento e não pela melhoria da qualidade.

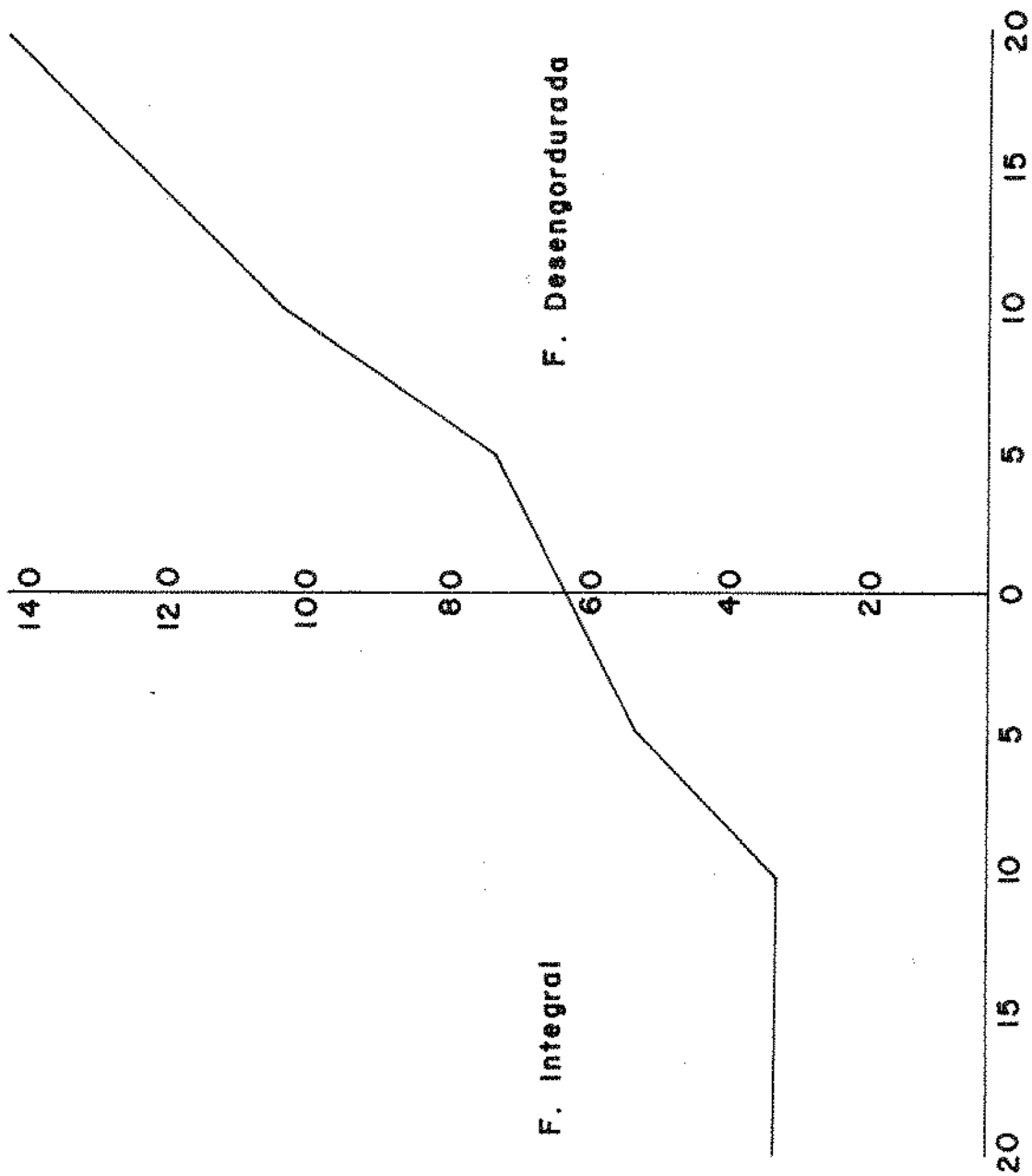
Pelos resultados obtidos, a substituição com a farinha integral de tremoço doce deu melhores resultados na qualidade da massa do que a farinha desengordurada de tremoço doce. Isso é atribuído à presença de lipídios na farinha integral, os quais tem um efeito melhorador, diminuindo a queda da massa que é determinada após 20 minutos de mistura (figura 17).

Por esse motivo não foram feitos farinogramas da farinha de trigo de 72% de extração em misturas com farinha desengordurada de tremoço doce.

Os farinogramas das misturas de farinha de trigo de 72% de extração, com quantidades crescentes de farinha integral de tremoço doce estão na figura 18, Os resultados dos seus efeitos nas propriedades de mistura da massa se encontram na tabela 14. A mesma tendência observada para a farinha de trigo de 78% de extração foi aqui notada, mas em menor proporção para o tempo de chegada e tempo de desenvolvimento, enquanto que a estabilidade diminuiu ainda mais (figura 19).

A queda após 20 minutos (figura 20) aumentou consideravelmente até 15% de substituição, permanecendo constante após esse nível, indicando uma diminuição na qualidade da massa, quando se adicionou mais de 5% de tremoço doce integral. O índice de tolerância (figura 20) diminuiu ao nível de 5%, aumentando bruscamente até 15% e permanecendo constante após esse nível.

Esses resultados mostram que com a adição de mais de 10% de tremoço doce integral há uma diminuição na



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 17. Influência da gordura de tremoço doce na queda após vinte minutos como indicado pelo farinógrafo.

FARINHA DE TRIGO 72% EXTRAÇÃO

FARINHA DE TREMOÇO DOCE

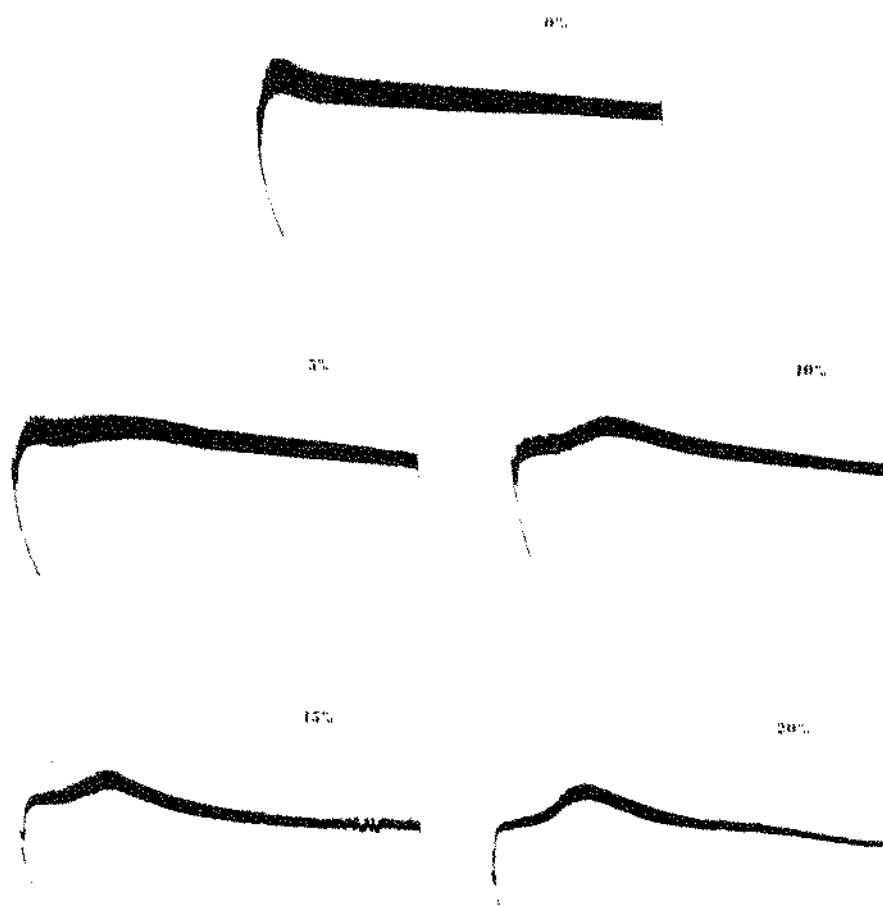


Figura 18. Farinogramas obtidos para a farinha de trigo de 72% de extração e substituições crescentes de farinha integral de tremoço doce no Sistema Farinha-Água.

Tabela 14

Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos farináogramas da farinha de trigo 72% de extração no Sistema Farinha-Água.

	% de farinha integral de tremço doce				
	0	5	10	15	20
Tempo de chegada (min.)	0,5	0,8	3,2	4,2	5,5
Tempo de desenvolvimento (min.)	1,0	5,0	6,0	6,0	6,5
Estabilidade (min.)	16,0	13,2	7,3	3,3	2,5
Tempo de saída (min.)	16,5	14,0	10,5	7,5	8,0
Queda após 20 min. (U.F.)	40	60	90	140	140
Índice de Tolerância (U.F.)	60	15	50	90	90
Leitura do valorimétrico (U.B.)	54	55	61	57	60

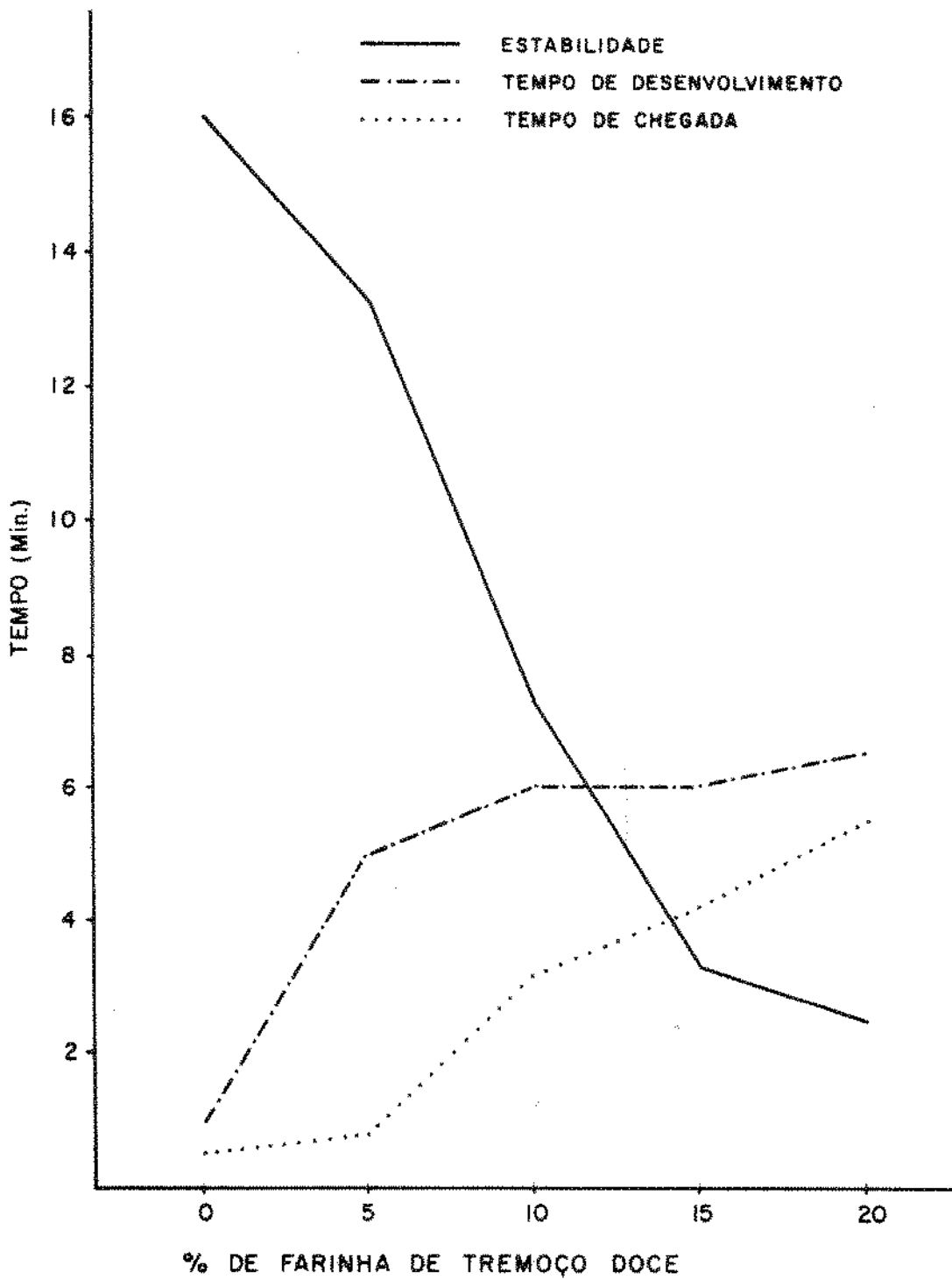


Figura 19. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 72% de extração no tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

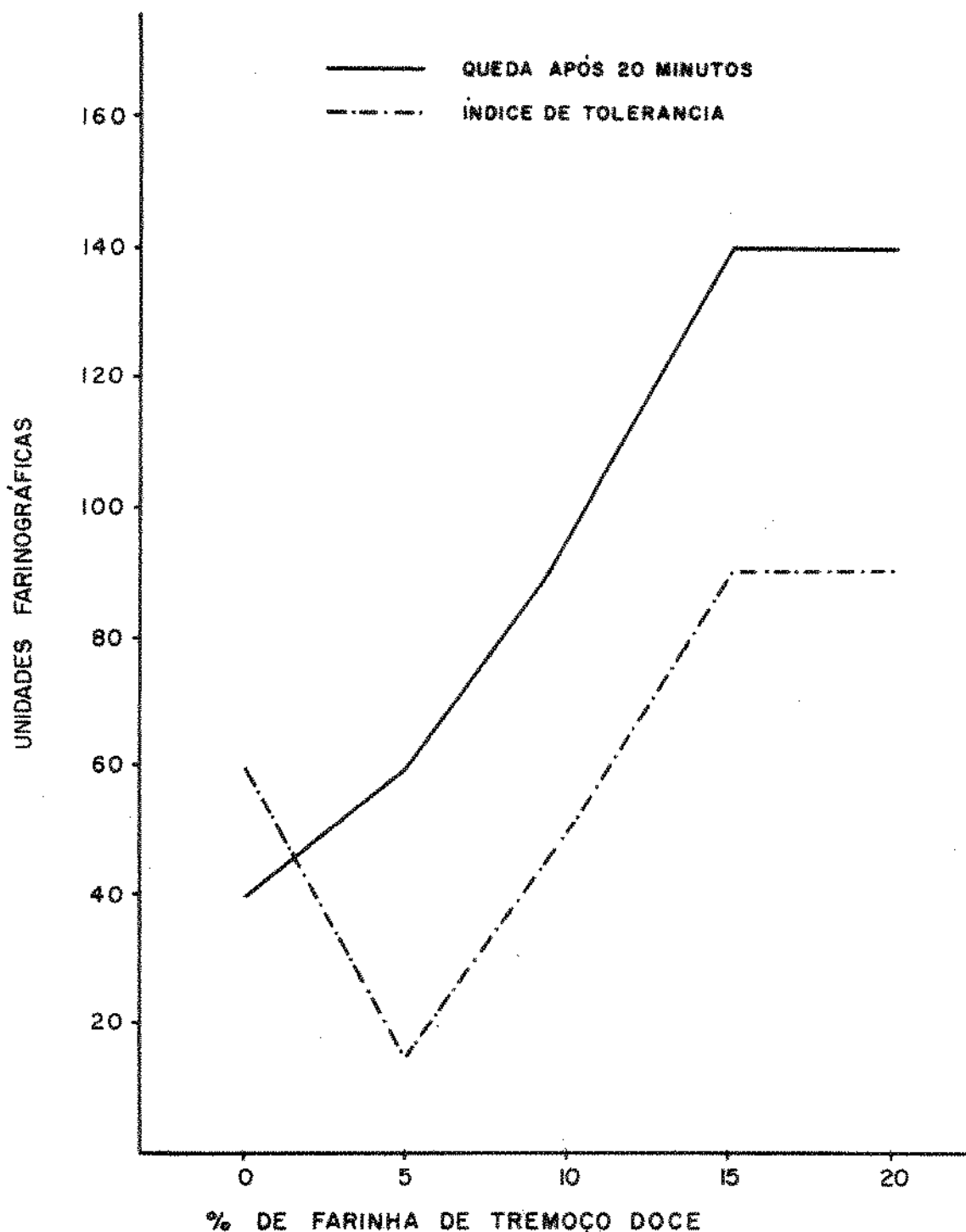


Figure 20. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce na farinha de trigo de 72% de extração na queda após 20 minutos e no índice de tolerância da massa como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

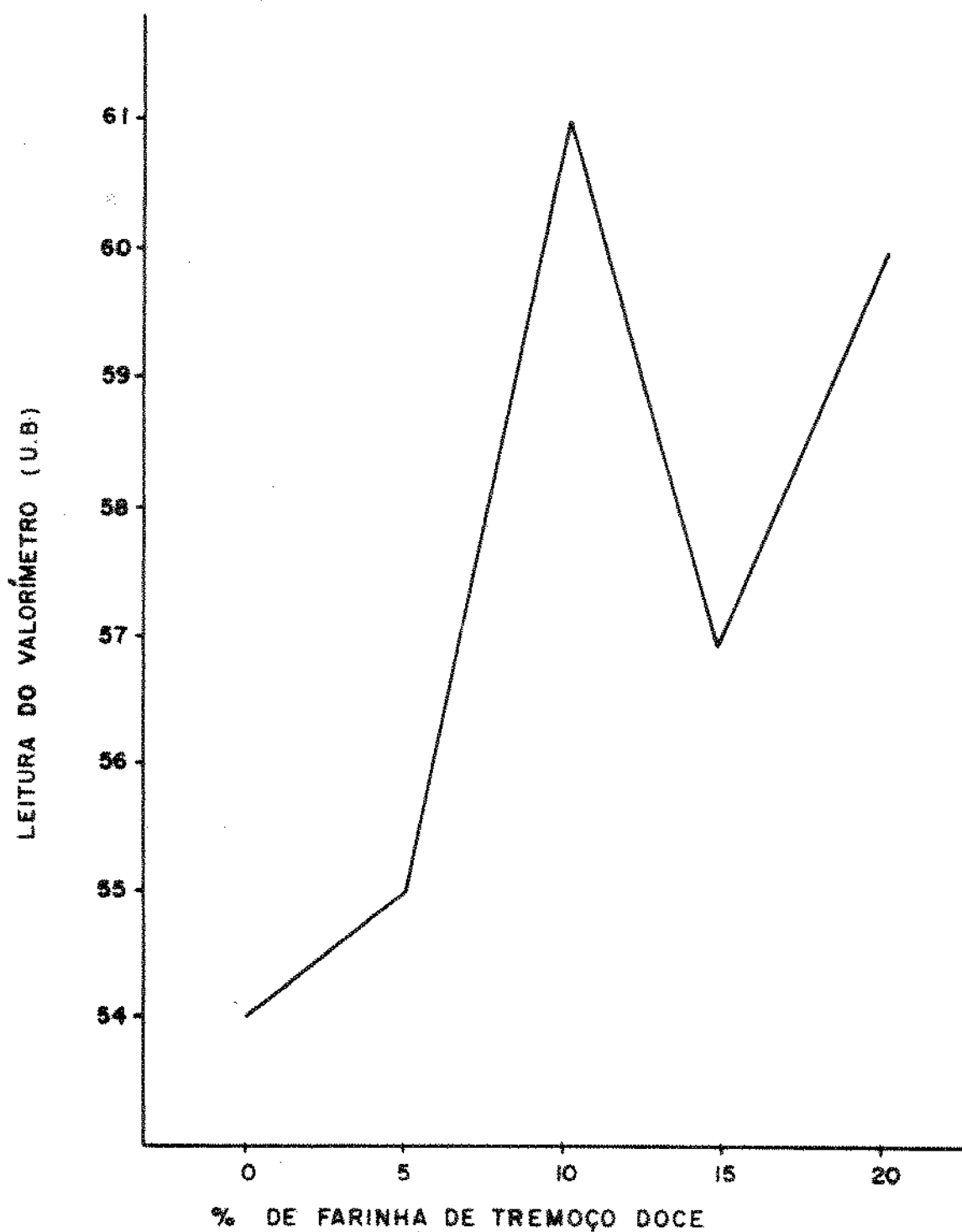


Figura 21. Efeito da adição de farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 72% de extração na leitura do valorímetro como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água.

qualidade da massa. A leitura do valorímetro (figura 21) aumentou consideravelmente até o nível de 10% de substituição, indicando uma melhoria na qualidade da massa. Ao nível de 15% diminuiu, e a partir desse nível aumentou, devido ao aumento no tempo de desenvolvimento.

b) Sistema Farinha-Água-Ingredientes
(S.F.A.I.)

Misturando a farinha de trigo de 78% de extração, com quantidades crescentes de tremço doce na presença dos ingredientes da massa, notou-se um aumento no tempo de chegada e tempo de mistura, enquanto que a consistência mínima após dois minutos diminuiu (tabela 15). A energia exigida da mistura para desenvolver a massa aumentou com a presença da farinha integral de tremço doce, conforme indicado pelo aumento do tempo ótimo de mistura (figura 22).

Para a farinha de trigo de 72% de extração, a mesma tendência foi observada (tabela 16); entretanto, a massa gastou menos energia para chegar ao ponto ótimo de desenvolvimento (figura 23). O aumento exigido foi muito maior que aquele observado no Sistema Farinha-Água, principalmente para a farinha de trigo, diminuindo com o aumento da farinha integral de tremço doce, mostrando assim que a presença dos ingredientes aumentou significativamente as exigências de mistura. Portanto, em ambos os casos, o uso do tempo de desenvolvimento da massa indicado pelo teste padrão (S.F.A.) do farinógrafo não seria indicado quando a farinha estiver combinada a outros ingredientes.

Tabela 15

Efeito da adição da farinha integral de tremçoço doce nas características dos farinogramas da farinha de trigo de 78% de extração (Sistema F.A.I.)

	% de farinha integral de tremçoço doce				
	0	5	10	15	20
Tempo de chegada (min.)	1,8	2,0	9,5	11,5	12,5
Tempo de Mistura (min.)	13,5	15,0	16,0	17,0	18,0
Consistência mínima após 2 minutos de mistura (U.F.)	465	450	370	350	300

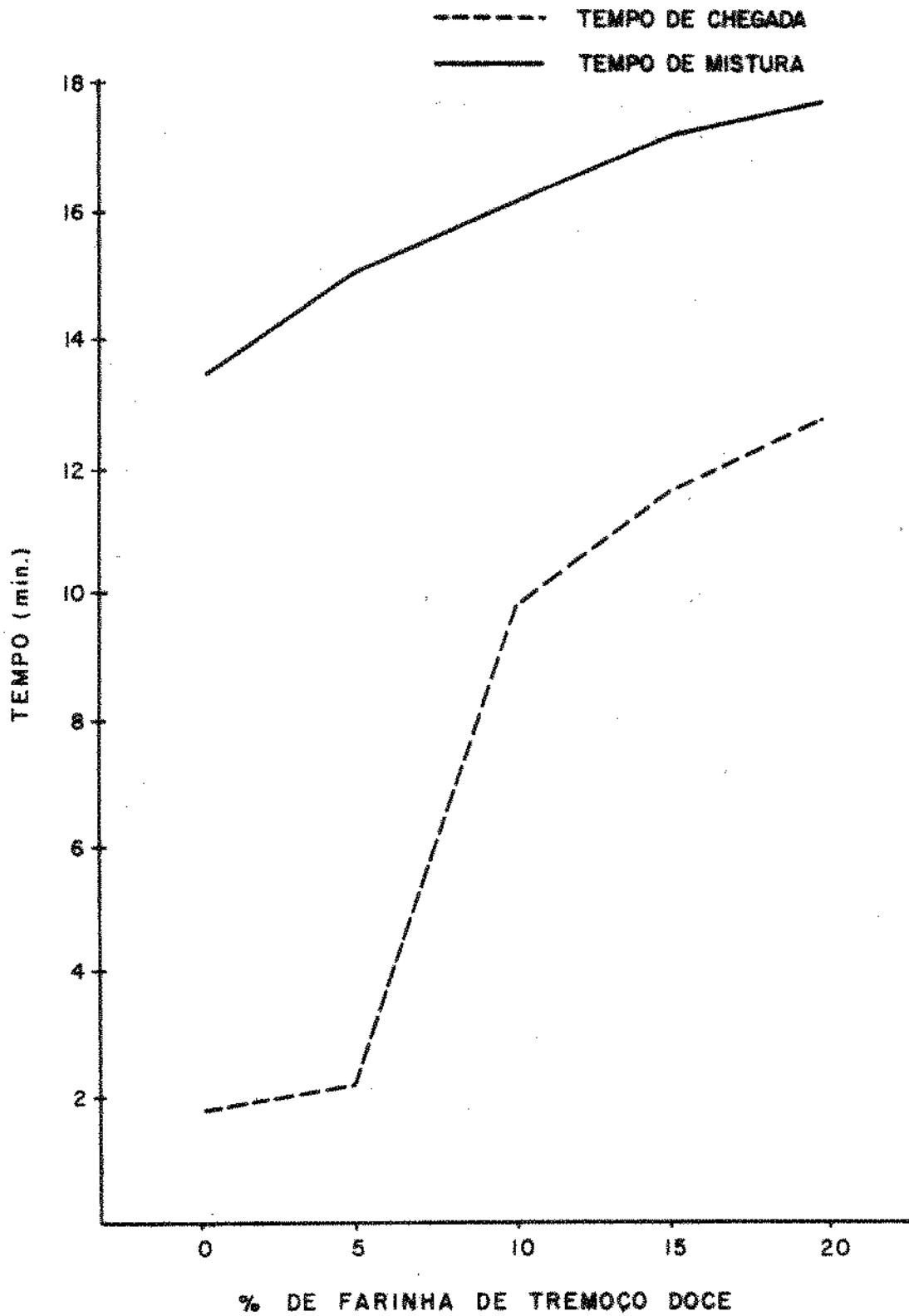


Figura 22. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 78% de extração no tempo de chegada e tempo de mistura, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

Tabela 16

Efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos farinogramas da farinha de trigo de 72% de extração (Sistema F.A.I)

	0	5	10	15	20
Tempo de chegada (min.)	1,7	6,5	8,0	11,0	12,0
Tempo de mistura (min.)	10,5	13,0	13,5	16,0	18,0
Consistência mínima após 2 minutos de mistura (U.F.)	485	430	380	330	320

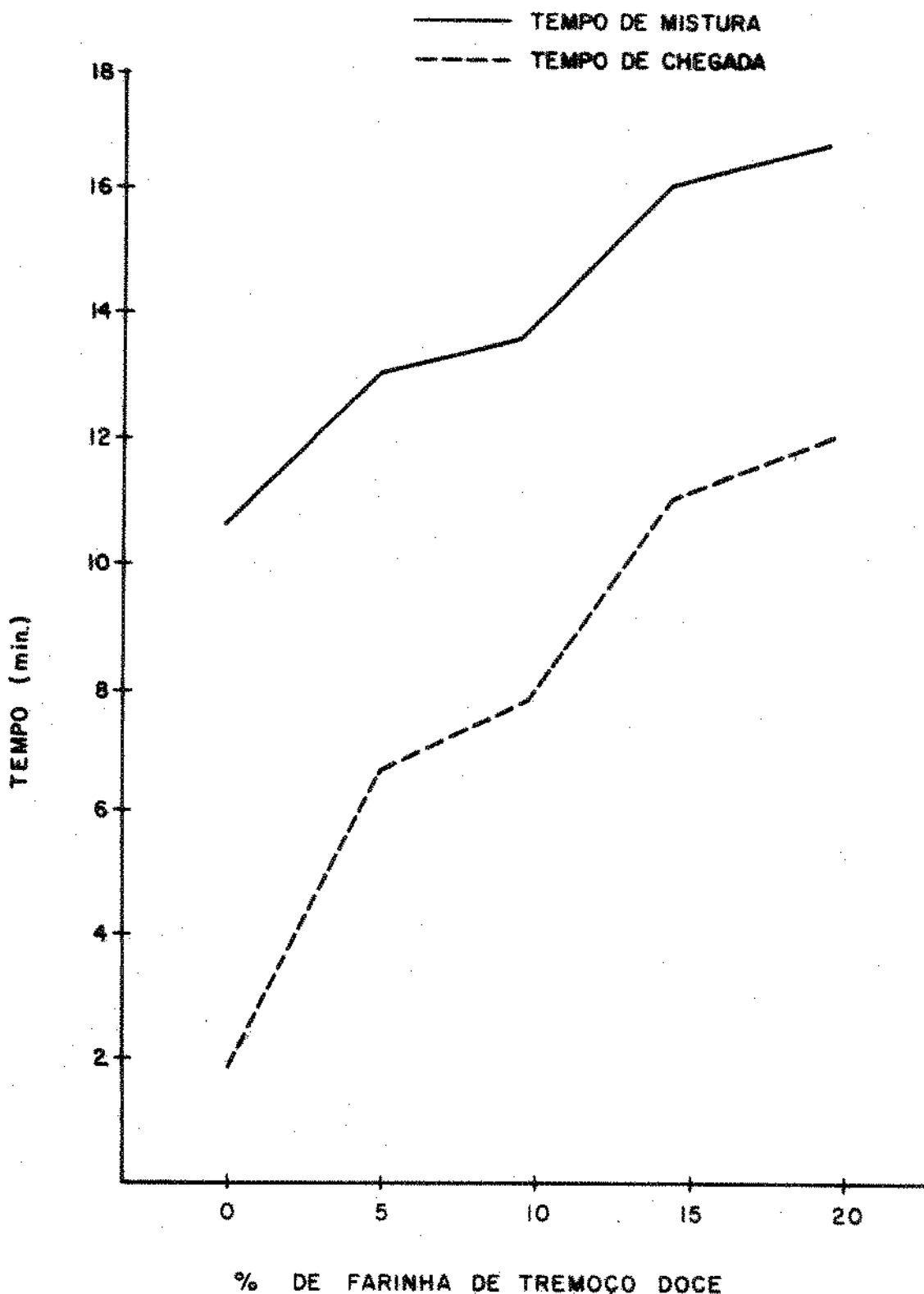


Figura 23. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce na farinha de trigo de 72% de extração no tempo de chegada e tempo de mistura, como indicado pelo farinógrafo no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

D - EFEITOS DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE
NAS PROPRIEDADES DE EXTENSÃO DA MASSA

O desenvolvimento da rede de glúten depende do processo e do tempo de mistura, das propriedades das proteínas, de outros componentes da massa e dos aditivos usados.

O trabalho mecânico, os aditivos usados e outros tipos de farinhas que não as de trigo, tanto podem produzir ligações com o glúten como também rompê-lo e, conseqüentemente, aumentar ou diminuir a resistência da massa à deformação. O desenvolvimento e a quebra do glúten ilustram que nos processos de mistura, a extensibilidade e a resistência à extensão da massa aumentam ou diminuem, tendo um efeito preponderante na qualidade do pão (10).

A extensibilidade da massa e a sua resistência à extensão são determinadas pelo extensôgrafo Brabender. Nos extensogramas obtemos os seguintes índices:

Energia ou área total do extensograma (cm^2). Dá uma indicação da força da massa. Quanto maior a energia, melhor a qualidade da farinha para a produção de pão.

Resistência máxima (R_m) à extensão da massa. É a medida em U.E. obtida no valor máximo da curva do extensograma e indica a força aplicada para distender a massa.

Resistência à extensão (R). É a medida em U.E. tomada após 5 cm de extensibilidade e dá uma indicação da proporção do deslocamento da massa à aplicação da força.

Extensibilidade (E). É o comprimento total da curva em mm.

Número proporcional (R/E). Indica a força exi

gida em U.E. para distender a massa por 1 mm.

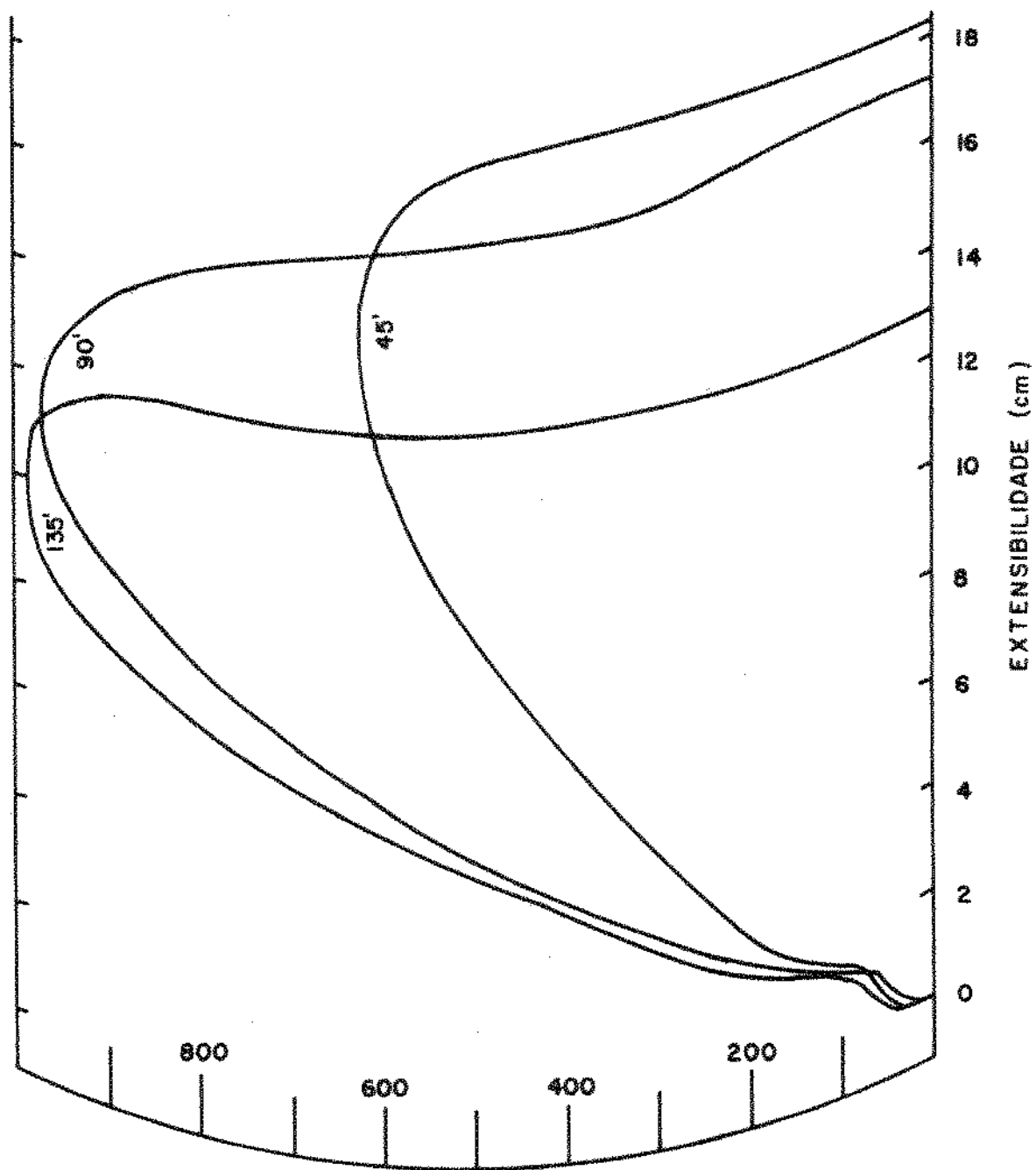
Os efeitos da adição da farinha de tremçoço doce, demonstrados pelos extensogramas, foram estudados em dois Sistemas. No Sistema Farinha-Água aprovado pela A.A. C.C. (1) onde as propriedades da massa são determinadas somente pela mistura de água-farinha e 2% de sal, e no sistema desenvolvido por El-Dash onde se usa água, farinha e os demais ingredientes que compõem a formulação do pão fabricado neste estudo (11).

1 - Sistema Farinha-Água (S.F.A.)

Os efeitos da adição da farinha integral de tremçoço doce aos níveis de 5,10 e 20% nos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração constam das figuras 24 a 24C e da tabela 17.

A resistência à extensão (R) diminuiu a medida que a quantidade de tremçoço doce aumentou. A resistência máxima (RM) teve a mesma tendência que a resistência à extensão (R). A extensibilidade da massa (E) mostrou também um decréscimo pronunciado em todos os níveis de adição da farinha integral de tremçoço doce.

O decréscimo na resistência à extensão, resistência máxima e extensibilidade da massa deve ser devido ao efeito da diluição do glúten do trigo pelo tremçoço doce, o que é indicado também pelo decréscimo da área total dos extensogramas em todos os níveis de substituição. O número proporcional mostrou um aumento gradual até 10%, indicando que a adição da farinha integral de tremçoço doce, não tem efeito enfraquecedor até este nível, embora cause uma diluição do glúten. No caso de 20% de substituição, tanto o número proporcional como a área são diminuídas, indicando



RESISTÊNCIA A EXTENSÃO (U.E.)
Figura 24. Extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração. Sistema Farinha-Água.

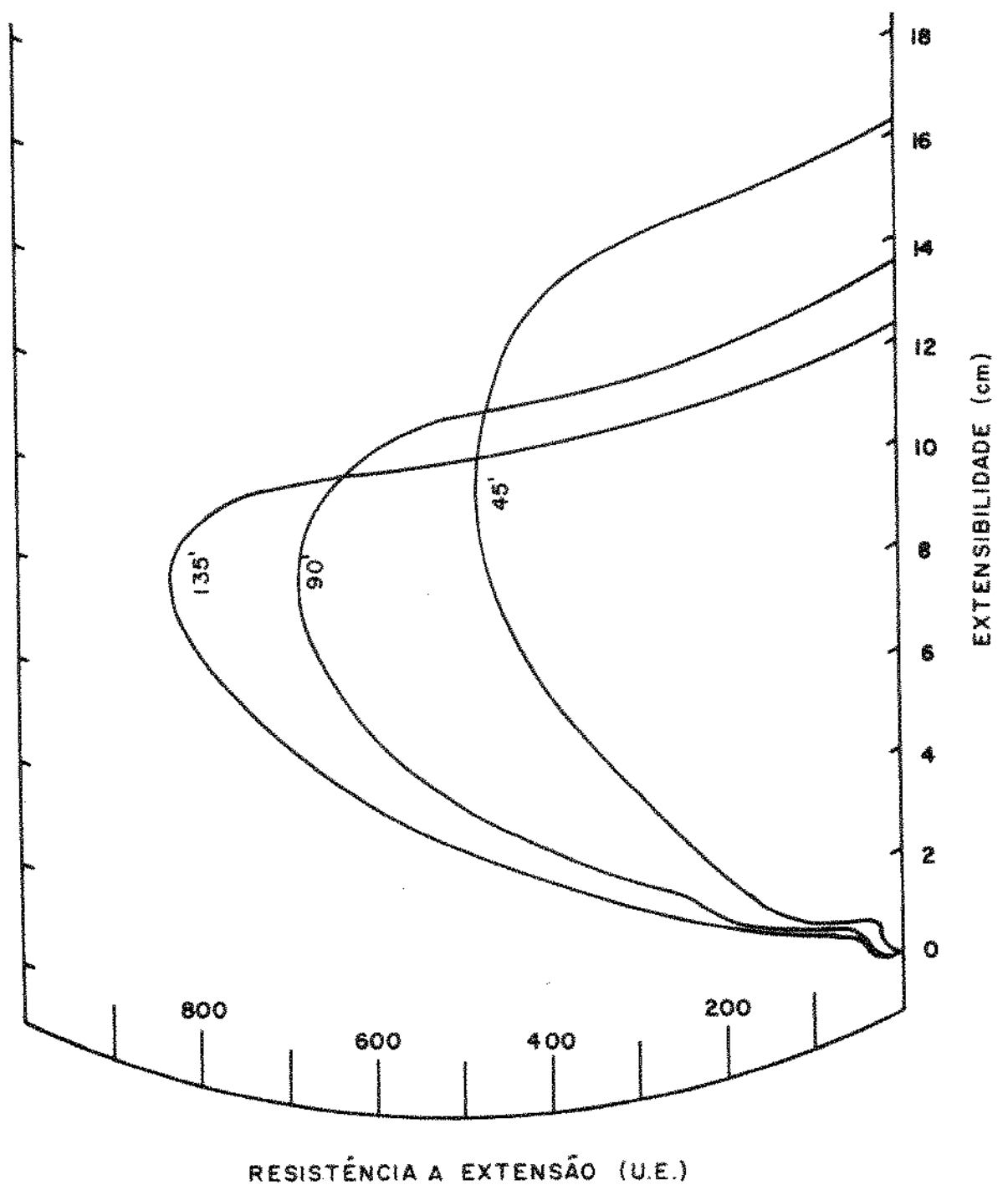
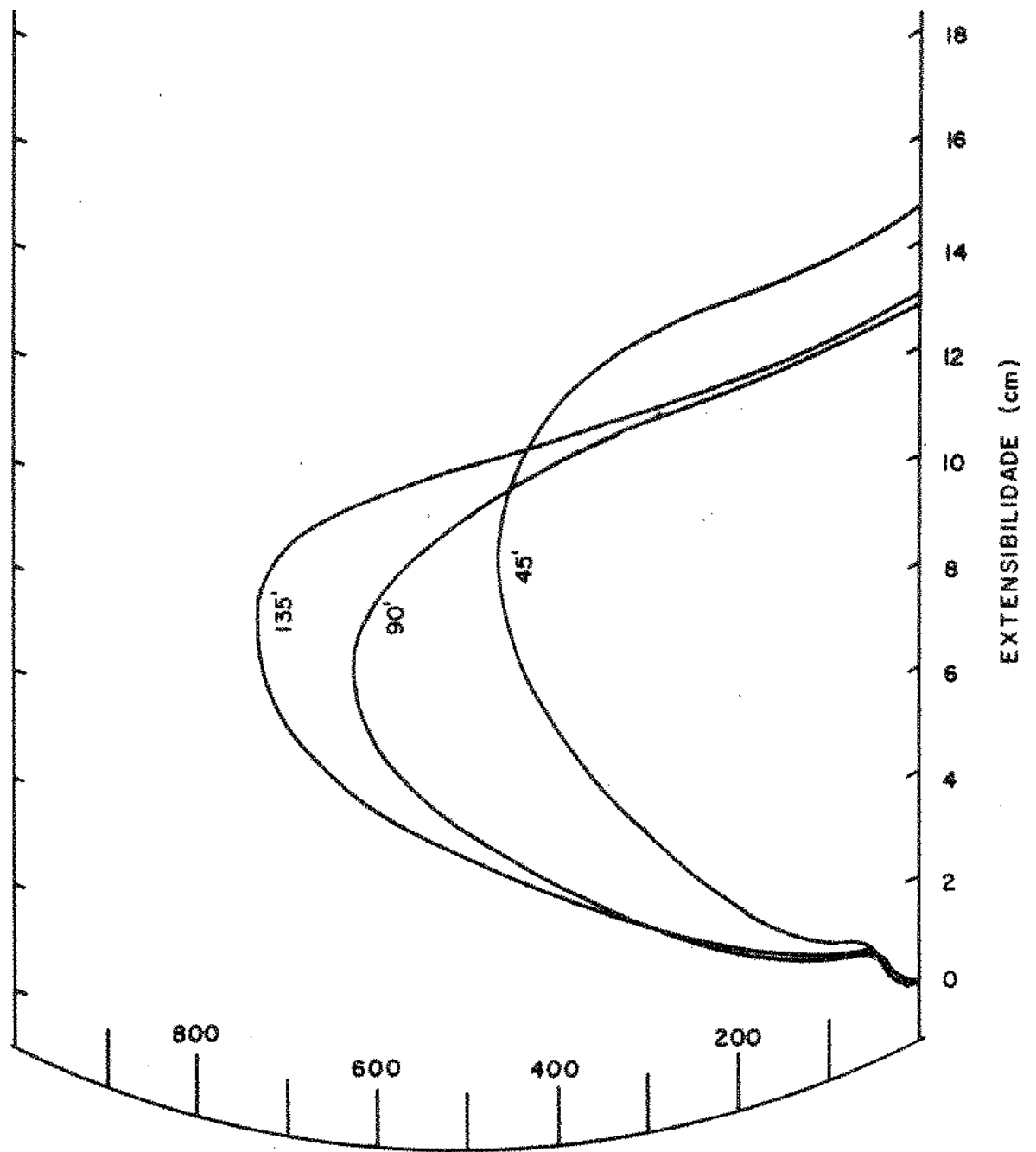


Figura 24-A. Efeito da adição 5% farinha integral de trigo moço doce nas características dos extenso-gramas da farinha de trigo de 78% de extração do Sistema Farinha - Água.



RESISTÊNCIA A EXTENSÃO (U.E.)
Figura 24-B. Efeito da adição 10% farinha integral de trigo doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração no Sistema Farinha - Água.

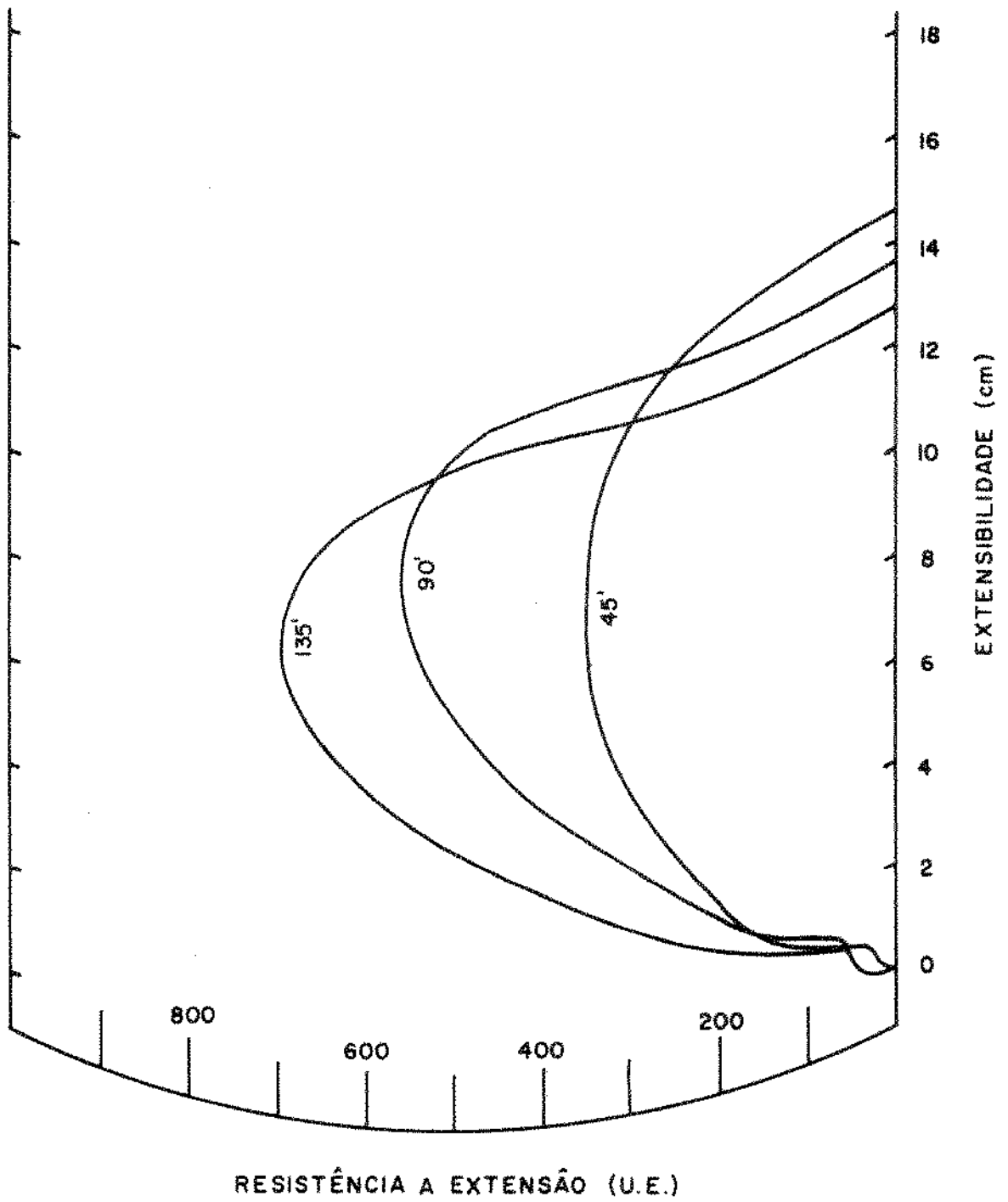


Figura 24-C. Efeito da adição 20% farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração no Sistema Farinha - Água.

Tabela 17

Efeito da farinha integral de tremço doce nas características dos extenso-gramas da farinha de trigo 78% de extração, no Sistema Farinha - Água.

	% de farinha integral de tremço doce											
	0		5		10		20					
	45	90	135	45	90	135	45	90	135			
	tempo de descanso (min.)											
(R) Resistência à extensão (U.E.)	360	520	600	320	500	560	310	490	550	260	400	500
(RM) Resistência máxima (U.E.)	620	970	980	520	690	820	460	620	740	310	520	620
(E) Extensibili- dade (mm)	190	180	170	162	135	135	150	132	132	145	138	130
(D) Número pro- porcional (D=R/E)	189	288	352	197	370	414	206	371	416	179	289	384
Área (cm ²)	147	182	148	100	107	116	86	101	107	48	87	97

que a diluição do glúten deteriorou a qualidade da massa. Então, a substituição até 10% de farinha integral de tremço doce à farinha de trigo não causaria um efeito deteriorativo na qualidade da massa.

A diferença entre a resistência à extensão e a resistência máxima indica a força aplicada à massa, para chegar ao ponto máximo de resistência após 50 mm de extensão. Com 135 minutos de descanso essa força era de 380 U. E. para a farinha de trigo e foi reduzida para 260, 190 e 120 U.E., aos níveis de 5, 10 e 20% de substituição, respectivamente.

Com o aumento do tempo de descanso a resistência à extensão e a resistência máxima da massa, foram aumentadas em todos os níveis de substituição e a extensibilidade na maioria dos casos diminuiu, aumentando o número proporcional. Esse aumento na resistência máxima e número proporcional e diminuição na extensibilidade, segundo Bloksma (4), é devido a oxidação do grupo SH para SS nas moléculas de proteína com o aumento do tempo de descanso, melhorando a qualidade da massa.

Para as misturas de farinha de trigo de 78% de extração com farinha desengordurada de tremço doce, os resultados obtidos dos extensogramas estão na tabela 18.

A resistência à extensão aumentou com a adição de tremço doce obtendo o valor máximo ao nível de 5% de substituição. Em todos os níveis de substituição nos tempos de descanso de 90 e 135 minutos, os resultados foram maiores que os obtidos para a farinha de trigo, indicando que com a adição da farinha desengordurada de tremço doce, o efeito melhorador do mesmo sobre a massa é observado após 45 minutos de descanso, havendo um aumento nas ligações das moléculas das proteínas. A resistência

Tabela 18

Efeito da farinha desengordurada de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração, no Sistema Farinha-Água.

	% de farinha desengordurada de tremço doce				
	0	5	10	15	20
	tempo de descanso (min.)				
(R) Resistência à extensão (U.E.)	45 90 135	45 90 135	45 90 135	45 90 135	45 90 135
(RM) Resistência máxima (U.E.)	360 520 600	400 760 820	360 700 780	320 650 730	300 620 710
(E) Extensibili- dade (mm)	620 970 980	460 900 970	410 810 860	340 720 800	310 700 780
(D) Número pro- porcional (D=R/E)	190 180 170	135 120 130	120 110 105	110 104 100	105 100 98
Área (cm ²)	189 288 352	296 633 630	300 636 742	290 625 730	285 620 724
	147 182 148	86 130 144	66 107 108	58 94 107	42 80 92

máxima foi reduzida a medida que o nível de substituição foi aumentando, alcançando um valor máximo aos 135 minutos. Até ao nível de 5% essa redução é pequena, aumentando após esse nível.

A diferença entre a resistência à extensão e a resistência máxima indica que a força aplicada a massa, para chegar ao ponto de resistência máxima após 50 mm de extensão, era de 380 U.E. aos 135 minutos de descanso para a farinha de trigo, e foi reduzida para 150, 80, 70 e 70 aos níveis de 5, 10, 15 e 20% de farinha desengordurada de tremço doce respectivamente. Esses resultados indicam que, embora a força necessária para a resistência a extensão atingir os 50 mm de extensibilidade seja maior na presença de tremço doce, a força aplicada à massa para atingir o ponto máximo de resistência após os 50 mm de extensão é maior para a farinha de trigo pura. Isso indica que as interações entre as moléculas da rede do glúten da farinha de trigo são diferentes das interações entre as moléculas da rede do glúten da farinha de trigo e misturas com farinha de tremço doce.

A extensibilidade da massa também foi reduzida com o aumento dos níveis de substituição. O número proporcional mostrou um aumento até o nível de 10%. Entretanto a partir de 10% de substituição, houve uma pequena diminuição. A medida que a massa descansou ele aumentou, obtendo o valor máximo aos 135 minutos de descanso. O declínio na área total dos extensogramas foi observado.

O efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 72% de extração é apresentado na tabela 19. A resistência à extensão teve uma variação com o aumento da quantidade de tremço doce, cuja tendência não foi mui

Tabela 19

Efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 72% de extração, no Sistema Farinha - Água.

	% de farinha integral de tremço doce				
	0	5	10	15	20
	tempo de descanso (min.)				
(R) Resistência à extensão (U.E.)	45 90 135	45 90 135	45 90 135	45 90 135	45 90 135
(RM) Resistência máxima (U.E.)	460 690 750	400 605 680	410 670 730	370 660 800	320 580 750
(E) Extensibili- dade (mm)	820 10001000	580 890 960	550 860 940	460 800 910	430 700 820
(D) Número pro- porcional (D=R/E)	175 140 130	150 122 120	145 120 110	130 117 105	130 115 102
Área (cm ²)	263 492 555	266 495 566	283 558 663	285 564 761	246 504 735
	162 178 167	115 126 118	97 117 109	77 112 107	75 108 103

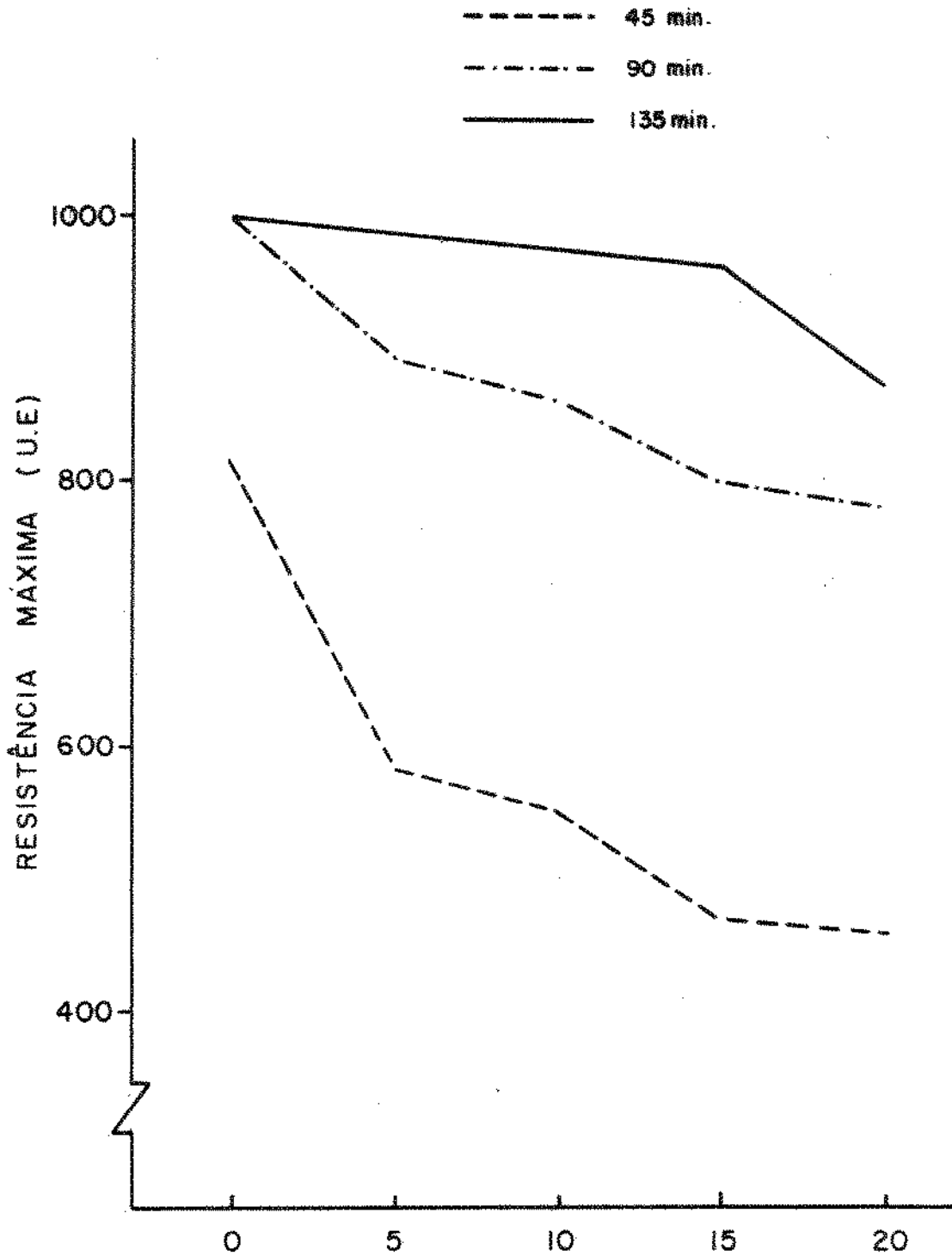
to clara, mas que aumenta com o tempo de descanso. A mistura com farinha integral de tremoço doce reduziu a resistência máxima (figura 25) sendo que, a medida que a massa descansou, sua resistência máxima aumentou alcançando um valor máximo aos 135 minutos, tendo a mesma tendência que a farinha de trigo de 78% de extração. A extensibilidade (figura 26) mostrou também um decréscimo pronunciado pelo aumento do nível de substituição e pelo tempo de descanso. O número proporcional (figura 27) mostrou um aumento gradual de 0 até 15% de substituição. A área total dos extensogramas (figura 28) teve um declínio à medida que o nível de substituição aumentou, atingindo o maior valor com 90 minutos de descanso.

2 - Sistema Farinha-Água-Ingredientes (S.F.A.I.)

Os efeitos da adição da farinha integral de tremoço doce, nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração, na presença dos ingredientes usados na panificação, são mostrados na tabela 20.

A resistência à extensão diminuiu com o aumento da quantidade de tremoço doce para todos os níveis de incorporação alcançando o valor máximo aos 90 minutos de descanso. Isto foi diferente do Sistema Farinha-Água cujo valor máximo foi alcançado aos 135 minutos. Acima de 90 minutos de descanso o efeito enfraquecedor da massa foi notado e a sua resistência à extensão foi reduzida gradualmente, especialmente na presença de tremoço doce.

A resistência máxima (figura 29), teve a mesma tendência que a resistência à extensão. A extensibilidade da massa (figura 30) mostrou uma redução gradual a medida que a massa descansou e a quantidade de tremoço doce aumentou. O número proporcional (figura 31) mostrou uma redu



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 25. Efeito da adição de farinha integral de tremoço doce na resistência máxima da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água.

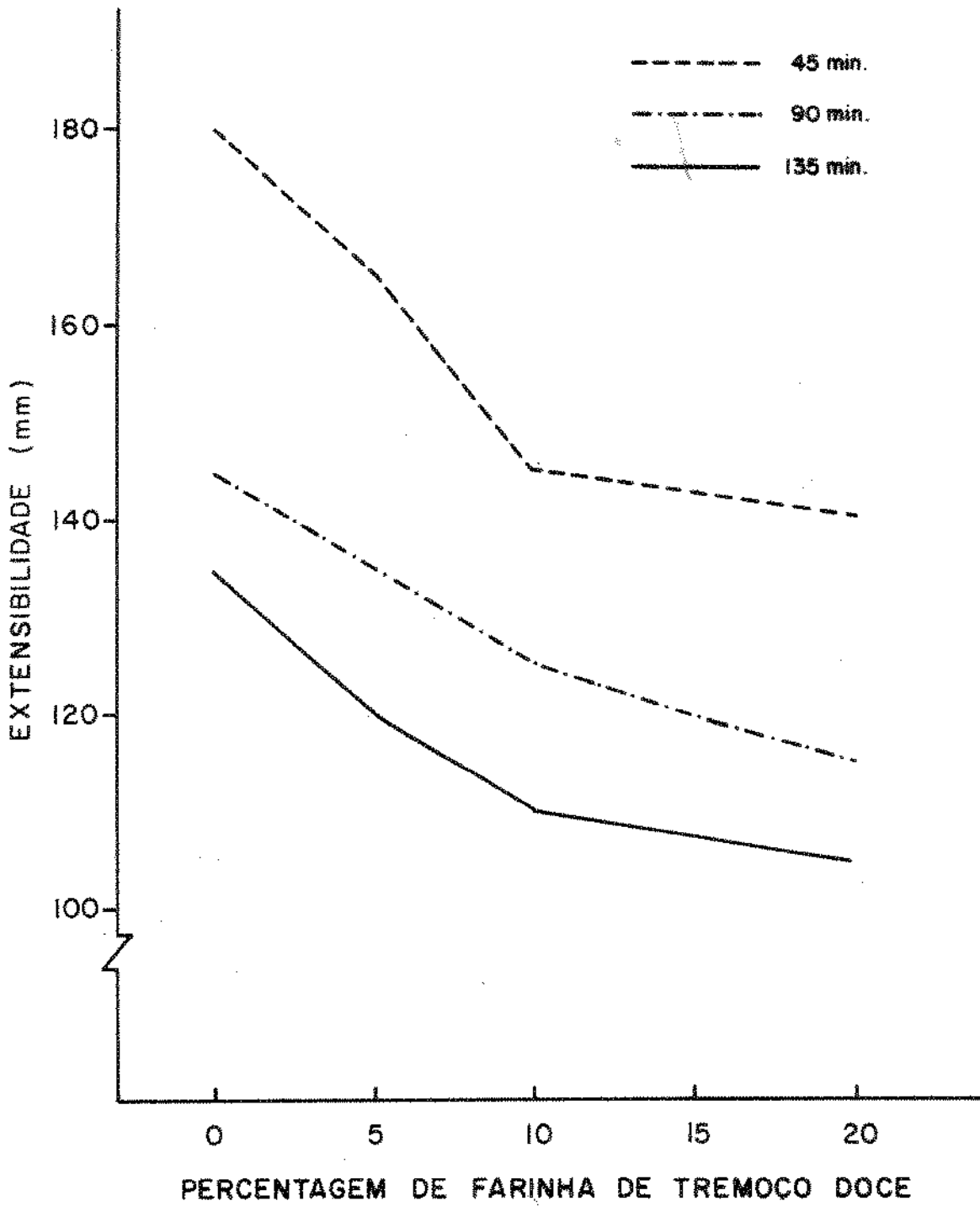


Figura 26. Efeito da adiçãõ da farinha integral de tremoço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 72% de ex tração no Sistema Farinha - Água.

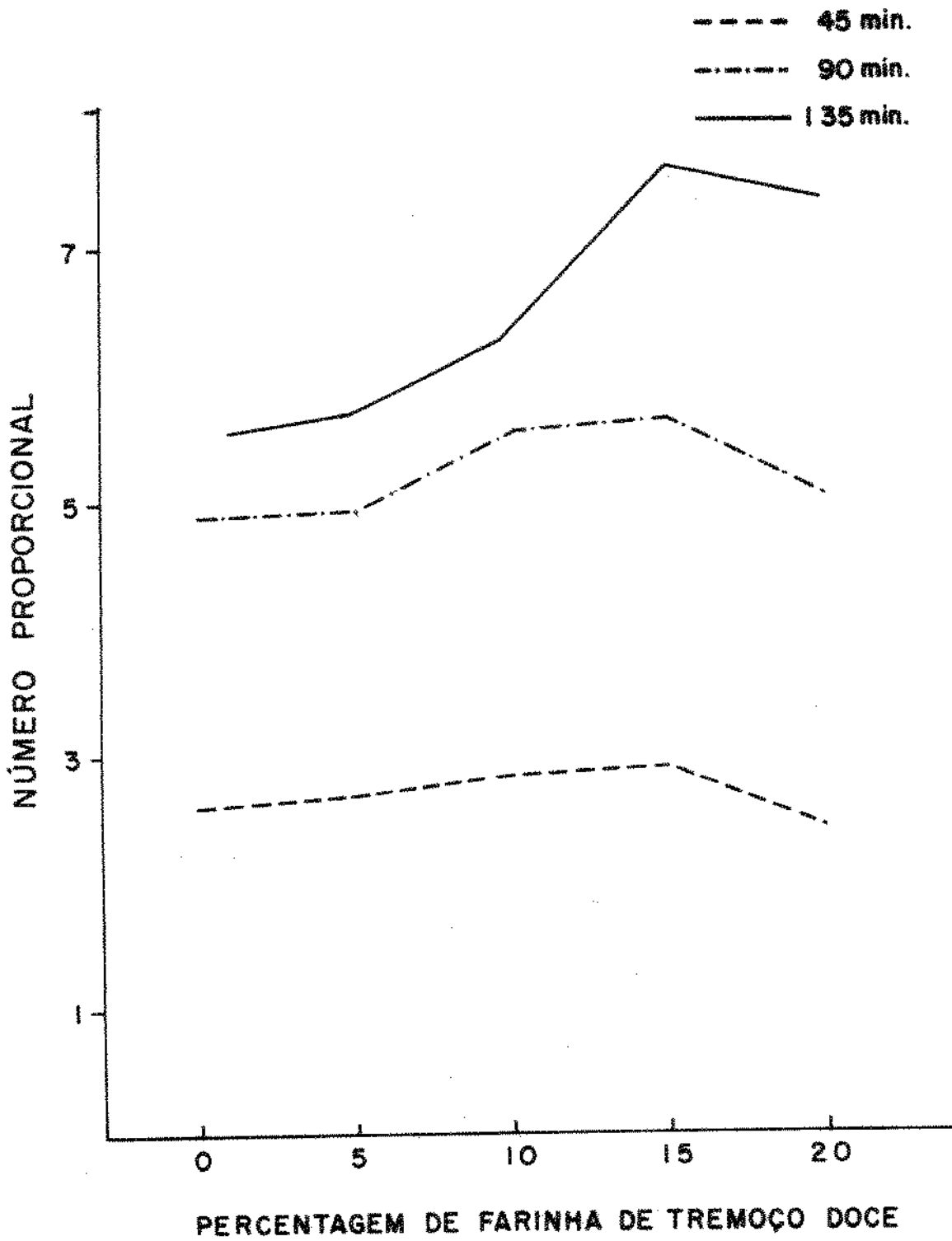


Figura 27. Efeito da farinha integral de tremço doce no numero proporcional, das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água.

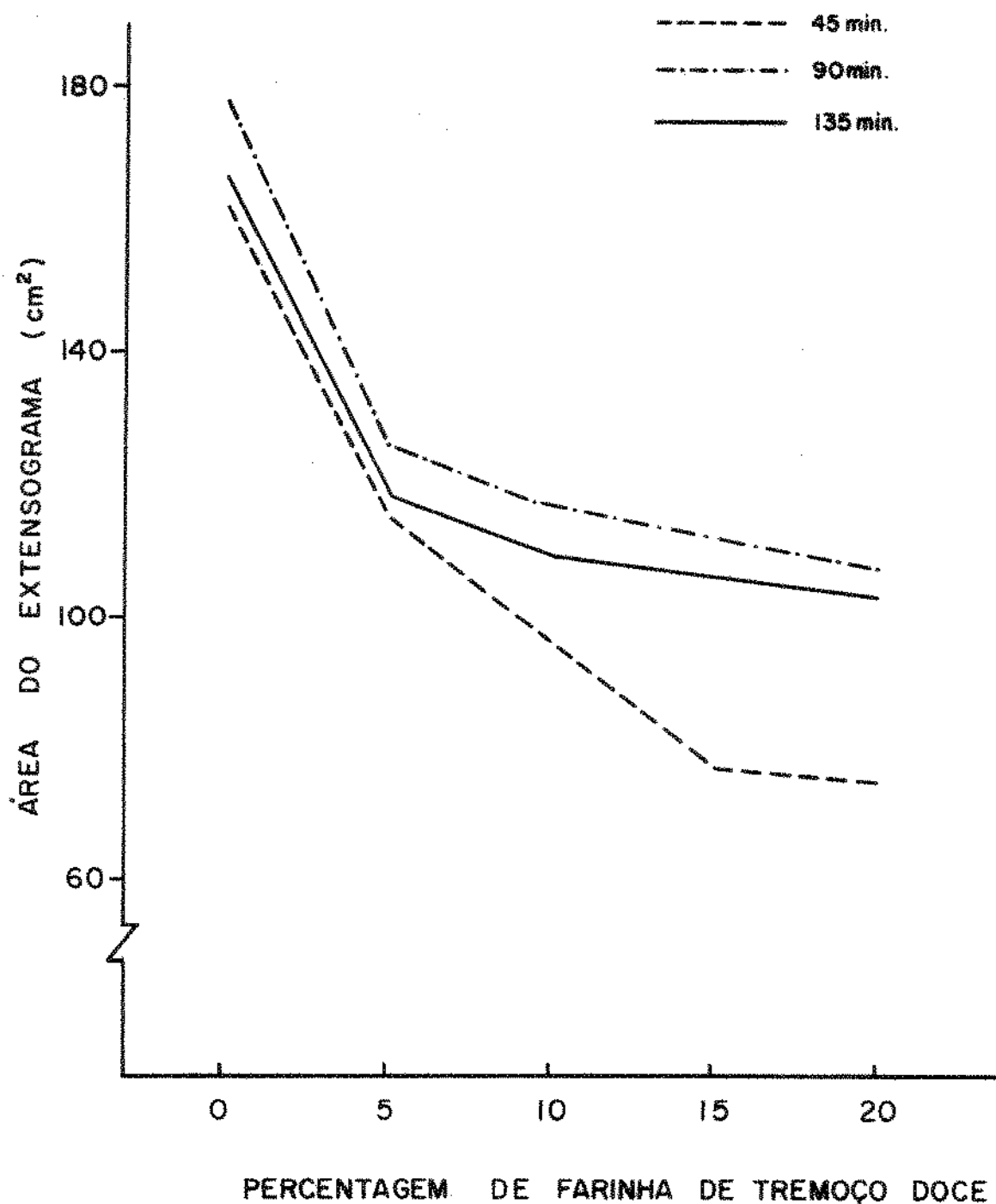


Figura 28. Efeito da farinha integral de tremço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água.

Tabela 20

Efeito da adição da farinha integral de tremçoço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 78% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

	% de farinha integral de tremçoço doce											
	0		5		10		15		20			
	tempo de descanso (min.)											
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
(R) Resistência à extensão (U.E.)	620	790	560	440	640	360	320	460	230	270	310	100
(RM) Resistência máxima (U.E.)	780	810	580	520	650	410	340	460	290	300	310	190
(E) Extensibili- dade (mm)	120	90	70	117	85	65	113	75	60	100	75	55
(D) Número pro- porcional (D=R/E)	516	877	800	382	752	553	283	613	383	270	413	181
Área (cm ²)	90,9	76,5	45,0	63,0	49,3	30,5	43,0	36,5	23,1	26,5	24,5	12,5

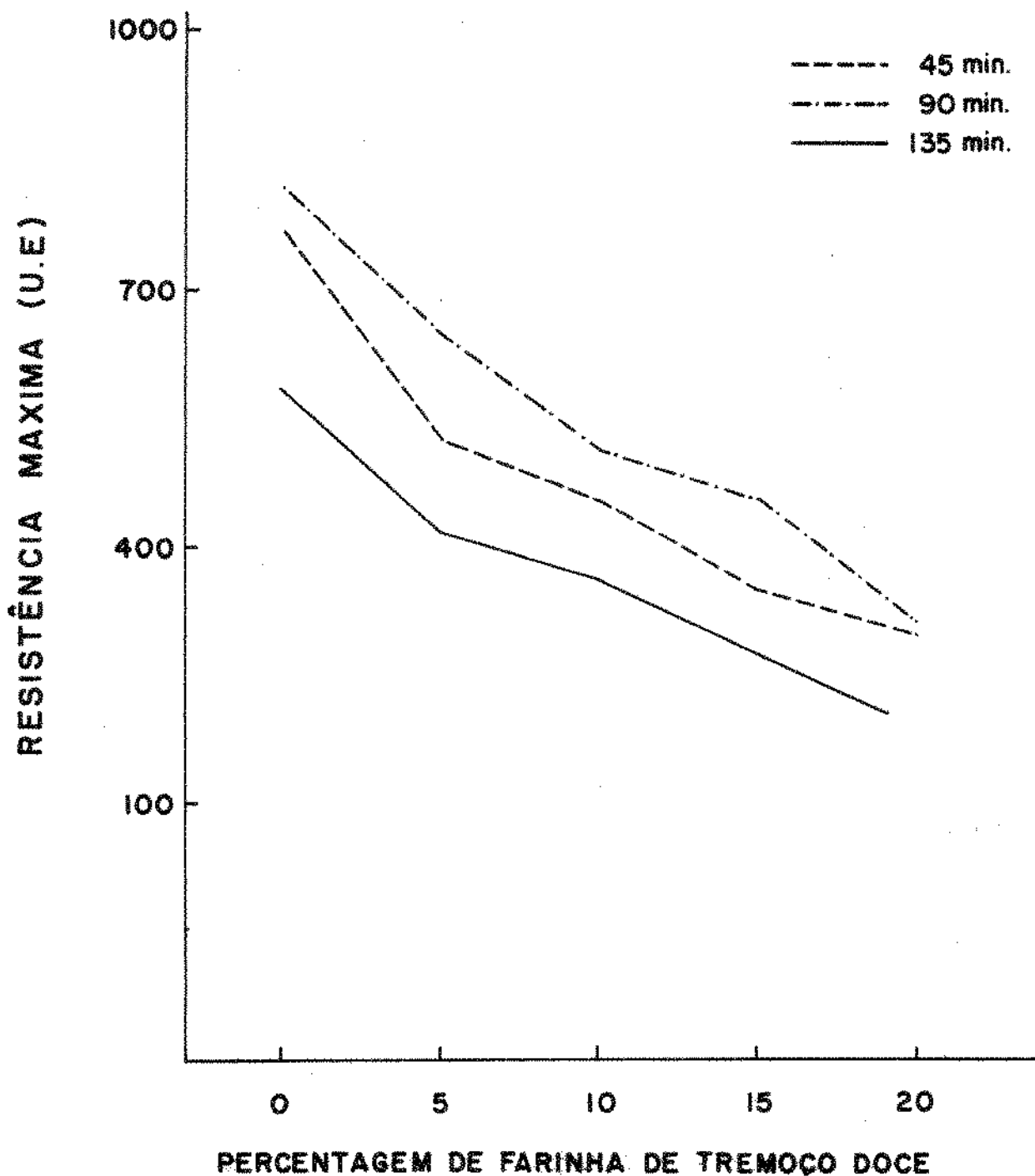


Figura 29. Efeito da adiçãõ da farinha integral de tre moço doce na resistência máxíma da massa feita com farinha de trigo de 78% de extraçãõ no Sistema - Farinha - Água.- Ingredientes.

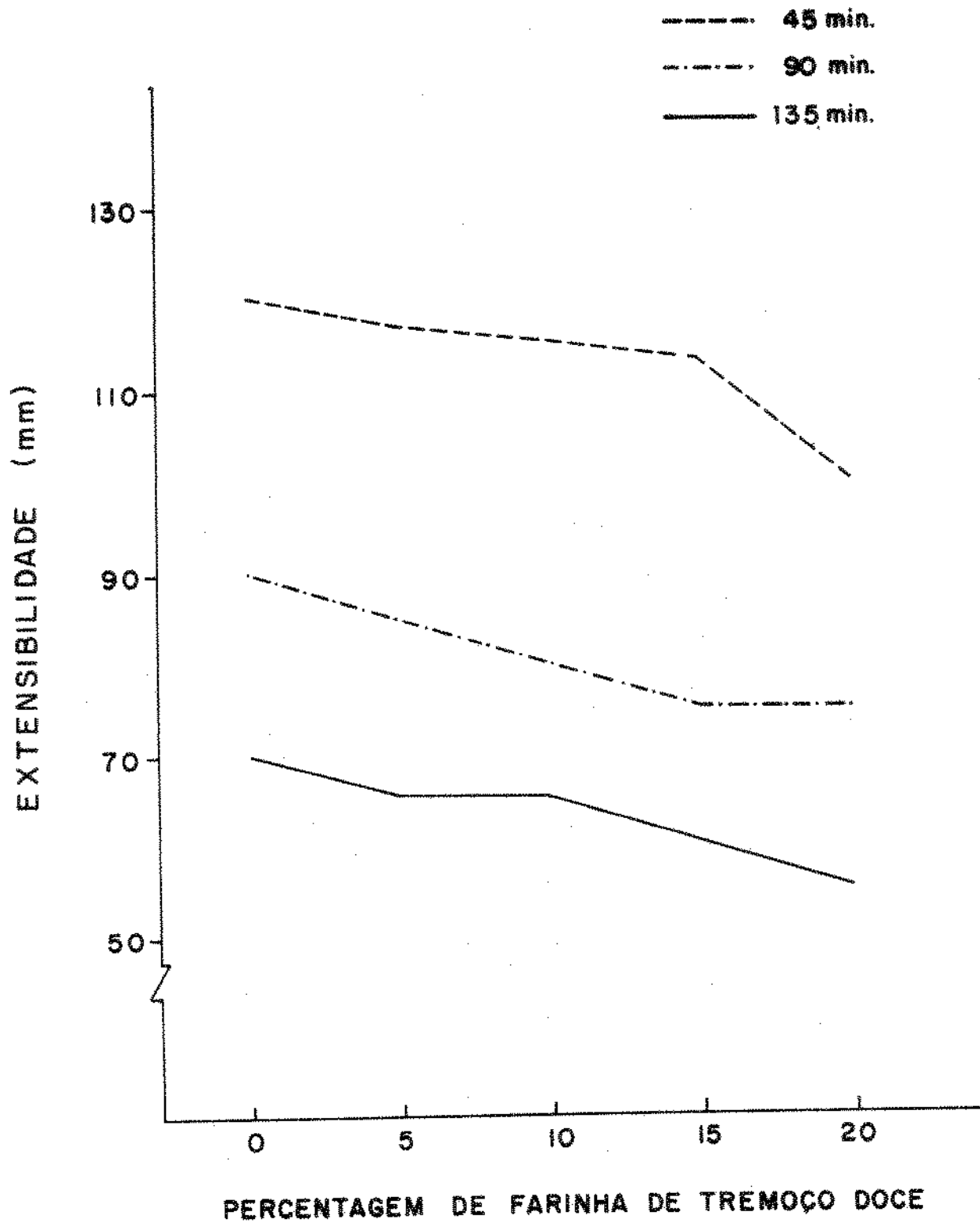


Figura 30. Efeito da adição da farinha integral de tre moço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 78% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

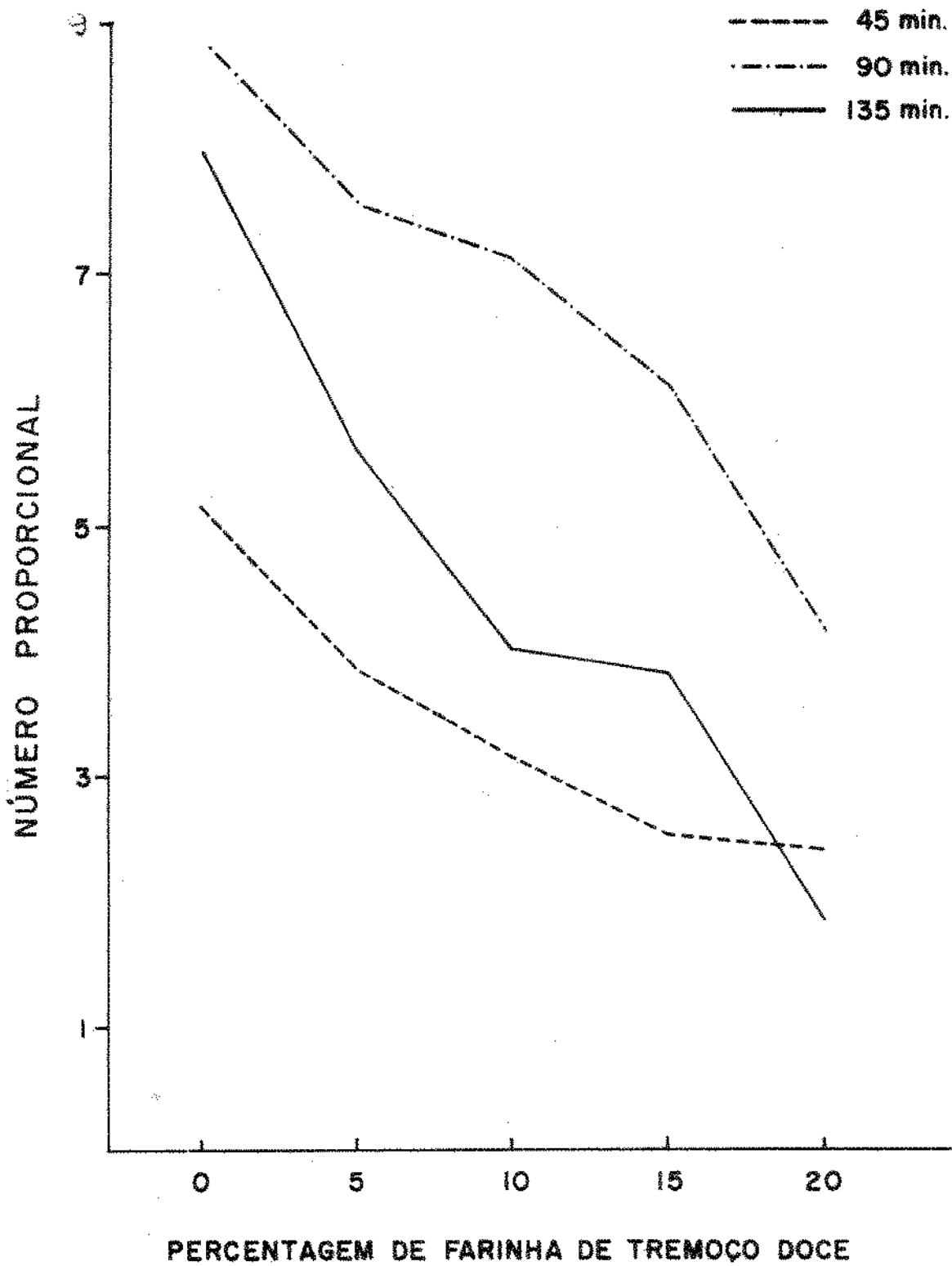


Figura 31. Efeito da farinha integral de tremoço doce no número proporcional das misturas feitas com farinha de trigo de 78% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

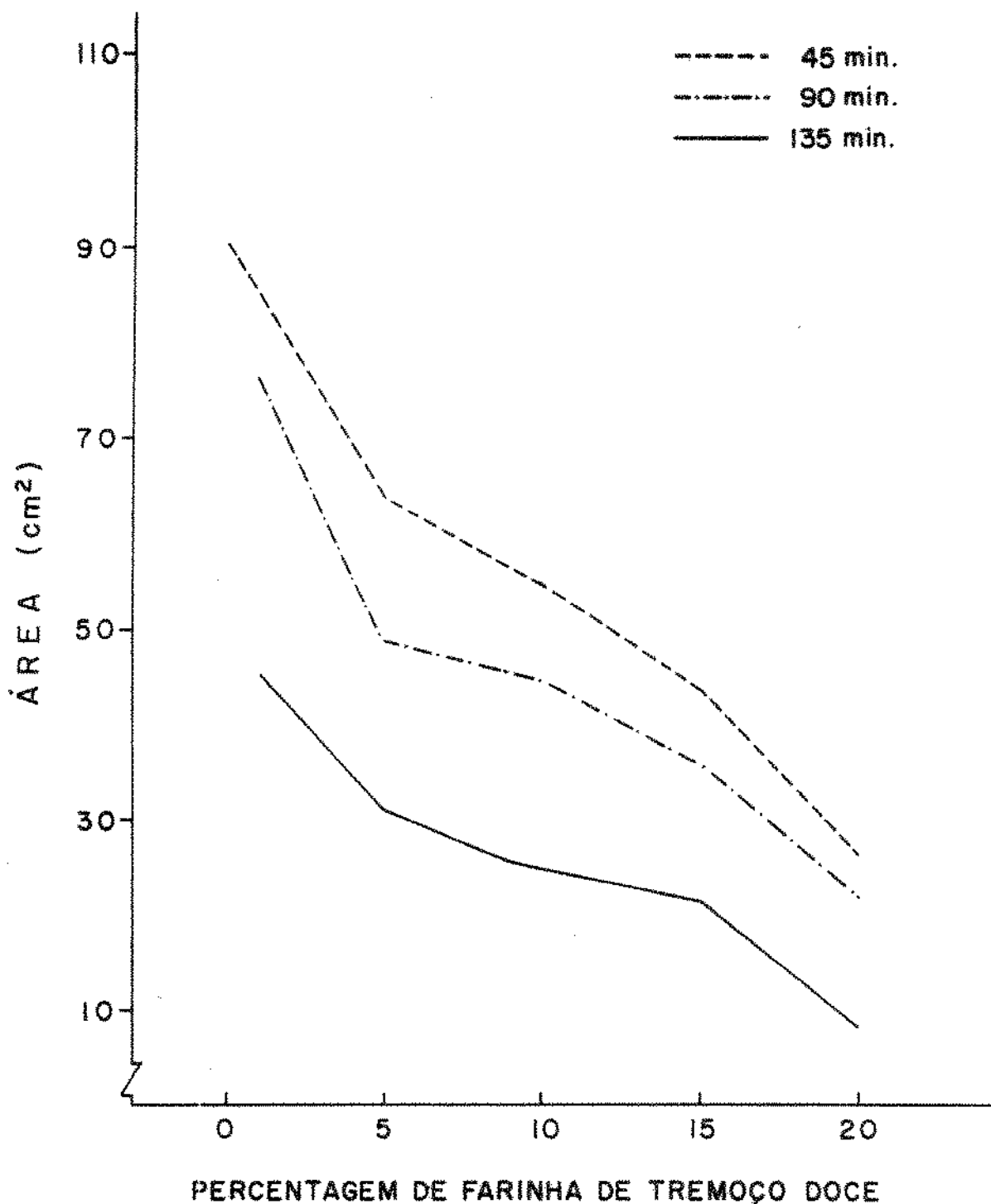


Figura 32. Efeito da farinha integral de tremço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

ção gradual em todos os níveis de substituição. Ele aumentou com o tempo de descanso até 90 minutos e começou a decrescer após esse tempo, indicando que a massa na presença dos ingredientes, chegou ao ponto máximo de desenvolvimento após 90 minutos.

Um declínio brusco na área total dos extensogramas até o nível de 5% e após esse nível um declínio gradual (figura 32) foi observado e, a medida que o tempo de descanso aumentou, a área também diminuiu.

Os efeitos da adição da farinha integral de tremoço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 72% de extração na presença dos ingredientes encontram-se na tabela 21.

A resistência à extensão diminuiu a medida que o nível de substituição foi aumentando, alcançando o valor máximo aos 90 minutos de descanso. A resistência máxima (figura 33), teve a mesma tendência que a resistência à extensão. A extensibilidade da massa (figura 34) mostrou um decréscimo a medida que os níveis de substituição foram aumentando, entretanto, essa diminuição foi mais pronunciada com 90 minutos de descanso. O número proporcional (figura 35) foi reduzido gradualmente até 10% de substituição alcançando o valor máximo com 90 minutos de descanso. A partir desse nível e desse tempo, houve um declínio brusco. A área total dos extensogramas (figura 36) diminuiu a medida que os níveis de substituição e os tempos de descanso aumentaram.

Os resultados obtidos no Sistema Farinha-Água-ingredientes para ambas as farinhas de trigo tiveram a mesma tendência e mostraram que os ingredientes usados na panificação mudaram as características reológicas da massa. Estes resultados foram similares aos obtidos por El-Dash (11).

Tabela 21

Efeito da adição da farinha integral de tremço doce nas características dos extensogramas da farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

	% de farinha integral de tremço doce														
	0		5		10		15		20						
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135			
	tempo de descanso (min.)														
(R) Resistência à extensão (U.E.)	440	670	540	380	580	400	300	510	340	270	300	220	170	180	80
(RM) Resistência máxima (U.E.)	580	710	570	460	590	450	400	520	380	290	370	260	170	230	120
(E) Extensibili- dade (mm)	135	95	80	130	85	75	125	80	70	115	70	55	100	60	50
(D) Número pro- porcional (D=R/E)	325	705	675	292	682	533	240	637	485	234	428	400	170	300	160
Área (cm ²)	1090	836	537	818	473	392	722	423	340	462	335	180	265	183	107

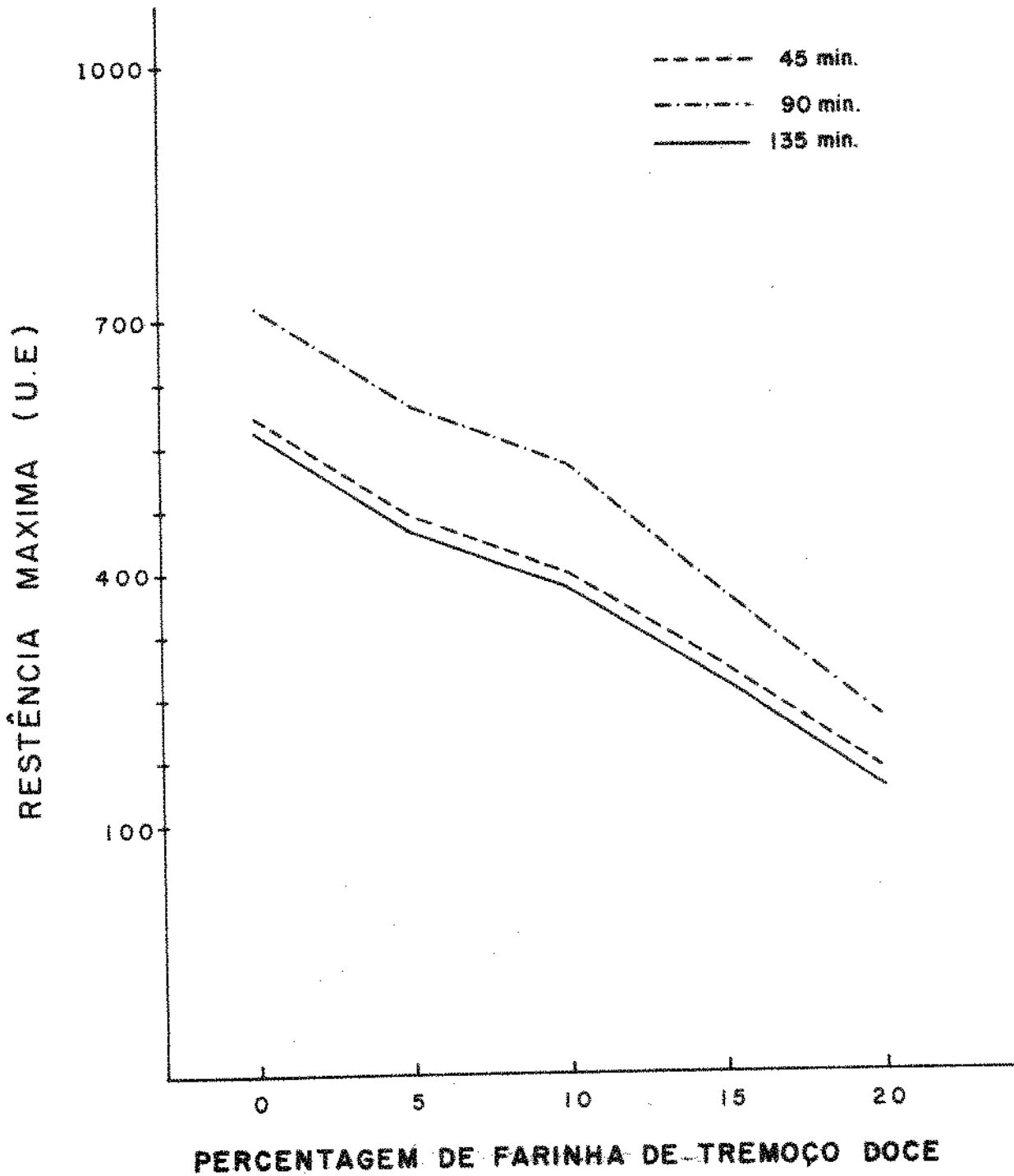
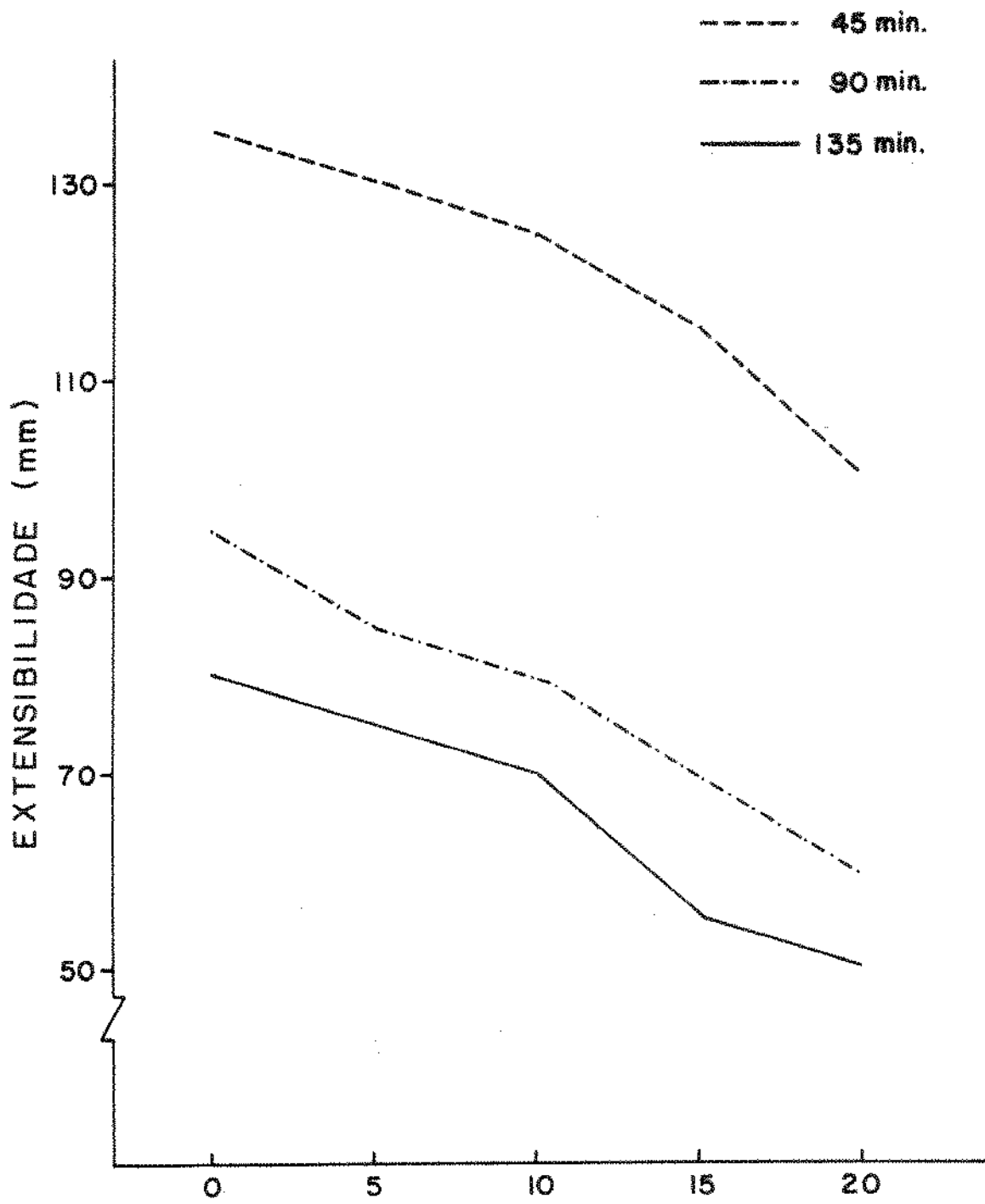


Figura 33. Efeito da farinha integral de tremço doce na resistência máxima da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 34. Efeito da adição da farinha integral de tremço doce na extensibilidade da massa feita com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

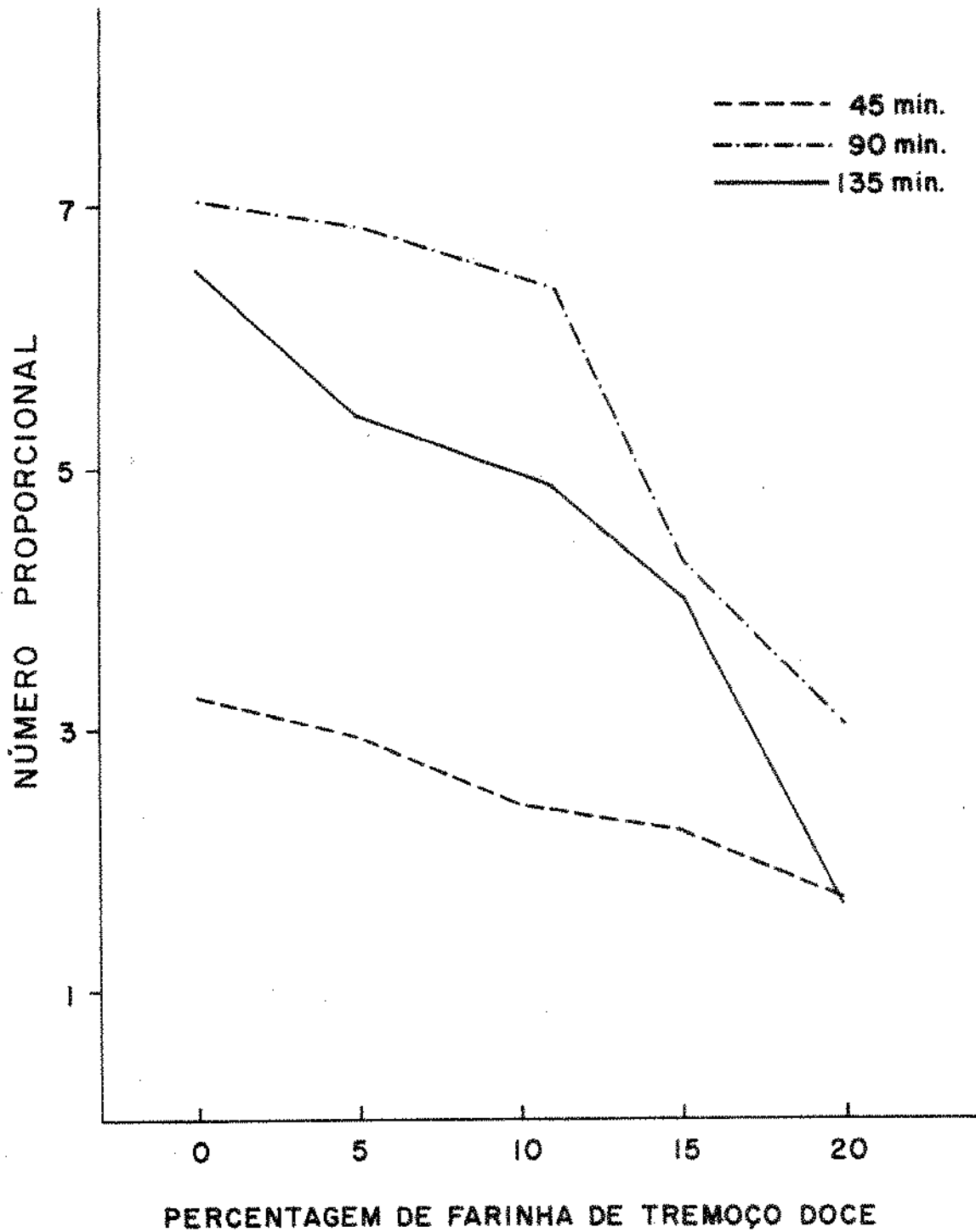
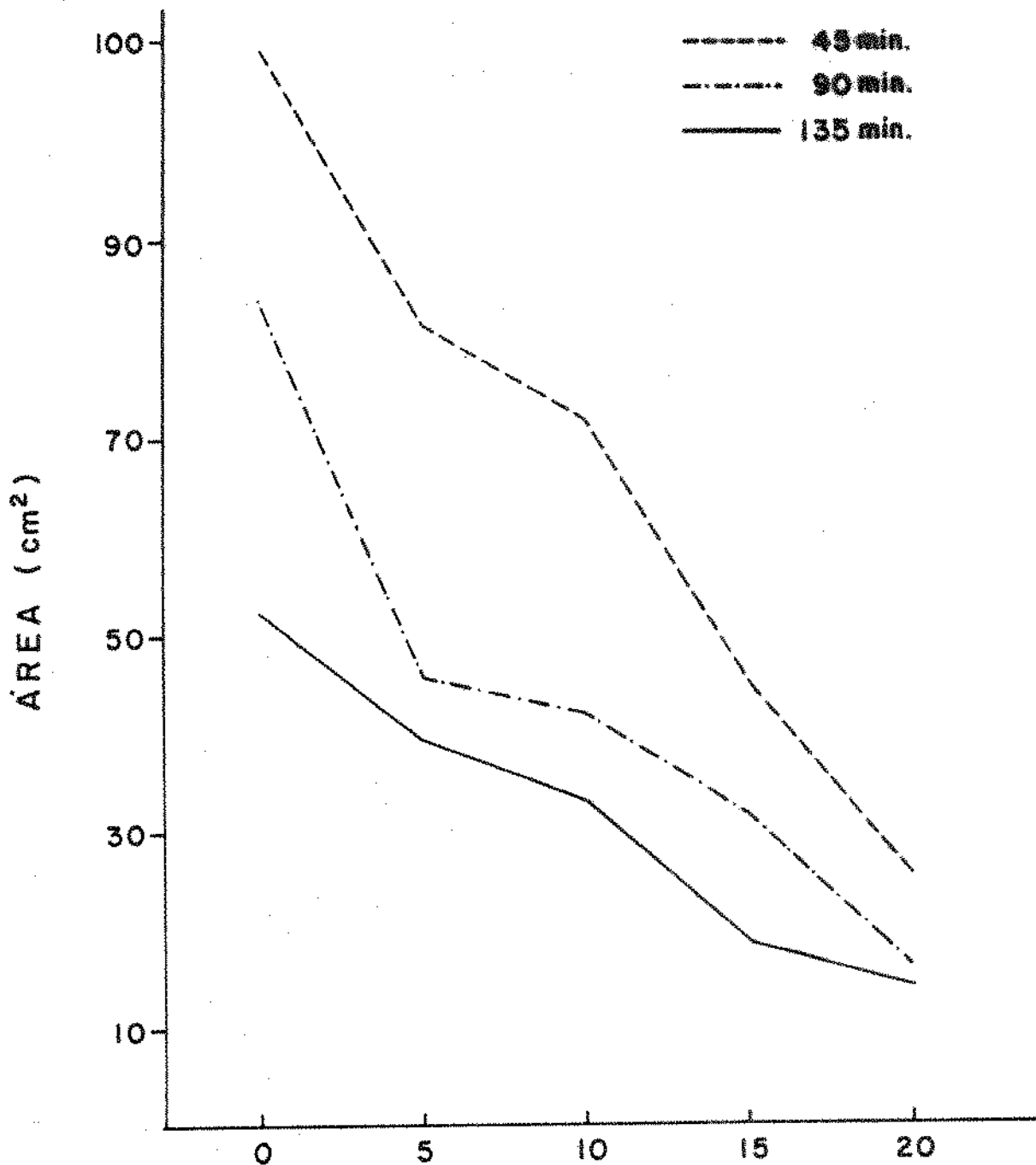


Figura 35. Efeito da farinha integral de tremço doce no número proporcional das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 36. Efeito da farinha integral de tremoço doce na área dos extensogramas das misturas feitas com farinha de trigo de 72% de extração no Sistema Farinha - Água - Ingredientes.

E - EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA DE TREMOÇO DOCE NA QUALIDADE DO PÃO

1 - Características externas do pão

Um dos critérios fundamentais usados no julgamento de uma farinha é o volume do pão produzido. O volume sofre a influência de um grande número de fatores sendo que a qualidade da farinha é extremamente importante.

A cor da crosta é o resultado do desenvolvimento da reação de Maillard, durante o tratamento térmico da massa no forno.

A ausência de quebra pode ser devido a uma farinha fraca e os defeitos de simetria tais como lados encolhidos, extremidades pequenas e crosta saliente são geralmente provenientes do tipo de processamento.

2 - Características internas do pão

A característica mais importante do pão é a estrutura da célula do miolo, porque ela sofre a influência da farinha, de quase todos os ingredientes e do processamento. A célula do miolo deve ser fina, aveludada e alongada ao invés de redonda. A cor do miolo depende do tipo de farinha, ingredientes usados e do processamento.

A textura é definida como a maciez do miolo, não podendo ser determinada pela inspeção visual e sim apalpando-a.

O aroma e gosto são influenciados por vários fatores entre os quais a qualidade dos ingredientes e o tipo de farinha usada na substituição da farinha de trigo.

Neste trabalho a qualidade do pão, foi avaliada

da por suas características externas e internas e essas, como vimos, dependem de inúmeros fatores. Entretanto, como o processamento foi padronizado, somente o efeito da farinha de tremoço doce misturado a farinha de trigo poderia refletir na qualidade do pão.

Os efeitos da substituição da farinha de trigo de 78% de extração por farinha integral de tremoço doce na qualidade do pão são representados na tabela 22 e figura 37. Ao nível de 5% de substituição, o tremoço doce não teve efeito sobre a qualidade do pão. Ao nível de 10%, houve uma diminuição na qualidade, em comparação ao pão feito somente com farinha de trigo. As principais faltas observadas foram devido aos defeitos na crosta, estrutura e textura do miolo e uma diminuição de volume. Acima de 10% de substituição a qualidade diminuiu consideravelmente (figura 38) sendo que o aroma e gosto do pão foram afetados.

Os efeitos da substituição da farinha de trigo de 72% de extração por farinha integral de tremoço doce são representados na tabela 23 e figura 39 e os resultados tiveram a mesma tendência (figura 40) que os obtidos para a farinha de trigo com 78% de extração, embora com uma qualidade melhor.

Esses resultados mostravam que ao nível de 5% de substituição a qualidade do pão foi comparável ao pão de farinha de trigo pura.

Ao nível de 10% de substituição houve uma pequena queda na qualidade, mas mesmo assim o pão mostrou caracteristícas boas para consumo e produção comercial.

O efeito de uso de aditivos, como o estearoil-lactil-lactato de cálcio (CSL) ao nível de 0,25% em pães feitos com farinha de trigo de 78% de extração e farinha integral de tremoço doce aos níveis de 10% e 15% de substi

Tabela 22

Efeito da adição da farinha integral de tremçoço doce à farinha de trigo de 78% de extração na qualidade do pão.

NÍVEL DE SUBSTITUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS			CARACTERÍSTICAS INTERNAS			AROMA E GOSTO	CONTAGEM TOTAL			
	P. Esp. (cm ³ /g x3,33)	Cor	Quebra	Simetria	Carac. Crosta	Est. Cel. Miolo			Textura Miolo		
	20,0	10,0	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	100,0			
0%	16,0	8,0	3,0	5,0	4,5	6,5	6,5	8,0	9,0	12,0	78,5
5%	15,3	9,0	3,0	5,0	4,0	6,5	6,0	8,5	9,0	13,0	79,3
10%	14,5	8,0	2,0	4,0	3,0	6,0	5,0	7,0	8,0	12,0	69,5
15%	13,0	7,0	1,0	3,0	3,0	5,0	4,5	7,0	5,0	7,0	56,4
20%	10,8	5,0	0,0	2,0	2,0	4,0	2,5	6,0	4,0	5,0	41,3
Valor Máximo											

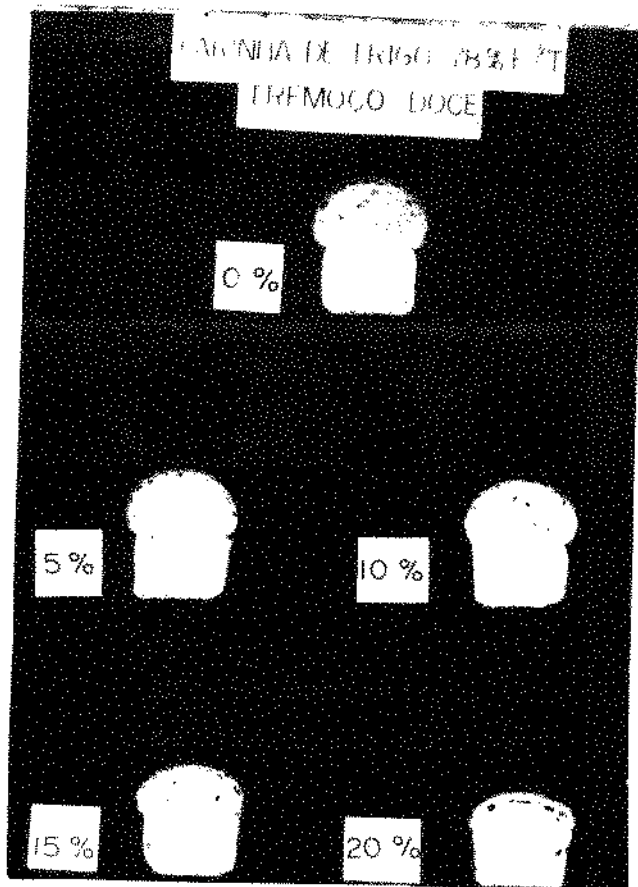
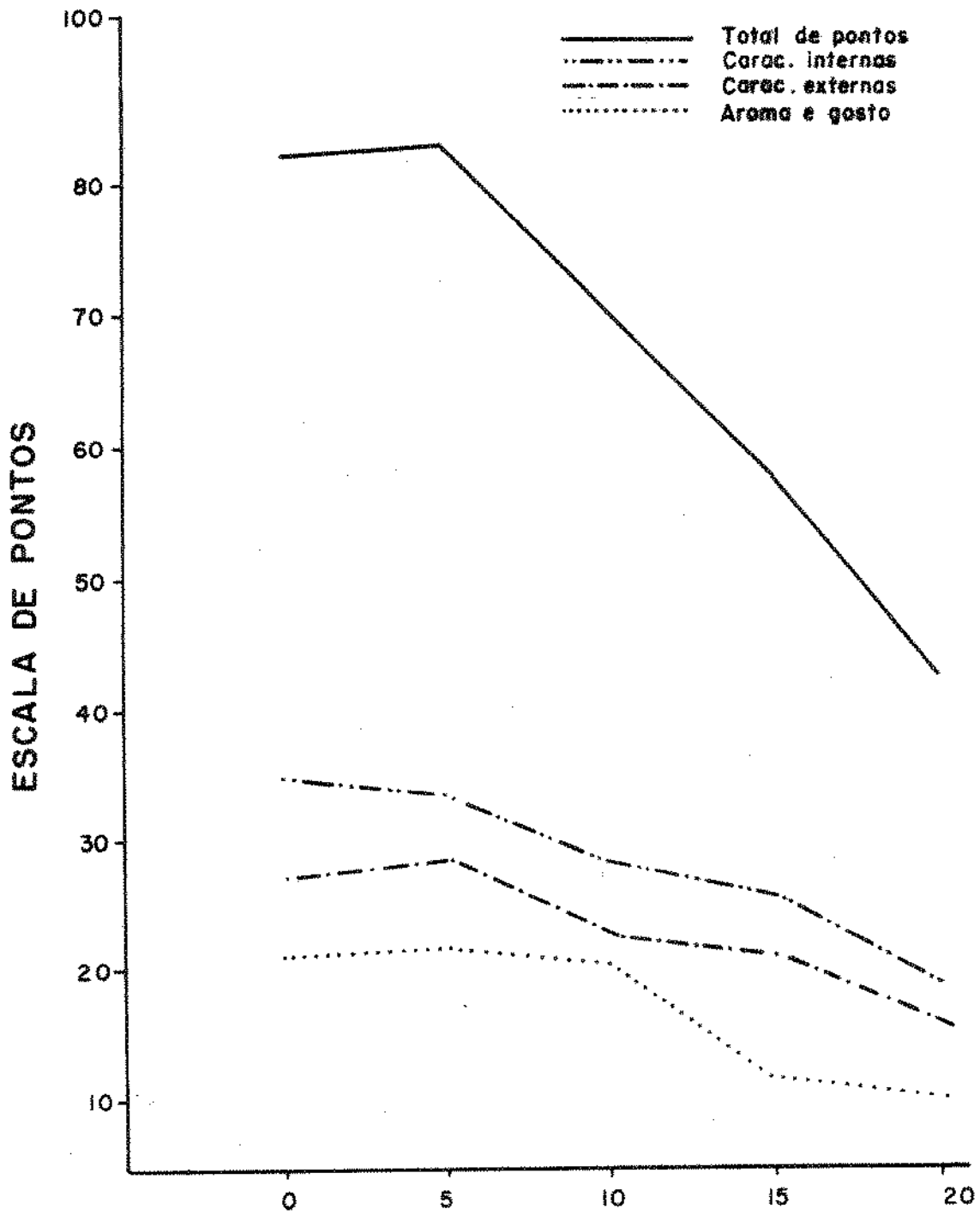


Figura 37. Efeito da farinha integral de tremço doce na qualidade dos pães feitos com farinha de trigo de 78% de extração.



PERCENTAGEM DE FARINHA DE TREMOÇO DOCE

Figura 38. Resultados obtidos para os pães feitos com misturas de farinha integral de tremoço doce e farinha de trigo de 78% de extração.

Tabela 23

Efeito da adição da farinha integral de tremçoço doce à farinha de trigo de 72% de extração na qualidade do pão.

NÍVEL DE SUBSTITUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS			CARACTERÍSTICAS INTERNAS				AROMA E GOSTO	CONTAGEM TOTAL
	Cor	Quebra	Slime	Carac.	Cor	Est. Cel.	Textura		
	P.Esp. (cm ³ /g x3,33)	Crosta	bra	tria	Crosta	Miolo	Miolo	Miolo	
	20,0	10,0	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	10,0	100,0
0%	18,2	8,0	3,5	5,0	5,0	7,0	7,0	8,0	82,7
5%	16,0	9,0	3,0	5,0	4,5	7,0	8,0	8,5	83,0
10%	13,6	8,0	2,0	4,0	3,5	6,0	6,0	7,0	70,1
15%	13,4	7,0	1,5	3,0	3,5	5,0	5,0	7,0	57,4
20%	11,0	5,0	0,0	2,0	2,0	4,0	3,0	6,0	42,0
Valor Máximo									

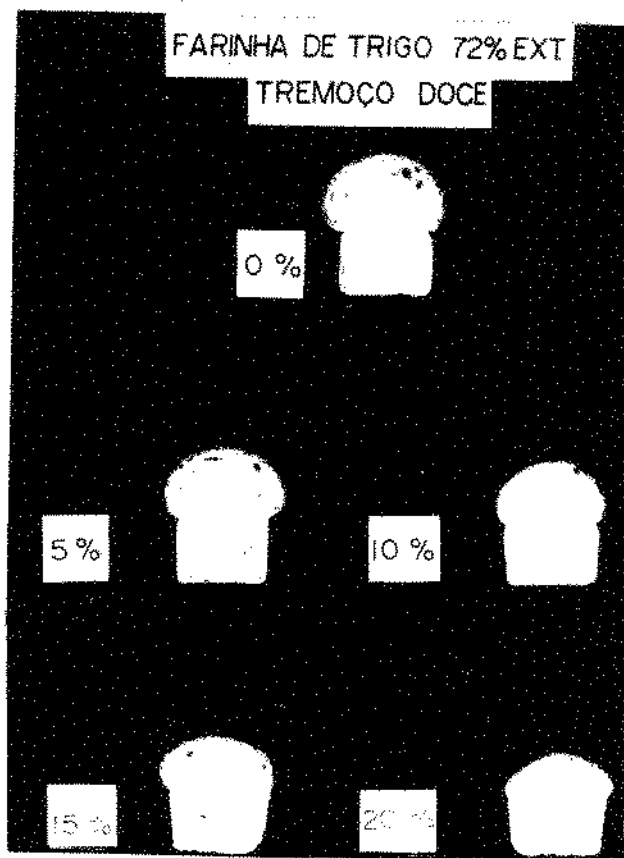


Figura 39. Efeito da farinha integral de tremço doce na qualidade do pão feito com farinha de trigo de 72% de extração.

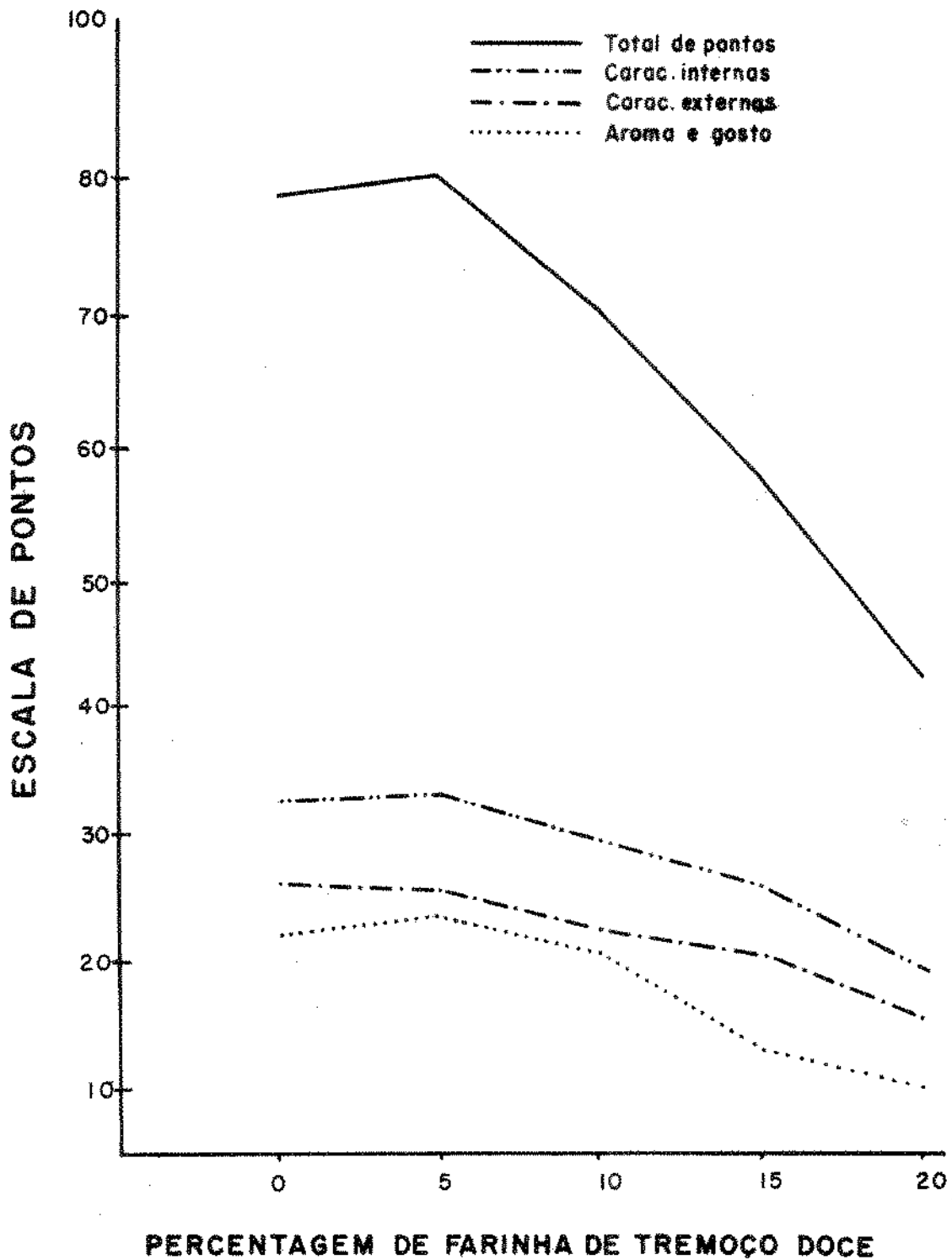


Figura 40. Resultados obtidos para os pães feitos com misturas de farinha integral de tremço doce e farinha de trigo de 72% de extração.

tituição é mostrado na tabela 24, e o volume do pão produzido ao nível de 10% de substituição apresentado na figura 41, teve o mesmo volume do pão feito com a farinha de trigo puro. Houve também uma melhoria na textura. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por diversos pesquisadores (6,23,32,34,54,55) que usaram CSL para melhoria da qualidade de pães produzidos de farinhas compostas.

Esses resultados indicaram que a farinha integral de tremoço doce poderia ser usada ao nível de 10% de substituição com 0,25% de CSL sem prejudicar a qualidade do pão.

F - EFEITO DA ADIÇÃO DA FARINHA INTEGRAL DE TREMOÇO DOCE NO VALOR NUTRICIONAL DO PÃO

A composição do pão com 0%, 7% e 10% de farinha integral de tremoço doce está presente na tabela 25, e o seu conteúdo em proteínas, gorduras e cinzas aumentou significativamente.

Os valores de PER (quociente de eficiência proteica) obtidos foram de 0,81 para o pão de farinha de trigo e 0,90 e 1,28 para a farinha integral de tremoço doce aos níveis de 7% e 10% de substituição.

O aumento do valor nutritivo do pão feito com 10% de farinha integral de tremoço foi significativamente maior do que o pão feito de farinha de trigo pura, com um aumento de 58% no PER.

Tabela 24

Efeito do uso de aditivo (CSL) na qualidade do pão feito com farinha de trigo de 78% de extração.

NÍVEL DE SUBSTITUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS			CARACTERÍSTICAS INTERNAS			AROMA E GOSTO	CONTAGEM Total
	P. Esp. (cm ³ /g x3,33)	Cor	Quebra	Simetria	Carac. Crosta	Cor Miolo		
	20,0	10,0	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	100,0
0%	15,2	8,0	3,5	5,0	7,0	7,0	9,0	79,7
10%	13,4	8,0	2,0	4,0	3,5	6,0	8,0	69,9
15%	12,6	7,0	1,5	3,0	3,5	5,0	5,0	56,6
10%+ 0,25% CSL	15,3	8,0	2,0	4,0	3,5	6,0	8,0	72,8
15%+ 0,25% CSL	14,0	7,0	1,5	3,0	3,5	5,0	5,0	59,0

Valor Máximo

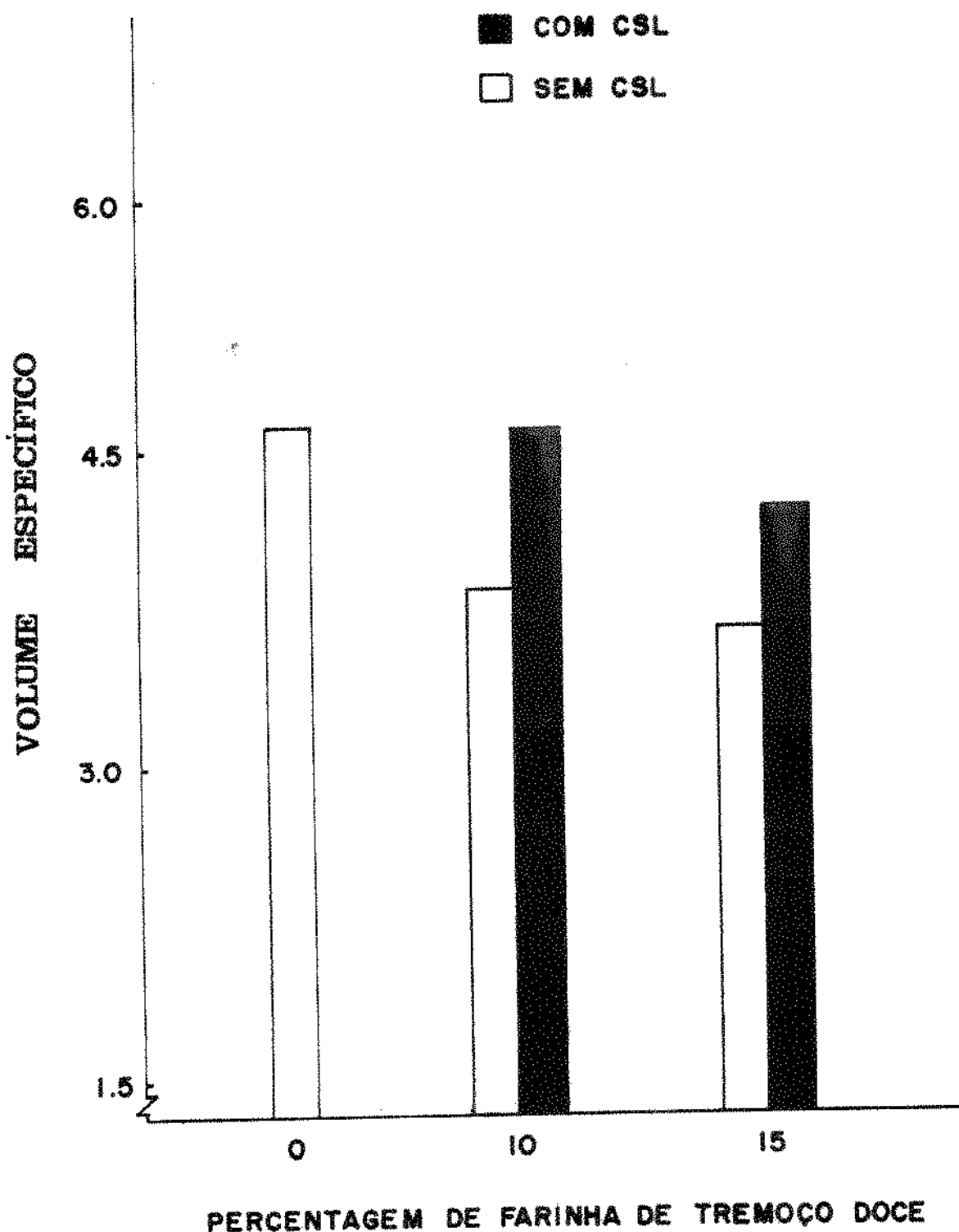


Figura 41. Efeito do CSL no volume específico dos pães feitos com 10% e 15% de farinha integral de tremoço doce em substituição a farinha de trigo de 78% de extração.

Tabela 25

Efeito da adição da farinha integral de tremçoço doce na composição e valor nutricional do pão.

	% de farinha integral de tremçoço doce		
	0	7	10
Água	14,0	14,0	14,0
Proteína	11,0	14,0	15,0
Gordura	2,80	3,20	3,60
Cinzas	0,60	0,75	0,90
Carboidratos	70,0	66,3	64,7
PER	0,81	0,90	1,28

V. CONCLUSÕES

A farinha integral de tremçoço doce pode ser obtida com um rendimento de 85%, e a farinha desengordurada com um rendimento de 72% após a extração de 11,50% de óleo. Essas farinhas apresentaram coloração amarela, somente 0,013% de alcalóides e não mostraram fatores antinutricionais.

Apresentaram um elevado teor em proteínas (37,30% para a integral e 4161% para a desengordurada) com um alto teor dos aminoácidos indispensáveis lisina, treonina e leucina (4,42; 3,81; e 8,79 g/16 g de N, respectivamente).

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha integral ou desengordurada de tremçoço doce aumentou a absorção de água, melhorando o rendimento do pão.

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha integral ou desengordurada de tremçoço doce aumentou o tempo de mistura para chegar ao ponto ótimo de desenvolvimento da massa e diminuiu a estabilidade, o que implica em dizer que a tolerância da massa ao trabalho mecânico decresceu.

O uso do tempo de desenvolvimento ótimo da massa, obtido pelo teste padrão do farinógrafo (Sistema-Farina-Água), mostrou não ser o indicado quando a farinha for combinada com os ingredientes normalmente usados na fabricação do pão.

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha integral de tremçoço doce produziu melhores resultados nas propriedades de mistura da massa que a farinha desengordurada.

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha integral ou desengordurada de tremço doce diminuiu a resistência e a extensão, a resistência máxima, a extensibilidade e a área total nos extensogramas.

Os ingredientes usados na fabricação do pão alteraram as características reológicas das massas.

A substituição de 5% de farinha de trigo de 78% de extração por farinha integral de tremço doce produziu um pão similar ao controle.

A substituição da farinha de trigo de 78% de extração por farinha integral de tremço doce ao nível de 10% de substituição, aumentou o conteúdo de proteína dos pães em 36,3%, o de gordura em 28%, o de sais minerais em 50% e o valor do PER em 58%.

VI. SUGESTÕES PARA O USO DE TREMOÇO DOCE
EM FUTUROS TRABALHOS

Substituição máxima da farinha de trigo proveniente de trigos mais fortes tais como as variedades vermelho-duro.

Enriquecimento de biscoitos e massas alimentícias.

Misturas com a farinha de milho visando aumentar o valor nutricional.

Estudo de condições para a produção de farinha pré-gelatinizada e o seu uso em alimentos infantis.

Efeito do uso de diferentes tipos de branqueadores.

Isolar e caracterizar quimicamente suas proteínas, carboidratos e lipídeos.

BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. APPROVED METHODS OF AACC. The Association: St. Paul, Minn (1974)
2. BAER, E.V. The Sweet Lupine. Cultivation and uses in the South of Chile, *Simiente XIII*: 1-3 (1973)
3. BARNES, R.A. e GILBERT, A.M.E. Investigação Química Preliminar de Várias Plantas Brasileira. Presença de alcalóides, saponinas e outras substâncias, *Boletim do Instituto de Química Agrícola do Ministério da Agricultura* 58: 10-12 (1960)
4. BLOKSMA, A.H. Rheology and chemistry of dough. Chapter 11 In: *Wheat Chemistry and Technology*. Ed. by Pomeranz Y.A. A.C.C. St. Paul, Minnessotta (1971)
5. BOHN, R.T., and FAVOR, H.H. Functional properties of soya flour as a bread ingredient, *Cereal Chem.*22: 296-311 (1945)
6. BRACHFELD, B.A. and HETZEL, C.P. Sodium stearyl fumarate: further studies in bread, *Cereal Sci. Today* 13: 11 - 13 (1968)
7. BURVILL, G.H., TEAKLE, L.J.H., and JONES, L.T. Soil conservation in vineyards and orchards. Its relation to cultivation, cover crops, and weeds, *Journal Agriculture Western Australia* 20: 224 - 236 (1943)
8. BUSHUK, W., and HULSE, J.H. Dough development by sheeting and its application to bread production from composite flours, *Cereal Sci. Today* 19: 424 - 427 (1974)
9. DECKER,), WALLACE, A.T., and WEBB, T.E. Recent studies on Lupine in Florida, *Phytopathology* 42: 283 (1973)
10. DEMPSTER, C.J., and HLINKA, I., Some effects of the mixing

- process on the physical properties of dough, Cereal Chem. 35: 483 (1958)
11. EL- DASH, A.A. An objective baking teste using the farino graph and extensigraph. AACC 61st annual meeting (oct. 1976)
 12. EL- DASH, A.A. Qualidade tecnológica do trigo nacional bra sileiro. I. O problema da presença de alfa 1,4 glucan - 4 glucano hydrolase (alfa amilase), 28a. Reunião anual da SBP C. suplemento de ciência e cultura. Brasília julho 1976
 13. FINNEY, K. Loaf volume potentialities, buffering capacity and other baking properties of soy flour in blends with spring wheat flour, Cereal Chem. 23: 96 - 104 (1946)
 14. FLORES, J., and OELCKERS, C.E. El Lupino en el sur de Chi le. Instituto de Zootecnia, Universidade Austral de Chile, Valdivia (unpublished) (1973)
 15. GILBERT, G.A. and PADTRICK, A.D., Enzymes of the potato concerned in the synthesis of starch: I - The separation and crystallization of Q-enzyme, Biochemical Journal 51: 181 (1952)
 16. GLADSTONES, J.S., Lupine as crop plants, Field Crop Ab stracts 23: 123 - 130 (1970)
 17. GLADSTONES, J.S. Lupine in Western Australia: 1 - Species and varieties, Journal Agriculture Western Australia 10: 389 - 393 (1969)
 18. HACKBARTH, J.V., TROLL, H.J. Lupinen als Kornleguminosen und Futterpflanzen. Handbuch der Pflanzenzuchter, 2 AU VEG IV Band (1970)
 19. HARRIS, R.S., CLARK, M., and LOCKHART, E.E. Nutritive va lue of bread containing soya flour and milk solids, Arch.

- Biochem. 4: 213 (1944)
20. HEAPS, P.W., WEBB, T, Russel EGGIT, P.W., and COPPOCK, J. B.M. Studies on mechanical factors affecting dough development, J. Food Technology 2: 37 (1967)
 21. HENSON, P.R., and STEPHENS, J.L. Lupnes. Farmall Bulletin 2114. U. S. D. A. Washington (1958)
 22. HORAN, F.E. Wheat-soy blends: high- quality protein products, Cereal Sci. Today 18: 11-14 (1973)
 23. JONES, D.B., and DIVINE, J.P. The protein nutritional value of soy bean, peanut and cottonseed flour and their values as supplements to wheat flour, J. Nutrition 28: 41 (1944)
 24. JUNGE, I. Lupine and Quinoa a research and development in Chile. Report of the Bioengineering Laboratory, School of Engineering, University of Concepción, Chile (1973)
 25. KAKADE, M.L., SIMONS, NANCY, and LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substracts for measuring the antitriptic activity of soybeans samples, Cereal Chem. 46: 518 (1969)
 26. KENT-JONES, D.W., and AMOS, A.J. Modern Cereal Chemistry Food Trade Press Ltd, London, Sixth Edition (1967)
 27. KIM, J.C., and DeRUITER, D. Bread from non-wheat flours, Food Technology 22: 55-66 (1968)
 28. KOELER, G.O., and PALTER, R. Studies on methods for amino acid analysis of wheat products. Chapter 11. In: Wheat Chemistry and Technology 2nd, ed By Pomeranz, Y. A.A.C.C. St. Paul Minnessotta U.S.A. (1971)
 29. LAMSTER, E.C. Forrageiras de Inverno, Boletim da ACAR - MG 1: 11-12 (1972)

30. LEACH, H.W., In Starch. Chemistry and Technology. Volume 1. Edited by Roy L.W. and Eugene F. Paschall. Academic Press, New York (1965)
31. MATZ, S.A. Bakery Technology and Engineering, 2nd ed. AVI Publishing Co. Westport, Connecticut, U.S.A. (1972)
32. MATTHEWS, R., H., SAIARPE, E., J., and CLARK, W., M. The use of some oilseed flours in bread, Cereal Chem. 47: 181 - 189 (1970)
33. MARNETT, L.F., and TENNEY, R.J. Calcium stearyl-2-lactylate, a new and versatile baking ingredient, Bakers Digest 35: 52-62 (1961)
34. MARNETT, L.F., TENNEY, R.J. and BARRY, V.D. Methods of producing soy-fortified breads, Cereal Sci. Today 18: 38-43; 50 (1973)
35. McCONNELL, L.M., SIMMONDS, D.H., and BUSHUK, W. High protein bread from wheat-faba bean composite flours, Cereal Sci. Today 19: 517-521 (1974)
36. OFELT, C.W., SMITH, A.K., EVANS, C.D. and MOSER, H.A. Soy flour bread wins its place, Food Eng. (12): 145; 147-149 (1952)
37. PATEL, K.M., JOHNSON, J.A. Horsebean protein as supplement in breadmaking. I. Isolation of horsebean protein and its aminoacids composition, Cereal Chem. 51: 693-701 (1974)
38. PATEL, K.M., JOHNSON, J.A. Horsebean protein supplements in breadmaking. II. Effect on physical dough properties, baking quality, and amino acid composition, Cereal Chem. 52: 791-800 (1975)
39. PRATT, Jr. D.B., Criteria of flour quality. Chapter 5. In: Wheat Chemistry and Technology. Ed. by Pomeranz Y. A.A.C.C.

St. Paul Minnessotta (1971)

40. PYLER, E.J. Baking Science and Technology (2 vol.) Siebel Publishing Co: Chicago, Illinois, U.S.A. (1973)
41. RANHOTRA, G.S., LOEWE, R.J., and LEHMANN, T.A. Breadmaking characteristics of wheat flour fortified with various commercial soy protein products, Cereal Sci. Today 51: 629-634 (1974)
42. RANHOTRA, G.S., LOEWE, R.J., and PUYAT, L.V. Preparation evaluation of soy-fortified gluten-free bread, Journal of Food Sci. 40: 62-64 (1975)
43. ROGERS, Q.R., and HARPER, A.E., Amino acid diets and maximal growth in the rat. J.Nutr., 87: 267-273 (1965)
44. ROONEY, L.W., GUSTAFSON, C.B., CLARK, S.P., and CATER, C.M. Comparison of the baking properties of several oilseed flours, Journal of Food Science 37: 14-18 (1972)
45. SANDSTEDT, R.M., Photomicrographic Studies of Wheat Starch. III. Enzimatic digestion and granule structure, Cereal Chem. 32 (suppl) 17 (1955)
46. SENGBUSCH, R.Von. Lupine low in bitter substances, Zuchter 2: 1 - 2 (1930)
47. SGARBIERI, V.C., GALEAZZI, M.A., HADDAD, T.M. e COSTA, A.M. S. Teor proteico e fatores antinutricionais em sementes de plantas da família Leguminosae, 27a. Reunião anual da S.B:P.C. suplemento de ciência e cultura Belo Horizonte Julho 1975
48. SHELLENBERGER, J.A. The status of high-protein bread, Bakers Digest 48 (4): 32-35 (1974)
49. SIPOS, E. F., TURRO, E., and WILLIAMS, L.D. Soy protein products for baked foods, Bakers Digest 48 (2): 29- 38; 67 (1974)

50. SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H., and MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids, Anal. Chem. 30: 1190 (1958)
51. TANAKA, L., TIPPLES, K.H. Relation between farinograph mixing curve and mixing requirements, Cereal Sci. Today 14: 269 (1969)
52. TENNEY, RALPH J., and SCHMIDT, D.M. Sodium Stearoyl-2-lactylate: its functions in yeast-leavened bakery products, Bakers Digest 42 (6): 38-42 (1968)
53. TKACHUK, R., Aminoacid Composition of Wheat flour, In Wheat Chemistry and Technology. Ed. by Pomeranz Y., A.A.C.C. St. Paul Minnessotta 275 (1972)
54. TSEN; C.C., and HOOVER, W.J. High-protein bread from Wheat flour fortified with full-fat soy flour, Cereal Sci. To-day 50: 7-16 (1973)
55. TSEN, C.C., and TANG, R.T. K-State process for making high-protein breads: I. Soy flour bread, Bakers Digest 45 (10) : 26-32 (1971)
56. WARNER, R.G., Nutrient requirements of the laboratory rat. In NAS/NRC. Nutritional requirements of the laboratory rats. Washington, D.C., NAS/NCR, 51-81 (1962) (Publication 990)