

**INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO E DIFERENTES
TRATAMENTOS DE MACERAÇÃO E COCÇÃO NA QUALIDADE
DE FEIJÕES (*Phaseolus vulgaris* L.) ENLATADOS**

MARISA DE NAZARÉ HOELZ JACKIX
Engenheiro de Alimentos

ORIENTADOR:

PROF. DR. ROBERTO H. MORETTI

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de
Alimentos e Agrícola para obtenção do título de
Mestre em Tecnologia de Alimentos.**

1978

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

ÍNDICE

PÁGINA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

SUMMARY

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. VARIEDADES DE FEIJÃO.....	4
2.2. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	5
2.3. FATORES QUE AFETAM A HIDRATAÇÃO DO GRÃO DURANTE A MACERAÇÃO.....	6
2.3.1. Grão duro.....	8
2.3.2. Escaldamento.....	11
2.3.3. Tempo - temperatura de maceração.....	13
2.3.4. Aditivos na maceração.....	16
2.4. COCCÃO DE FEIJÕES.....	22
2.5. TEXTURA DE FEIJÕES COZIDOS.....	31

2.6. EFEITO DO PROCESSAMENTO NO VALOR NUTRICIONAL DO FEIJÃO.....	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1. MATERIAL.....	38
3.1.1. Matéria prima.....	38
3.1.2. Reagentes.....	38
3.1.3. Soluções de maceração.....	38
3.1.4. Aparelhos e equipamentos.....	39
3.2. MÉTODOS.....	40
3.2.1. Identificação da matéria prima.....	40
3.2.2. Estudo de maceração.....	41
3.2.3. Estudo de cocção de feijões armazenados por 1 ano.....	44
3.2.4. Estudo de enlatamento com HMFS, sem maceração prévia.....	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1. ESTUDO DE MACERAÇÃO DE FEIJÕES.....	53

4.1.1. Classificação da matéria prima.....	53
4.1.2. Composição centesimal do grão.....	53
4.1.3. Perda de sólidos na maceração.....	56
4.1.4. Alteração do pH durante a maceração.....	58
4.1.5. Perda de proteínas na maceração.....	59
4.1.6. Dureza da água de cocção e maceração.....	59
4.1.7. Curva de hidratação.....	61
4.1.8. Absorção máxima.....	76
4.1.9. Efeito de diferentes processos de macera ção e do armazenamento na absorção de água de diversas variedades de feijão.....	77
4.2. ESTUDO DA COCÇÃO DE FEIJÕES ARMAZENADOS POR 1 ANO.....	87
4.2.1. Efeito de diferentes tratamentos de ma ceração na absorção de água após 20 mi nutos de cocção a 121°C	87
4.2.2. Absorção de água de diversas variedades submetidas a diferentes tratamentos de maceração.....	90

4.2.3. Efeito do tempo de cocção na absorção de água do feijão.....	91
4.2.4. Efeito da maceração e tempo de cocção na textura do feijão.....	91
4.2.5. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na taxa de cocção do feijão Carioca.....	108
4.2.6. Relação entre a avaliação física e sensorial da textura do feijão.....	114
4.2.7. Correlação entre absorção de água após a cocção e a textura de feijões.....	116
4.2.8. Efeito da época de plantio na absorção de água total e na textura de feijões....	118
4.2.9. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na viscosidade do caldo de feijões.....	118
4.2.10. Estudo de enlatamento com hexametafosfato de sódio, sem maceração prévia.....	120
4.2.11. Efeito do tempo de armazenamento na textura do feijão.....	127
4.2.12. Fluxograma sugerido para o enlatamento de feijão armazenado.....	131
5. CONCLUSÕES.....	132
6. BIBLIOGRAFIA.....	137

QUADROS E FIGURAS

QUADROS	PÁGINA
1. Classificação, quanto ao tipo, de cinco variedades de feijão <u>Phaseolus vulgaris</u> L., safra das águas e da seca (CATI-1975).....	54
2. Composição centesimal de cinco variedades de feijão <u>Phaseolus vulgaris</u> L., da safra das águas e da seca....	55
3. Perda de sólidos (%) na água ou solução de maceração, pelas diversas variedades de feijão submetidas a diferentes tratamentos de maceração.....	57
4. Nitrogênio Total e Nitrogênio Não Protéico, no meio de maceração, após diferentes tratamentos de maceração.....	60
5. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na absorção máxima de água de quatro variedades de feijão que não sofreram armazenamento.....	78
6. Efeito de diferentes tratamentos de maceração a 25°C na absorção máxima de água de cinco variedades de feijão após um ano de armazenamento.....	79
7. Efeito de diferentes tratamentos de maceração a 60°C na absorção máxima de água de cinco variedades de feijão, após um ano de armazenamento.....	80

8. Efeito do tempo de cocção na absorção de água total, do feijão Carioca (das águas), submetido a diferentes tratamentos de maceração.....92
9. Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de cocção na avaliação sensorial da textura do feijão Carioca (das águas).....95
10. Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de cocção na avaliação física da textura (Ins - tron) do feijão Carioca (das águas).....107
11. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física da textura (Instron) do feijão Bico de Ouro (das águas e da seca).....109
12. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física de textura (Instron) do feijão Carioca (das águas e da seca).....110
13. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física da textura (Instron) do feijão Piratã (das águas e da seca).....111
14. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação da textura (Instron) dos feijões Rico 23 (das águas) e Rosinha (das águas).....112
15. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na viscosidade do caldo de diversas variedades de feijão....119

16. Efeito de diferentes processos de enlatamento na ab sorção total de água do feijão Carioca (das águas), após um ano e meio de armazenamento.....121
17. Volume aparente de 100 g de feijão Carioca (das águas) com 11% de umidade.....123
18. Efeito de diferentes processos de enlatamento na a- valiação sensorial da textura e sabor do feijão Ca- rioca (das águas) armazenado por um ano e meio.....124
19. Efeito de diferentes processos de enlatamento na a- valiação física da textura (Instron) do feijão Caro ca (das águas), armazenado por um ano e meio.....125
20. Efeito de tempo de armazenamento na absorção de á- gua total do feijão Carioca (das águas).....128
21. Efeito do armazenamento na textura (avaliação senso rial) do feijão Carioca das águas.....129
22. Efeito do tempo de armazenamento na textura (Instron) do feijão Carioca das águas.....130

1. Modelo de ficha utilizada para a avaliação sensorial da textura no Estudo de Cocção de Feijão.....49
2. Modelo de ficha utilizada para a avaliação sensorial da textura e sabor, no Estudo de Enlatamento.....52
3. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (das águas), antes do armazenamento.....62
4. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (das águas), após 1 ano de armazenamento.....63
5. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (da seca), antes do armazenamento.....64
6. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (da seca), após 1 ano de armazenamento.....65
7. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (das águas), antes do armazenamento.....66
8. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (das águas), após 1 ano de armazenamento.....67

9. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (da seca), antes do armazenamento.....68
10. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (da seca), após 1 ano de armazenamento.....69
11. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (das águas), antes do armazenamento.....70
12. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (das águas), após 1 ano de armazenamento.....71
13. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (da seca), após 1 ano de armazenamento.....72
14. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rosinha (das águas), antes do armazenamento.....73
15. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rosinha (das águas), após 1 ano de armazenamento.....74
16. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rico 23 (das águas), após 1 ano de armazenamento.....75

17. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na absorção de água na maceração, na coccção e na absorção de água total de 5 variedades de feijão.....89
18. Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de coccção na absorção de água total do feijão Carioca (das águas).....93
19. Grau de coccção do feijão Carioca (das águas), após diferentes tratamentos de maceração.....96
20. Carta do Instron, apresentando picos de força necesária para romper individualmente grãos de feijão.....99
21. Curvas de textura do feijão Carioca (1).....100
22. Curvas de textura do feijão Carioca (2).....101
23. Curvas de textura do feijão Carioca (3).....102
24. Curvas de textura do feijão Carioca (4).....103
25. Curvas de textura do feijão Carioca (5).....104
26. Curvas de textura do feijão Carioca (6).....105
27. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na taxa de coccção do feijão Carioca.....113
28. Correlação entre absorção de água total e avaliação sensorial da textura de feijões.....117

Dedico este trabalho,
ao Rubens, meu marido;
e a meus filhos,
Marcela e André.

AGRADECIMENTOS

Desejamos expressar nossos agradecimentos,

Ao orientador professor Dr. Roberto H. Moretti, pela sua lúci
da e valiosa orientação,

À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola da Universi-
dade Estadual de Campinas, na pessoa do professor Dr. André To
sello,

Ao professor Dr. Ihiel S. Schneider, Chefe do Departamento de
Tecnologia, pelas facilidades prestadas ao autor,

Ao pessoal do Laboratório de Análise Sensorial dessa Faculdade,
em particular à professora Dra. Ruth Garruti e à professora Ma
ria Lúcia Soares, pelos auxílios prestados,

Aos professores Dr. José Christovan Santos, Dr. Ahmed A. El -
Dash, Dr. Leopold Hartman e Aquilés E. Piedrabuena, pelas su-
gestões na apresentação deste trabalho,

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela
ajuda econômica facultada durante o curso de pós-graduação,

À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, da Secretaria
da Agricultura do Estado de São Paulo, pelo fornecimento de ma
terial para a realização desta tese,

Aos funcionários da planta de processamento do Departamento de Tecnologia, Srs. Angelo Romualo Bianchi e João Baptista Camargo,

Aos colegas e funcionários desta Faculdade que colaboraram neste trabalho,

E a meus pais, a minha maior gratidão.

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do armazenamento, maceração e cocção nos feijões enlatados (Phaseolus Vulgaris L.).

As variedades de feijão estudadas foram: Rosinha, Carioca, Rico 23 (Preto), Bico de Ouro e Piratã das safras das águas e da seca. O mesmo material foi trabalhado logo após a colheita, com 1 ano e 1 ano e meio de armazenamento.

Os feijões foram submetidos a diferentes processos de maceração e cocção. As variáveis para a maceração foram:

- Água a 25°C por 8 horas
- Solução 0,5% de hexametáfosfato de sódio (HMFS) a 25°C, por 8 horas
- Água a 25°C por 3 horas, após escaldamento
- Água a 60°C, por 1 hora
- Solução 0,5% de HMFS a 60°C, por 1 hora

As variáveis para a cocção foram:

- 20 minutos a 121°C
- 30 minutos a 121°C
- 40 minutos a 121°C

Observou-se que as mesmas variedades, quando cultivadas na es

tação da seca, continham sempre maior concentração de proteína, sendo as diferenças mais significativas para as variedades Bico de Ouro e Rico 23.

A absorção de água durante a maceração não aumentou com o uso da solução 0,5% de hexametáfosfato de sódio; no entanto os feijões cozidos tornaram-se significativamente mais macios e apresentaram um maior ganho de peso quando o HMFS foi utilizado, independendo do estágio do processo no qual foi adicionado.

Foi encontrado que na avaliação física da textura dos feijões armazenados, é necessário que seja verificada a força média, resultante da determinação da resistência individual de cem grãos e o coeficiente de variação dessas cem determinações de força no aparelho Instron. Amostras com forças médias semelhantes, porém com coeficiente de variação maiores foram considerados duras pelo painel. Quando o coeficiente de variação foi inferior a 32% e a força média menor que 1200 gf, o feijão sempre foi considerado macio.

Os feijões armazenados por 1 ano, não se tornaram macios quando foi utilizada somente água na maceração, mesmo após 40 minutos de cocção.

O uso da solução de HMFS 0,5% como líquido de enchimento, dispensou a fase de maceração; e com apenas 30 minutos de cocção resultou num produto macio, alcançando a textura considerada ideal pelos provadores.

SUMMARY

The main purpose of this work was to test the effect of soaking and cooking periods on different varieties of canned dry beans (Phaseolus vulgaris L.).

Studies were carried out using "Rosinha", "Carioca", "Rico 23" (black beans), "Bico de Ouro" and "Piratã" beans obtained during wet and dry seasons.

Tests were performed soon after harvest and 12 and 18 months of storage respectively.

Soaking processes were as follows:

- water at 25°C for 8 hours
- 0,5% SHMP (sodium hexametaphosphate) solution at 25°C for 8 hours
- water at 25°C for 3 hours, after scalding
- water at 60°C for 1 hour
- 0,5% SHMP solution at 60°C for 1 hour.

Cooking periods were:

- 20 minutes at 121°C
- 30 minutes at 121°C
- 40 minutes at 121°C

The protein content was significantly higher for dry season beans, especially for the "Bico de Ouro" and "Rico 23" beans.

Water absorption through soaking was not increased when using 0,5% SHMP solution; however cooked beans were significantly more tender, showed a greater weight gain when SHMP was used independent of the stage of the process at which the above salt was added.

For assessing the tenderness of the product, sensory analyses and Instron tests were carried out.

A relation between organoleptic and mechanical test was obtained when in addition to the measurement of the force applied in the Instron the variation coefficient of force was considered.

The beans were classified as tender by testing panel when the medium force applied in the Instron was less than 1200 gf and the variation coefficient less than 32%.

Beans after 1 year storage did not become tender even after 40 minutes of cooking, when water only was used for soaking and cooking.

The use of 0,5% sodium hexametaphosphate solution as filling liquid, dispensed with necessity of soaking and made possible to obtain after 30 minutes of cooking a product considered "ideally" tender by the testing panel.

1. INTRODUÇÃO

Na luta contra a má nutrição dos povos, particularmente protéica, as leguminosas indubitavelmente desempenham papel de relevo e esforços no sentido do incremento do seu cultivo e consumo têm sido feitos por entidades nacionais e internacionais interessadas em alimentação, tais como a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o Fundo das Nações Unidas para Infância (UNICEF) e outras, em estreito relacionamento com a Organização Mundial de Saúde (OMS).

A importância do feijão ou leguminosas em geral como alimentação humana deve-se fundamentalmente a três fatores: baixo custo, ser um alimento relativamente bem balanceado e pronta aceitação pelos povos dos mais diferentes hábitos alimentares.

No Brasil o feijão tem papel de destaque como alimento básico na dieta da população. O consumo "per capita" é da ordem de 28 kg/ano, constituindo-se o mais elevado do mundo e, segundo trabalhos sobre nutrição feitos no Nordeste (EUA, 1963) e em Diamantina, Minas Gerais (MEC, 1970), esta leguminosa é consumida pelo menos uma vez por dia em 100% das famílias, sendo ela a mais importante fonte individual de proteína na alimentação.

O suporte para esse grande consumo é a própria produção nacional, que se classifica em primeiro lugar no mundo, seguida da

Índia, China, México e Estados Unidos da América do Norte.

A produção brasileira de feijão, que se situa no oitavo lugar no panorama da agricultura nacional, foi da ordem de 1.842,26 mil toneladas em 1976, tendo sido estimada para 1977 em 1.964,70 mil toneladas (IBGE, 1977).

A industrialização do feijão traria inúmeras vantagens para o consumidor, mas seu potencial de industrialização não é mobilizado, principalmente por falta de estudos tecnológicos neste campo.

O feijão não é um produto de baixo custo para o ano inteiro, embora contenha aproximadamente 25% de proteínas, seu valor biológico pode variar bastante. Neste ponto, a industrialização poderia apresentar papel de grande importância: o de ser um fator de estabilização de preços e, através de recursos tecnológicos, propiciar melhoria do valor biológico.

Quanto ao uso doméstico, o produto industrializado traria grandes vantagens em relação ao produto "in natura", principalmente devido a dois fatores: longo tempo de cocção e, consequentemente, grande consumo de energia. É seguro dizer que a produção em escala industrial reduz o gasto de energia total para preparar este alimento, mesmo considerando custos extras de embalagem, estocagem, etc.

Em função das exigências da vida moderna, traduzidas por uma menor permanência das pessoas nos lares, acreditamos ser impe-

rativo a vulgarização de práticas culinárias que minimizem o tempo de preparo das refeições, como é o caso do produto tema deste trabalho.

Devido ao fato de ser largamente aceito pela produção e de ser de boa qualidade nutricional, o feijão é bastante indicado para uso institucional. A industrialização possibilita o uso deste produto pelas Forças Armadas, particularmente em campanha ; em programas nacionais de alimentação, tais como merenda escolar e assistência ao trabalhador; e em pequenos restaurantes de escolas e indústrias, onde a dificuldade de preparo pelo método tradicional, aliada às grandes quantidades envolvidas, inviabiliza seu emprego na maioria dos programas.

O objetivo deste trabalho é verificar a influências nas diversas variedades de feijão (Phaseolus vulgaris L.) de processos de maceração e tempos de cocção, no tocante à qualidade do feijão enlatado e propor um processamento econômico que resulte num produto de baixo custo e boa qualidade. Como a textura é o principal fator de qualidade para o feijão e, tendo em vista que o feijão velho é muito duro, chegando às vezes a ser impróprio para consumo, pretende-se estender este trabalho para feijões do ano e após 1 ano de armazenamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. VARIEDADES DE FEIJÃO

Sob a designação de feijão, as estatísticas brasileiras englobam o produto de duas espécies de leguminosas alimentícias: Vigna sinensis L. Savi e Phaseolus vulgaris L. . A primeira espécie é cultivada unicamente nas regiões norte e nordeste, ao passo que nas demais regiões do país, cultivava-se apenas a segunda.

Dentre as variedades indicadas pela Comissão Brasileira de Feijão para plantio, estão Rico 23, Rosinha G-2, Bico de Ouro e Carioca, sendo que nos resultados apresentados do ano agrícola 69/70, as variedades Rico 23, Carioca e Rosinha G-2 aparecem como as das melhores em produção em diversas localidades da Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

No decorrer dos anos de 1966 a 1970, a Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas, procedeu a 28 ensaios comparativos das principais variedades cultivadas no Estado de São Paulo, e os resultados revelaram a superioridade da nova variedade Carioca em todas as localidades testadas, com produções bem melhores que as variedades Bico de Ouro e Rosinha G-2, atualmente as mais plantadas no Estado de São Paulo.

2.2. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal de diversas variedades de feijão foi pesquisada por diversos autores.

Para umidade foram verificados valores variando de 5,9%, encontrado por SIRINIT (1965), a 13,12% por BETHELEM e col. (1954). Para proteínas, as variações foram de 16,18%, conforme CONCEPCION e CRUZ (1961), até 25,0%, resultados obtidos por MORAES e ANGELUCCI (1971). Para cinzas, SIRINIT (1965) e CONCEPCION e CRUZ (1961), obtiveram valores de 3,4 e 3,6%, respectivamente. Para lipídios, os valores oscilaram entre 1,0 a 1,76%, de acordo com MORAES e ANGELUCCI (1971) e SIRINIT (1965), respectivamente. Para fibras, o porcentual variou de 4,0%, conforme MORAES e ANGELUCCI (1971) a 6,7%, de acordo com SIRINIT (1965). Finalmente, para carboidratos, os valores como amido e pentosanas, situaram-se entre 47%, conforme MORAES e ANGELUCCI (1971) e 61,93% de acordo com BETHELEM e col. (1954).

BETHELEM e col. (1954), analisando a composição centesimal de 50 variedades de feijões existentes no Brasil, chegaram a uma média para a espécie Phaseolus vulgaris, que é a mesma apresentada por WINTON e WINTON (1949):

- Umidade 12,6%
- Proteínas 27,5%
- Lipídios 1,8%
- Indeterminado 64,0%

2.3. FATORES QUE AFETAM A HIDRATAÇÃO DO GRÃO DURANTE A MACERAÇÃO

DAWSON e col. (1952), levaram três amostras de feijão à cocção a 121°C, sendo que a primeira das amostras sofreu maceração prévia por uma hora em água quente, a segunda por 18 horas à temperatura ambiente e, a última, não sofreu maceração. Verificaram então, que a qualidade do feijão que não foi macerado era insatisfatória, mesmo após 40 minutos de cocção, devido à falta de uniformidade na textura. Alguns grãos eram duros e escuros e outros claros e macios. No entanto, as duas outras amostras maceradas possuíam textura satisfatória. Verificaram também a superioridade dos feijões macerados quando mediram o coeficiente de hidratação (g de feijão macerado/g de feijão seco), após a cocção. O coeficiente do feijão que não sofreu maceração foi de 1,37, enquanto que o da maceração a frio foi de 1,65 e o a quente de 1,64.

A maceração, portanto, constitui uma fase importante no processamento de feijão e muitos autores têm pesquisado os fatores que afetam a hidratação do grão.

POWRIE e col. (1960), estudando sementes maduras de feijão, verificaram que o tegumento, cotilédones e embrião, constituem cerca de 7,7, 90,5 e 1,8% do peso seco do grão, respectivamente, e que o tegumento depois de macerado possui uma umidade mé

dia de 76,6% para 53,8% do cotilédone e 70,4% do embrião.

Para verificar como ocorria a hidratação, os autores vedaram a área do hilo e, mergulhando as sementes intactas em água, verificaram após algumas horas, um ganho de peso de 28% e concluíram que a água era capaz de migrar através do tegumento hidratado. Observaram também que as células do parênquima, apesar da parede secundária ser bastante espessa, tinham numerosas pequenas cavidades que facilitavam a difusão no protoplasma durante a maceração.

SNYDER (1936), fazendo estudo semelhante, verificou que o feijão da variedade "Great Northen", que tinha a micrópila vedada ganhava 3,8% em peso, enquanto que o controle ganhava 52% durante 24 horas de maceração.

POWRIE e col. (1960), relataram que o feijão macerado possuía um teor de umidade de 53,8% e que a maior parte da água ligada e livre residia na porção proteica e celulósica da célula e que embora os grânulos de amido do cotilédone não contribuíssem para o aumento de volume durante a maceração, certamente absorviam água.

KERR (1950), mostrou que os grãos de amido eram capazes de embeber 25 a 30% de água sem apreciável intumescimento.

col. (1950), este tipo de dureza era bem menos comum do que aquele causado pelo tegumento impermeável.

Em 12 amostras de quatro variedades estudadas por MORRIS e col. (1950), após maceração por 24 horas a 25°C, a porcentagem de grãos de tegumento duro variou de 1 até 45%.

GLOYER (1921), observou que além da variação da permeabilidade do tegumento, existia um outro fator que provocava a dureza do grão, que é quando o cotilédone não absorvia água, devido a alterações enzimáticas durante a estocagem em atmosfera com alta temperatura e umidade relativa.

MORRIS e col. (1950), verificaram que as condições adversas após o plantio, podem afetar a porcentagem de grãos duros num dado lote de feijões.

De acordo com BECKEL e CARTTER (1943), o desenvolvimento do grão duro é parcialmente resultado de um tempo quente e seco, durante o período de maturação e, portanto, devido principalmente a uma questão climática do que de variedade.

BURR e col. (1968), fizeram testes de maceração com feijão da variedade "Pinto" e "Sanilac", estocados durante dois anos e meio a 21°C, e verificaram que aqueles armazenados com alto teor de umidade desidratavam tão rapidamente quanto os feijões normais.

CREAN e HALSMAN (1963), observaram que ervilhas contendo menos que 15% de umidade absorviam água muito lentamente.

SMITH e NASH (1961), estudaram a taxa de hidratação da soja a 10 e 25°C e concluíram que o tegumento é o principal fator que controla esta absorção e, quanto mais baixa a umidade inicial do grão, mais lenta é a taxa de absorção.

Por outro lado, os trabalhos de BURR e col. (1968), KON e col. (1973), MORRIS e WOOD (1956), MUNETTA (1964), mostram que o uso de uma baixa temperatura de estocagem ou o armazenamento do grão, em atmosfera com baixa umidade relativa, pode minimizar o desenvolvimento do grão duro.

BOURNE (1967), notou que num dado lote, o tamanho do grão obedecia uma distribuição normal, mas que os grãos duros estavam concentrados na faixa dos grãos menores. Observou ainda que esta diferença relativa tornava-se maior após a maceração, pois estes grãos duros não intumesciam na mesma proporção que os grãos normais. Baseado neste fato, o autor afirma que estes grãos podem ser eliminados através de peneiragem após a maceração.

Recentemente, SAIO (1976), verificou que os grãos duros de soja continham maior quantidade de cálcio e fibra do que os grãos normais. Exames ao microscópio eletrônico revelaram que o grão duro possuía tegumento muito duro e espesso e que sua

micrôpila era coberta externamente com uma camada de células pa lissâdicas.

De acordo com o autor, estes fatores contribuem para a baixa absorção de água pelo grão.

2.3.2. Escaldamento

Vários autores relataram que o uso de um tratamento térmico antes da maceração, mostrou ser um método bastante eficaz e práti co para eliminar o "hardshell".

Dentre os tratamento sugeridos, estão: escaldamento a vapor, su gerido por GLOYER (1921); 1 minuto de imersão em água a 77°C, ou dois ou três minutos a 65°C, de acordo com BITTING (1937), ou maceração a 50°C, conforme SNYDER (1936).

MORRIS e col. (1950) estudaram a taxa de hidratação antes e de pois da imersão em água em ebulição por 1 minuto para diversas variedades de feijão.

O tratamento foi reconhecido como sendo bastante efetivo no ace leramento da taxa de absorção de água e na redução da porcenta gem de feijões com tegumento duro.

Afirmaram ainda que a maior parte do acréscimo desta taxa devia -se justamente ao fato da transformação dos feijões com tegumen to impermeável em grãos capazes de absorver água.

STEINKRAUS e col. (1964), verificaram que 15 minutos de tratamento térmico prévio era essencial para assegurar completa hidratação ao feijão da variedade "marrow", quando sujeito a menos de 9 horas de maceração à temperatura ambiente. No entanto, este tratamento tornava-se dispensável quando a maceração se prolongava por mais de 15 horas.

Os autores observaram ainda que diferentes lotes de feijão, embora do mesmo tipo e variedade, diferiam quanto à absorção, mas o coeficiente de hidratação deveria ser igual a dois antes da cocção.

De acordo com STEINKRAUS e col. (1964), o pré-tratamento térmico reduz o número de feijões com o tegumento impermeável e que a hidratação a temperaturas mais elevadas tende a acabar com eles.

Conforme LOPEZ (1969), quando o feijão é muito seco e o tegumento muito duro, de modo que a água não pode penetrar durante a maceração, é necessário submeter o grão a um tratamento com água quente, ao redor de 83°C, por alguns minutos, seguido de um resfriamento antes da maceração.

DORSEY e col. (1961), sugeriram 15 minutos de tratamento com vapor antes da maceração para inativar enzimas, particularmente a lipoxidase, assegurando assim a estabilidade dos feijões pré-cozidos desidratados.

MOLINA e col. (1976), estudaram o efeito de um tratamento com vapor antes do armazenamento, na taxa de absorção de água, numa subsequente maceração.

O tratamento térmico com vapor a 121°C por 2, 5 e 10 minutos, e a 98°C por 10, 20 e 30 minutos, exerceu um efeito bastante benéfico na taxa de absorção de água dos feijões sob qualquer tempo de estocagem. A taxa máxima de absorção verificou-se com o tratamento de 30 minutos a 98°C.

MATTSON (1946), verificou que o fator mais importante na textura de ervilhas era o alto teor de fitina, que podia agir como precipitante de cálcio e magnésio, amolecendo o grão. Afirmou que esta força precipitante de fitina aumentava bastante à temperatura de ebulição e que no pH normal das ervilhas, ao redor de 6, a fitina funcionaria como agente precipitante do magnésio apenas à temperatura de ebulição.

2.3.3. Tempo - temperatura de maceração

STEINKRAUS e col. (1964), verificaram que aumentando a temperatura da água de maceração a hidratação era sensivelmente estimulada. Os autores mediram a quantidade de água absorvida por 100g de feijão de hora em hora, a diversas temperaturas, e verificaram que após 7 horas a 25°C, o grão ainda não atingia a 100g de água absorvida e que a 80°C já atingia esse valor em 1

hora, e continuava absorver até a terceira hora, quando então estabilizava.

Os autores relatam ainda, que a temperaturas mais altas, tais como 100°C , ocorria a cocção juntamente com a hidratação e, conforme o grão ia amolecendo, retinha mais umidade, o que resultava em fatores de hidratação aparentemente maiores.

LA BELLE (1976), macerou ervilha e feijão a diversas temperaturas e constatou que feijões que levavam 16 horas para se hidratar à temperatura ambiente, levavam 4 horas e meia a 40°C e apenas 40 minutos a 82°C , sendo que esta deveria ser a temperatura máxima para a hidratação antes de ocorrer a cocção.

QUAST e col. (1977), submeteram feijão preto a diversas temperaturas de maceração, desde 5 até 40°C e verificaram que acima de 23°C , o teor de umidade máximo poderia ser alcançado e que este máximo era alcançado em tempos diferentes, dependendo da temperatura. A 23°C , o valor máximo era de $125\text{ g H}_2\text{O}/100\text{ g}$ de matéria seca após 16 horas. Depois deste tempo, foi observada uma perda de peso, devido à perda de sólidos solúveis ser maior que o ganho de peso devido à absorção de água.

O peso drenado de feijões enlatados, macerados a quente e a frio foi estudo por HAMAD e col. (1965). Os autores notaram que a quente o peso drenado era menor do que a frio, e atribuíram

este acréscimo ao extravasamento de materiais pectínicos e amido, particularmente amiloses.

HAMAD e POWERS (1965), observaram que as variedades "Great Northern" e "Red Kidney", com maior teor de pectina, ganhavam peso mais lentamente do que "Backeye" e "Pinto", de baixo teor de pectina.

Concluíram então os autores, que a taxa de absorção estava inversamente relacionada com o teor de pectina.

DAWSON e col. (1952), estudando ervilhas, verificaram que um método rápido de maceração, que constava de fervura por 2 minutos, e permanência neste banho por uma hora, deixando a temperatura cair naturalmente, dava resultados satisfatórios e que o painel de provadores indicava que este método tinha palatabilidade igual ou superior a uma maceração a 25°C por 18 horas.

No entanto, para as diversas variedades de feijões estudadas, as conclusões não foram sempre as mesmas.

Para o feijão "Great Northern", os dois processos apresentaram resultados semelhantes, apesar da aparência ser melhor para a maceração a quente por 1 hora.

No caso do "Large-Lima", o processo a quente por 1 hora era superior. Embora o método de maceração a frio (25°C) por 18 horas, apresentasse um coeficiente de hidratação maior, a textu-

tura era menos uniforme. O autor observou que durante a maceração a frio, o cotilédone continuava a absorver água, tornando-se mole demais, enquanto que o tegumento permanecia duro.

No caso da variedade "Pinto", o processo a quente foi superior embora necessitasse de meia hora a mais de cocção que o outro processo.

2.3.4. Aditivos na maceração

STEINKRAUS e col. (1964), observaram que agentes umectantes aumentavam a taxa de hidratação.

QUAST e col. (1977), estudaram o efeito de 1% de emulsionante, Tween 80 e 0,3% de bicarbonato de sódio na solução de hidratação e concluíram que o Tween 80 aumentava o tempo de maceração para feijão preto, e que o bicarbonato não tinha nenhum efeito sobre o tempo de maceração.

NEILSEN (1963), notou que a parede celular dos feijões continha grande quantidade de pectato de cálcio, que era difícil de quebrar, sendo este o responsável por longos tempos de maceração e/ou cocção.

SNYDER (1936), verificou que o tegumento de feijão com um teor de cinzas de 8,09%, continha 2,47% de cálcio.

BONNER (1936) e KERTESZ (1951), verificaram que uma das três

paredes da membrana celular, a do meio, a lamela média, consiste de pectato de cálcio e magnésio, enquanto que a parede primária de celulose, hemiceluloses, polissacarídeos não celulósicos e substâncias pectínicas.

A parte secundária, de acordo com ESAU (1953), consiste, essencialmente, de hemiceluloses e celulosas.

SCHNEIDER (1956), verificou que a adição de hexametáfosfato de sódio provoca o amolecimento de feijão e ervilha, melhora a consistência de pastas de tomate e abóbora e aumenta a extração de pectina das frutas.

STAUFFER (1966) e MONSANTO (1965), verificaram que os polifosfatos provocavam amolecimento nos vegetais, devido à remoção de cálcio da casca.

NEILSEN (1963), patenteou um processo para pré-cozimento de feijões, que consta de maceração por 3 horas a 40-55°C, numa solução de polifosfatos e subsequente secagem até 6-10% de umidade. Ele afirma que o polifosfato reage com o pectato de cálcio da parede celular, o que, além de reduzir o tempo de cocção, aumenta a digestibilidade do produto.

SMITH e NASH (1961), verificaram que proteínas e carboidratos insolúveis são os principais responsáveis pela absorção de água, e que o resíduo da extração da proteína de soja que con-

tinha 65% de carboidratos insolúveis, retinham 10 vezes o seu peso em água, enquanto que o isolado retinha apenas 2 vezes o seu peso.

ROCKLAND e col. (1970), observando a maturação de sementes de leguminosas, verificaram que a proteína sofria alteração que influenciava na textura. Usou assim uma mistura de carbonatos que formava uma solução tampão, levemente alcalina, que dispersava e solubilizava as proteínas. Adicionou ainda fosfatos que atuariam como agentes quelantes metálicos, auxiliando na dissociação de sal de cálcio ou outro sal metálico, complexante da proteína. Chegou então à uma solução final ideal para a variedade "Lima", que era composta de 2,5% de cloreto de sódio 1,0% de tripolifosfato de sódio, 0,75% de bicarbonato de sódio e 0,25% de carbonato de sódio.

Para aumentar a velocidade de absorção destes sais, ROCKLAND e col. (1970), usaram uma técnica de infiltração a vácuo, que chamou de "Hidravac", que, além de reduzir o tempo de maceração, conferia ao produto final uma hidratação e textura mais uniforme.

HOLMIQUIST e col. (1948), observaram que hexametáfosfato de sódio adicionado à água de maceração ou branqueamento, amaciava as ervilhas, mas causava uma excessiva geleificação.

De acordo com POWERS e col. (1961), os valores de "Shear press" de ervilhas do tipo "blackeyes" e feijão da variedade "Pinto", reidratadas a um pH mais elevado, revelaram um produto mais macio.

Os autores observaram ainda, que a máxima absorção de água não levava, necessariamente, a um produto mais macio.

SNYDER (1936), relatou que a absorção era mais lenta em soluções ácidas fracas, do que em água.

HOFF e NELSON (1967), verificaram que a retirada do ar absorvido na superfície do grão através de banho a vapor, ou energia sônica, acelerava a hidratação.

DAWSON e col. (1952), observaram que para ervilhas, a adição de bicarbonato de sódio à água de maceração à temperatura ambiente, reduzia o tempo de cocção e resultava num produto de boa qualidade. No entanto, para a variedade de feijão "Large-Lima" sob maceração a 25°C por 18 horas, a adição de bicarbonato de sódio, tornava o tegumento mais duro. Já na maceração por 1 hora a quente, o bicarbonato de sódio não teve efeito nenhum. Neste caso, não reduzia o tempo de cocção, mas produzia um tegumento mais macio, resultando num feijão mais uniforme.

Por outro lado, no caso da variedade "Pinto", a adição de bicarbonato durante a maceração a quente, era o melhor processo,

além de diminuir o tempo de cocção de 2 para 1 1/2 hora. Este feijão, quando macerado por 18 horas a 25°C em bicarbonato de sódio, apresentava o cotilédone macio demais.

A taxa de absorção sempre diminuiu após a maceração com bicarbonato, embora a textura variasse.

NELSON e col. (1971), recomendam usar bicarbonato de sódio numa concentração de 0,5% na água de branqueamento e maceração, para se obter feijões mais macios.

PERRY e col. (1976), estudaram o efeito de concentrações de 0,07, 0,2 e 0,5% de bicarbonato de sódio no peso drenado de diversas variedades de soja, após a maceração, e verificaram, que a variedade e o tratamento afetaram significativamente estes pesos. As variedades "Kanrich" e PG-5" (variedades de mesa), absorveram mais líquido durante a maceração do que o tipo de soja forrageira, e notaram, que a variedade "PG-5", que ganhou mais peso durante a maceração, requeria menos tempo de cocção.

Os autores relataram que qualquer variedade tinha maior peso drenado quando macerada em água, do que em qualquer das concentrações de bicarbonato de sódio.

LUH e col. (1975), observaram que a cor de feijões enlatados era melhorada pela maceração por 12 horas em água acidificada

com 0,25 e 0,50% de ácido cítrico. O íon citrato pode formar complexos com traços de cobre ou ferro, tornando-os não disponíveis para reagir com compostos fenólicos ou sulfitos que temdem a causar descoloração nos feijões enlatados.

A adição de ácido cítrico de acordo com LUH e col. (1975), torna o grão mais firme devido à desnaturação da proteína pelo ácido e, portanto, supressão da hidratação da proteína e do amido nos feijões. Os autores verificaram ainda que a acidificação diminui o peso drenado devido ao decréscimo da hidratação da proteína e amido, o que resulta no enrugamento dos grãos enlatados.

O grau de dureza, ou seja, o teor de carbonato de cálcio na água de maceração para feijão enlatado, deve estar entre 4 e 9 graus, de acordo com as instruções de LOPES (1969). A água com alto grau de dureza, pode levar a um produto final de textura insatisfatória. A adição de hexametáfosfato de sódio, de acordo com o autor, na água dura de maceração, melhora a textura do feijão enlatado.

REEVE (1947), como resultado de um estudo sobre o possível amolecimento de ervilhas com hexametáfosfato de sódio, sulfito de sódio e potássio, ácido oxálico, oxalato de amonia e ácido hidrocloreico, concluiu que o efeito de amolecimento envolvia apenas mudanças que reduzem o efeito endurecedor do cálcio e magnésio no tegumento.

2.4. COCÇÃO DE FEIJÕES

LA BELLE e HACKLER (1976) relataram que, para que ocorra a cocção é necessária a hidratação e que, a aplicação de calor seco no feijão não macerado, leva a um produto bastante diferente quanto ao sabor, aparência, textura e digestibilidade de nutrientes. Uma vez conseguido um suficiente nível de hidratação a cocção dar-se-á facilmente.

Os autores afirmaram que durante a cocção ocorrem reações como pré-gelatinização e hidrólise parcial do amido, desnaturação de proteínas, que estão relacionadas com a digestibilidade e amaciamento do grão para fácil ingestão.

LOPEZ (1969), relata que o processo geralmente usado para o feijão "Kidney", consiste em enlatar com salmoura os feijões hidratados em latas nº 2 1/2, a uma temperatura inicial de 40-60°C, e um tempo de esterilização de 20 minutos a 121°C, e que este processo é considerado eficiente para esterilizar o produto, mas que frequentemente os processadores precisam usar tempos mais longos para atingir uma textura satisfatória.

BIGELOW e FITZGERALD (1927), comentam que os processadores acharam que as condições de tratamento térmico acima citadas, eram insuficientes para tornar os grãos macios.

LOPEZ (1969), sugere que o feijão pode ser posto diretamente na

lata, sem maceração prévia, enchida com salmoura, recravada e levada a uma longa e vagarosa cocção. Assim sendo, a hidratação se inicia na faixa de baixa temperatura, e continua lentamente até atingir a temperatura constante de 110°C , quando aí se inicia a cocção. Para feijões com molho em latas nº 303, e enchedas a 38°C o tempo de 95 minutos a 116°C é o indicado.

Muitos pesquisadores estudaram os diversos fatores que afetam a cocção de feijões.

MORRIS e col. (1950) estudaram o comportamento de diversas variedades de feijões sob temperaturas de 100°C por 50, 65, 80, 95 e 110 minutos e a 115°C por 20, 30 e 40 minutos. As amostras foram avaliadas quanto ao grau de desintegração, uniformidade de cor, porcentagem de grão duro e sabor.

Os autores concluíram então que a menos que se faça o tratamento com água quente antes da maceração, os grãos duros continuam duros após a cocção, e que o tratamento com calor úmido ou seco por um minuto, ou abrasão do tegumento, leva os grãos de tegumento duro a absorver água normalmente, resultando num produto final de textura mais uniforme.

Os autores verificaram ainda que o tratamento térmico prolongado, até que o grão de tegumento duro se torne comestível, pode levar a uma severa desintegração do produto. Observaram ainda,

que existe uma variação relativamente grande entre as diversas variedades com respeito à tolerância a um tempo extra de cocção antes que ocorra a desintegração.

Os autores estudaram a cocção do feijão enlatado por 70 minutos a 116°C , e os resultados indicaram que, nestas condições, o grão de tegumento duro não era problema pois, mesmo sem sofrer maceração, tornava-se macio. No entanto, observaram que os demais grãos normais pareciam estar muito mais cozidos do que o desejável e que, os grãos de tegumento duro continuavam um pouco mais escuros e menores do que os normais.

As condições de armazenamento podem afetar o tempo de cozimento de feijões, como foi verificado por MORRIS e WOOD (1956).

Os autores ajustaram amostras de sete variedades de feijão Phaseolus vulgaris e Phaseolus lanatus, a diferentes teores de umidade e armazenaram-nas a 25°C . Periodicamente as amostras eram retiradas e cozidas por um tempo fixo, determinado como adequado no início do experimento. Eram então submetidas a um painel de provadores.

Num período de 6 meses, os feijões estocados a um teor de umidade de 13% ou mais, tinham a textura significativamente mais dura e, em 12 meses, tornavam-se não comestíveis. No entanto, aqueles estocados com um teor de umidade menor que 10%, a 25°C por 12 meses, mantinham-se idênticos ao padrão estocado a 23°C .

Os autores concluíram que, quanto maior é a umidade no armazenamento, mais tempo de cocção é necessário para atingir a textura padrão.

MUNETTA (1964), mediu o tempo requerido para a cocção de diversas variedades de feijão cultivadas em várias localidades dos Estados Unidos e armazenou-as por 18 meses à temperatura ambiente. A maioria dos resultados não foi significativa mas, as variedades "Pinto" e "Michilite", produzidas em Michigan, levaram 4 horas para se tornarem macias, enquanto que as mesmas variedades produzidas em Idaho, cozinhavam em 80 e 60 minutos, respectivamente.

MUNETTA (1964) concluiu que a procedência tem um efeito considerável no tempo de cocção após uma longa estocagem e que, fatores que levam a um prolongado tempo de cocção, estão correlacionados com o teor de umidade do grão.

BURR e col. (1968), fizeram um intensivo estudo sobre os efeitos do tempo, temperatura e umidade, durante o armazenamento, no tempo de cocção das variedades "Pinto" e "Sanilac" (P. vulgaris) e "Large Lima" (P. lanatus), das safras de 1961 a 1963.

Sub-lotes de feijão foram ajustados a teores de umidade variando de 6,5 a 16,7%, e estocados a temperaturas de 21 a 32°C (1961) ou 4, 5, 13 e 21°C (1963). Periodicamente as amostras eram retiradas maceradas, e o tempo médio de cocção era medido.

O tempo de cocção do feijão da variedade "Pinto", a 14,4% de umidade mantido por 7 meses a 32°C, mostrou um acréscimo no tempo de cocção de 14 vezes, e para o feijão "Sanilac" o tempo foi triplicado após 12 meses a 21°C com 16% de umidade.

No entanto, todas as variedades foram razoavelmente estáveis quando estocados por 1 ano a 21°C, com teor de umidade de 10-11%, e as diferenças no tempo de cocção, para a mesma variedade de feijão nos dois anos de colheita, foram mínimas.

ROCKLAND e METZLER (1967), verificaram que o feijão pré-cozido desidratado, também sofria aumento no tempo de cocção, se fosse estocado a temperaturas elevadas.

Outros autores estudaram o efeito do processamento térmico em nível celular, nos tecidos das plantas.

ANDERSON (1935), BONNER (1950) e JOSLYN (1962), verificaram que o cimento celular é composto, na maior parte de substâncias pectínicas e STERLING (1955) afirmou que qualquer agente ou proceso que quebre estas substâncias, pode provocar a separação das células, o que leva ainda a um amaciamento dos tecidos, pois quando ocorre a degradação de materiais pectínicos da parede primária das células, esta torna-se mais macia.

STERLING (1955), verificou ainda que não havia ruptura das células durante a cocção e que a arquitetura do tecido ficava apenas modificada pela separação das células intactas.

Estudando feijão da variedade "Navy", POWRIE e col. (1960), verificaram que as características de textura, e valor nutritivo dos grãos processados, provavelmente são influenciados de maneira acentuada pelo tamanho e forma das células, paredes celulares e a localização dos constituintes nos cotilédones.

KON (1968) verificou que existe uma relação entre as substâncias pectínicas de feijões e o tempo de cozimento. LETHAN (1962) observou que substâncias pectínicas de lamela média devem estar associadas a cátions bivalentes, tais como, cálcio e magnésio. Verificou ainda que a separação das células durante a cocção deve estar correlacionada com a perda do cálcio e magnésio da lamela média.

Declarou também o autor, que uma rápida e eficiente separação das células do feijão durante a cocção, pode ser obtida pela adição de uma solução quente, levemente alcalina de polifosfatos e outros agentes quelantes metálicos. Assim, o rápido cozimento e amolecimento do feijão macerado em sais, é devido à facilitação do transporte do cátion divalente da lamela média, devido ao polifosfato de sódio absorvido.

LOPEZ (1969), observou que a dureza da água usada para a maceração e enlatamento do feijão é um fator bastante importante, pois afeta a textura do produto final. O autor relata que quando a água mole é utilizada, a textura dos feijões enlatados é

macia, e quando a água é dura, seu efeito é um endurecimento do tegumento, e que às vezes, o tempo de cocção precisa ser acrescido de 10 a 30% para atingir a textura padrão.

Através de um microscópio eletrônico, ROCKLAND e JONES (1974), estudaram os efeitos de cocção na estrutura celular dos cotilédones de feijão "Large-Lima", submetidos a diferentes processos de hidratação. Um lote foi macerado em água destilada a 20°C por 24 horas, e o outro macerado em uma solução de sais usando o processo "Hydravac" de acordo com ROCKLAND e METZLER (1967).

O tempo de cocção foi baseado numa textura padrão, sendo assim, o primeiro lote foi cozido em 45 minutos, e o segundo em 10 minutos.

Quando este material foi observado ao microscópio eletrônico, não se notou nenhuma diferença na estrutura celular dos feijões macerados por processos diferentes.

Concluíram então os autores, que a diferença no tempo de cocção está correlacionada com as velocidades com que ocorrem as separações das células.

Alguns autores sugeriram certos aditivos para diminuir o tempo de cocção dos grãos.

SNYDER (1936), relata que uma solução de NaHCO_2 amacia o tegumento das ervilhas e feijões.

DAWSON e col. (1952), concluíram que a adição de pequenas quantidades de sal, a água em que ervilhas e feijões de diversas variedades são macerados e cozidos, resulta em produtos de boa qualidade, quanto ao sabor, aparência e textura.

LANTZ (1938), verificou que uma solução de 0,5% de NaHCO_2 , podia levar a grandes perdas de vitamina B.

No entanto, quando menores concentrações foram usadas na cocção de feijão por AUGHEY e DANIEL (1940), ou para macerar e cozinhar ervilhas por DAWSON e col. (1952), as quantidades de tiamina presentes, não eram afetadas e o tempo de cocção para ervilhas e feijões "Navy" era reduzido a cerca de um terço.

DAWSON e col. (1952), verificaram que o pH da solução de maceração e cocção sempre se tornava mais baixo que o da solução inicial. Mesmo quando se usava bicarbonato de sódio, embora o pH final fosse mais alto que a maceração e cocção em água, esta solução era ácida e apresentava o pH ao redor de 6,1.

Um outro método para reduzir o tempo de cocção foi sugerido por ONATE e col. (1972), que consistia em fritar a soja em óleo antes da maceração.

PERRY e col. (1976), fizeram estudos sobre o tempo de cocção à pressão atmosférica, de quatro variedades de soja, submetidas a diferentes tratamentos de maceração. Estes tratamentos consis-

tiam em maceração em água, em soluções de 0,007, 0,2 e 0,5% de NaHCO_2 , e maceração em água, seguida de uma fritura em óleo a 171°C .

Os autores verificaram que as variedades de mesa "Kanrich" e "PG-5" requeriam menos tempo de cocção do que as variedades forrageiras "Calland" e "Ansoy", e que o tempo de cocção diminuía conforme o acréscimo de NaHCO_2 , mas que a fritura resultava sempre em menor tempo de cocção.

Estes autores, neste mesmo trabalho, verificaram que o peso drenado da soja cozida era significativamente afetado pelo tratamento pela variedade e pela interação tratamento-variedade.

A soja cozida da variedade "PG-5", tanto a que sofreu maceração em água como em solução, pesaram significativamente mais do que as outras variedades. No entanto, "Calland" e "Ansoy", ganharam mais peso durante a cocção do que "Kanrich" e "PG-5", que ganharam mais peso durante a maceração.

A fritura de "Kanrich" e "PG-5", antes da cocção, resultou em pesos significativamente menores do que o controle e a maioria dos grãos processados com NaHCO_2 . No entanto, após a cocção, o peso drenado das variedades forrageiras submetidas ao processo de fritura, era maior do que o controle.

QUAST e DA SILVA (1977), estudaram o efeito da temperatura no

tempo de cocção de feijões. A combinação tempo-temperatura que levava a mesma textura, foi plotada para obter o valor Z para o amaciamento de feijões.

Os autores estudaram também o efeito do grau de hidratação na taxa de cocção a 116°C e concluíram que após 15 minutos de cocção as amostras eram mais macias quanto maior o grau de hidratação.

No entanto, após 30 minutos, quando o grão atinge uma textura aceitável, o grau de hidratação tinha um pequeno efeito no grau de cocção. Este efeito desaparecia após 45 minutos a 116°C .

O peso drenado dos feijões após a cocção, cresceu com o tempo de hidratação e, mesmo após 45 minutos de cocção a 116°C , a amostra com o máximo de hidratação (120 g $\text{H}_2\text{O}/100$ g matéria seca), apresentou um peso drenado cerca de 20% maior que as que não sofreram hidratação.

2.5. TEXTURA DE FEIJÕES COZIDOS

A cocção de feijões tem sido avaliada com base na textura, pois este é um dos fatores que mais afetam a qualidade do produto.

STEINKRAUS e col. (1964) estudaram a cocção de feijão a 121°C por 30, 60 e 90 minutos e verificaram através do texturômetro de Christel, um progressivo amaciamento com o aumento do tempo de cocção.

MORRIS e WOOD (1956), estudaram a textura do cotilédone e tegumento e concluíram que as alterações na textura e cor do tegumento tem menor efeito na aceitabilidade que o sabor e textura do cotilédone.

BINDER e ROCKLAND (1964), estudaram o amolecimento do feijão "Large-Lima" durante a cocção sob 10 libras por 10, 20, 30 e 40 minutos. Usando o "L.E.E. Kramer Shear Press", mediram a força para cisalhar o tegumento (F_s) e o cotilédone (F_c) e o trabalho (W_c) para cisalhar o grão inteiro. Verificaram que após 20 minutos de cocção a variação de F_c e W_c não era significativa e que o valor de F_s continuava a decrescer. Como a avaliação sensorial revelou que após 30 minutos o feijão já estava cozido e com 40 minutos super cozido, concluíram que após o feijão atingir o estágio de cozido, a variação da textura era menos sensível quando medida através de F_c e W_c , do que a avaliação sensorial.

VOISEY e LARMOND (1971), estudaram diversas técnicas para avaliar a textura de feijões assados. Adaptaram ao "Instron Universal Testing Machine" diversas células: "Kramer shear press", "back extrusion", "plate extrusion" e "wire extrusion", usaram também o "F.M.C. Pea Tenderometer".

Os testes foram feitos em 4 variedades de feijão para um determinado tratamento de cocção. Os resultados objetivos apresenta

ram uma alta correlação ao nível de 5 e 1%, com os resultados da análise sensorial, tanto para a dureza como para a coesividade e concluíram que a seleção do método para avaliar a textura poderia ser em base econômica.

MORRIS e col (1964) e BURR e col. (1968), montaram um dispositivo com 100 pinos metálicos pesando 90 g sobre 100 grãos que eram fixados em copos metálicos. O dispositivo era mergulhado em água em ebulição para cozinhar o feijão.

Foi verificado em experimento anterior, que o dispositivo de pinos iria penetrar no grão no mesmo tempo requerido pelo prvador.

O número de grãos que eram perfurados era registrado em intervalos regulares. A curva da porcentagem de grãos cozidos em função do tempo era de forma sigmóide. O tempo requerido para 50% dos grãos serem perfurados era tomado como o tempo de cocção.

Este aparelho foi usado no estudo do efeito de várias condições de armazenamento, na taxa de cocção de feijões por MORRIS (1964), no entanto, nenhuma tentativa foi feita no sentido de avaliar a textura desta pequena porcentagem de grãos mais duros.

BOURNE (1972), desenvolveu um método simples e rápido para medir a força necessária para perfurar individualmente ervi-

lhas e feijões cozidos.

O dispositivo para perfurar os grãos foi adaptado no "Instron Universal Testing Machine", e a força para perfurar cada grão era assinalada na carta do registrador, em forma de pico.

O autor verificou que a textura de uma amostra de 120 grãos, macerados durante a noite e cozidos a pressão normal, desde 30 até 300 minutos, não era uniforme em nenhum dos tempos de cocção, e que a força média para perfurar ervilhas, diminuía conforme o aumento do tempo de cocção. Observou também que, depois de 90 minutos, a diferença de textura entre o grão mais duro e o mais mole tornava-se praticamente constante.

Foi também verificado que a força para perfurar 500 grãos cozidos por 30 minutos a 121°C , seguia uma distribuição normal, com uma longa cauda, devido a um pequeno número de grãos no intervalo de maior força.

A presença desta pequena porcentagem de grãos mais duros, não seria detectada em nenhum teste, tal como: o "tenderômetro", "shear press", ou células de extrusão que medem a textura média de uma grande quantidade de grãos num único teste. No entanto, estes poucos grãos mais duros seriam facilmente detectados na boca.

2.6. EFEITO DO PROCESSAMENTO NO VALOR NUTRICIONAL DO FEIJÃO

A análise da literatura referente à composição de feijões, demonstra que os grãos secos de feijão apresentam uma composição centesimal próxima da ideal, com exceção da fração lipídica que é baixa.

O feijão, além de apresentar um teor relativamente alto de proteína, é uma excelente fonte de tiamina, e contribui com apreciáveis quantidades de vitaminas hidrossolúveis, tais como, riboflavina, niacina, piridoxina, folaceína e sais minerais de fósforo, ferro, cálcio e magnésio.

OSBORNE (1909) verificou que a semente crua das leguminosas, geralmente possuem fatores tóxicos que, quando administrados a animais, afetam o crescimento e aumentam a mortalidade.

MITCHELL (1949) e JAFFÉ (1949), provaram que estas substâncias são termolábeis e que o valor nutricional das leguminosas pode ser altamente melhorado através do tratamento térmico.

JAFFÉ (1949) e WAGNER e col. (1967) verificaram que os inibidores de tripsina são ricos em cistina e, quando inativados pela coccção, mais aminoácidos sulfurosos tornam-se disponíveis.

LIENER (1962), observou que o grau de melhoramento do valor nutricional, através do aquecimento, depende do tempo e temperatura do tratamento, assim como da umidade do grão.

O autor recomenda submeter o grão à maceração antes da cocção, visto que esta elimina muitas substâncias tóxicas e causa certo amolecimento do grão, evitando um tratamento térmico mais drástico.

AYKROYD e DOUGHTY (1964), verificaram que a maceração não induz a nenhuma perda de nutrientes.

MOLINA e col. (1975), estudaram as interrelações entre o tempo de maceração, tempo de cocção e valor nutritivo de feijões recentemente colhidos e estocados por 3 meses.

Foi verificado, para ambos os lotes, que o tempo de cocção necessário para obter o máximo de valor nutritivo, era de 10 minutos para as amostras maceradas por 8, 16 e 24 horas. O mesmo resultado foi encontrado para as amostras recém colhidas que não sofreram maceração. No entanto, para o feijão não macerado e estocado por 3 meses, o tempo ideal era de 20 a 30 minutos.

Os autores verificaram também que o decréscimo do valor nutricional não está correlacionado com o decréscimo da lisina disponível, bem como valores de metionina. O efeito negativo na qualidade da proteína, pareceu ter uma correlação direta com o decréscimo do coeficiente de hidratação do produto. Foi sugerido que o armazenamento pode influir no valor nutritivo da proteína.

BURR (1976), verificou que a perda nutricional de feijões armazenados não deve ser atribuída diretamente ao armazenamento, mas sim ao maior tempo de cocção necessário aos feijões armazenados e que, quando a umidade na estocagem era alta, ocorria uma perda apreciável do PER e da digestibilidade, porque implicava em longos tempos de cocção.

BRESSANI e col. (1963), verificaram que a cocção em panela aberta por 4 horas tem o mesmo efeito que a autoclavagem por 30 minutos a 121°C.

Quanto à perda de vitaminas, foi verificado por DAWSON e col. (1952), que durante 1 ano de armazenamento, ocorria cerca de 20% de perda de tiamina, apesar da baixa umidade relativa.

De acordo com os resultados de MILLER e col. (1973), a perda de tiamina, piridoxina, niacina e foleceína, durante a cocção a 121°C por 45 minutos é menor que a durante 2 horas de cocção a pressão atmosférica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Matéria prima

Neste trabalho foi utilizado feijão da espécie Phaseolus vulgaris L. As variedades empregadas foram Bico de Ouro, Carioca, Piratã, das águas e da seca, safra 74/75; Rosinha e Rico 23, das águas, safra de 74, todas provenientes da região de Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

3.1.2. Reagentes

Todos os reagentes utilizados foram puros, pró análise, obtidos das firmas Backer, Carlo Erba, Ciba, Merck, etc.

3.1.3. Soluções de maceração

Solução 1 - (ROCKLAND e col., 1970)

-2,50% de cloreto de sódio

-1,00% de tripolifosfato de sódio

-0,75% de bicarbonato de sódio

-0,50% de carbonato de sódio

Solução 2 - (Sol. HMFS)

-0,5% de hexametáfosfato de sódio

3.1.4. Aparelhos e equipamentos

Balança analítica Sauter - Mod. 414

Balança semi-analítica Mettler - Mod. P 1000

Moinho de martelo TREU - peneira de 40 mesh

Digestor para determinação de nitrogênio FANEN Ltda.-Mod.175/E

Destilador de nitrogênio (Analytical Chem. , 1951)

Estufa a vácuo FANEN Ltda. - Mod. 414

Estufa com circulação de ar

Mufla Forlabo Ltda.

Banho-maria Soc. FABBE Ltda. - Mod. L.69

Digestor de Fibras Arthur H. Thomas Co.

Extrator Goldfish - Labconco

Potenciômetro - Methron - Mod. E 516

Refratômetro de Abbe - Mod. B.Zeiss

Sacos de tela de nylon de abertura de 2 mm

Dissecador

Vacuômetro

Viscosímetro Cannon - Fenske

Túnel de exaustão - Icma - Máquinas Alimentícias S/A

Recravadeira automática Dixie - Mod. 23 P 500

Autoclave Dixie RDSW-3 - Sistema de controle Taylor com

Programação Digital - Mod. SPW 8 AV

Instron Universal Testing Machine - Mod. 1130

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Identificação da matéria prima

3.2.1.1. Classificação da matéria prima

A classificação foi feita segundo anexo à Resolução nº 40 do CONCEX, publicada no Diário Oficial da União em 04.12.68.

3.2.1.2. Armazenamento

O armazenamento do grão foi feito à temperatura ambiente, em latas de folha de flandres com 100 l de capacidade, hermeticamente fechadas durante todo o decorrer do estudo.

3.2.1.3. Composição centesimal do grão

Para a determinação da composição centesimal e controle de umidade, os grãos foram moídos em moinho martelo, com peneira de 40 mesh.

a) Umidade

Foi determinada segundo o AOAC, procedimento 14.0004-11^a ed., 1970.

b) Proteína

A determinação do teor de nitrogênio total foi realizada segundo o método Microkjedahal, descrito no AOAC, procedimento 2051, 11^a ed., 1970. Utilizou-se o fator Nx6,25 para o cálculo do teor de proteína.

c) Lipídios

O teor de lipídios foi determinado segundo AACC -30, 26, 1976.

d) Fibra

A determinação do teor de fibra foi feita de acordo com o método de van KRAMER e van GINKEL (1952).

e) Cinzas

A determinação do teor de cinzas foi feita por calcinação, segundo AOAC, procedimento 14006, 11^a ed., 1970.

f) Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, após a determinação de fibras, proteínas, cinzas e lipídios.

3.2.2. Estudo de Maceração

3.2.2.1. Tratamentos de maceração

Os feijões foram macerados em água e nas soluções 1 e 2. A proporção de peso de grão para o peso de líquido foi de 1:4.

Os tratamentos de maceração foram os seguintes:

ANTES DO ARMAZENAMENTO

1. maceração em água a 25°C por 8 h (tratamento padrão)
2. maceração na solução 1 a 25°C por 8 h
3. maceração em água a 60°C por 6 h
4. maceração na solução 1 a 60°C por 6 h

APÓS UM ANO DE ARMAZENAMENTO

1. maceração em água a 25°C por 8 h
2. maceração na solução 2 a 25°C por 8 h
3. maceração em água a 25°C por 8 h, após escaldamento
4. maceração em água a 60°C por 6 h
5. maceração na solução 2 a 60°C por 6 h

3.2.2.2. Grau de dureza da água

O grau de dureza da água de maceração e cocção foi determinado segundo AOAC, procedimento 4028, 11^a ed., 1970.

3.2.2.3. Escaldamento

100 g de feijão foram colocados num saquinho de tela de nylon com abertura de 2 mm e mergulhados em um becker com 400 ml de água em ebulição (97,5°C), durante 1 minuto. A seguir, os grãos foram resfriados em água a temperatura ambiente e submetidos à maceração.

3.2.2.4. Taxa de absorção de água

100 g de feijão foram colocados num saquinho com tela de nylon com abertura de 2 mm e mergulhados num becker de 600 ml, contendo 400 ml de água ou solução de maceração.

O becker foi tampado com vidro de relógio e mantido em banho-maria, às temperaturas de 25 a 60°C.

A pesagem foi feita após a drenagem por 1 minuto. Estas medidas foram tomadas em intervalos de meia hora na primeira hora de maceração e a seguir, em intervalos de 1 hora.

A quantidade de água absorvida foi calculada em g H₂O absorvida por 100 g de matéria seca, para cada intervalo de tempo.

3.2.2.5. Absorção máxima

Corresponde à quantidade máxima de água absorvida por 100 g de matéria seca, num período de 8 horas para a maceração a 25°C e num período de 6 horas para a maceração a 60°C.

3.2.2.6. pH

O pH do meio de maceração foi medido por potenciômetro.

3.2.2.7. Sólidos no líquido de maceração

O teor de sólidos no líquido de maceração foi calculado de acordo com o método para sólidos totais descrito no procedimento 22013 do AOAC, 11^a ed., 1970.

3.2.2.8. Teor de proteínas no líquido de maceração

Foi calculado multiplicando-se a diferença entre o nitrogênio total, conforme item 3.2.1 (e), e o nitrogênio não proteico, pelo fator 6,25.

A determinação do nitrogênio não proteico, foi feita adicionando

do-se ao líquido de maceração , ácido tricloroacético 0,8 N, na proporção de 1:1. A amostra foi deixada em repouso por 1 hora, para haver a precipitação de toda proteína solúvel. A seguir, a amostra foi filtrada. Do filtrado foi retirada uma alíquota para a determinação do nitrogênio, conforme item 3.2.1.3 (b).

3.2.3. Estudo de cocção de feijões armazenados por um ano

3.2.3.1. Tratamentos de maceração

Ao lado da cocção do feijão macerado, efetuou-se a cocção do feijão que não sofreu maceração, sendo este o tratamento 1.

Os feijões foram macerados em água e na solução 2 (0,5% de hexametáfosfato de sódio).

A proporção de peso de grão para peso de líquido foi de 1:4.

Os tratamentos de maceração foram os seguintes:

2. maceração em água a 25°C por 8 h - água/25°C/8 h (tratamento padrão)
3. maceração na solução 2 a 25°C por 8 h - solução 2/25°C/8 h
4. maceração em água a 25°C por 3 h após escaldamento - água/25°C/3 (após escaldamento)
5. maceração em água a 60°C por 1 h - água/60°C/1 h
6. maceração na solução 2 a 60°C por 1 h - solução 2/60°C/1 h

3.2.3.2. Absorção de água após a maceração

Ao término da maceração, os grãos foram drenados em sacos de tela de nylon por 3 minutos, e a seguir foram pesados.

A quantidade de água absorvida foi calculada em água absorvida/100 g de matéria seca.

3.2.3.3. Enlatamento

Após a determinação da absorção de água na maceração, as amostras 2, 3, 4, 5 e 6 foram lavadas em água corrente por alguns segundos e drenadas.

400 g de feijão macerado e 200 g de feijão sem macerar (tratamento 1), foram colocados em latas nº 2 1/2, onde receberam água a 90°C, como líquido de enchimento. A seguir, as latas passaram pelo túnel de exaustão e pela recravação.

3.2.3.4. Esterilização e cocção

As latas foram autoclavadas a 121°C (NCA, 1966). Os tempos de cocção foram de 20, 30 e 40 minutos, após atingir os 121°C.

Para cada tratamento em cada tempo de cocção, foram processadas 10 latas.

3.2.3.5. Vácuo

O vácuo foi medido introduzindo-se o vacuômetro adaptado com

uma ponta cortante e rolha de borracha, na tampa da lata a temperatura ambiente.

3.2.3.6. Absorção de água total

A absorção de água total corresponde à absorção de água durante a maceração, mais a absorção de água durante a cocção. O método utilizado foi o do peso drenado, de acordo com PEARSON (1971).

O resultado foi expresso em g H₂O absorvida/100 g de matéria seca.

3.2.3.7. Absorção de água durante a cocção

Foi calculada como a diferença entre a absorção de água total e a absorção de água após a maceração.

3.2.3.8. Viscosidade do caldo

A medida de viscosidade foi feita no caldo após a drenagem do produto enlatado. O procedimento foi de acordo com CANNON (1944).

3.2.3.9. pH

O pH do produto cozido foi determinado com o auxílio do potenciômetro após a liquefação da amostra total.

3.2.3.10. Avaliação física da textura

O método constitui uma adaptação do método de BOURNE (1972).

A força para romper individualmente 100 grãos de uma amostra foi medido no equipamento Instron Universal.

O punção empregado foi de 8 mm de diâmetro e as velocidades da cabeça e da carta registradora foram, respectivamente, de 20 e 4 cm/min.

Os controles do ciclo de extensão do Instron foram ajustados de modo que o punção se movesse entre uma posição superior, situada 2 cm acima da placa plana, onde o grão ficava apoiada e uma posição inferior a 1 mm da superfície da placa.

O parâmetro medido foi o pico de força, expresso em gramas força (gf). A cada grão corresponde um pico de força. Este teste foi repetido para 100 grãos em cada tratamento.

A escala de força da carta registradora com 100 unidades (5.000 gf), foi dividida em faixas de 150 gf.

Foi então traçada a curva de textura para amostras de 100 grãos, onde está representado o número de grãos contidos em cada faixa de força.

A partir destes dados foram calculadas a força média (\bar{F}), desvio padrão (S) e o coeficiente de variação da força (CV).

3.2.3.11. Análise sensorial

O feijão Carioca das águas, que recebeu diferentes tratamentos

de maceração 1, 2, 3, 4, 5, 6 (relatados no item 3.2.3 (a), e diferentes tempos de cocção (20, 30 e 40 min), foi submetido à avaliação sensorial de textura.

Esta fase da pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola.

O método psico-físico empregado foi a Escala de Categoria não Estruturada GALANTER (1962), de 0 a 8 pontos, cujos pontos extremos representavam as categorias Extremamente Dura e Extremamente Mole, respectivamente, conforme modelo apresentado na Fig. 1.

O delineamento estatístico usado foi Blocos Incompletos COCKRAM (1950), do tipo III; $r = 5$, $b = 10$; $\lambda = 2$ e $E = 0,08$.

A equipe de provadores foi constituída de 16 elementos selecionados e treinados, de ambos os sexos, com idade variante entre 18 e 48 anos.

As latas foram abertas no momento dos testes e aquecidas à temperatura de 60°C.

Cada provador, instalado nas cabines individuais, recebeu dez grãos de cada amostra, em pratos pretos numerados e sob luz vermelha. Foram dadas ao provador, instruções para levar todos os grãos à boca e contar o número de mastigadas, até o ponto de en

NOME _____ DATA _____

INSTRUÇÕES:- Prove cada amostra e conte o número de mastigadas necessárias até o ponto de engolir. Em seguida indique a qualidade de textura, colocando um traço vertical entre os dois extremos da escala.

amostra	nº mastigadas	Extremamente Dura	Extremamente Mole
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Figura 1 - Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial da textura no Estudo de Cocção de Feijão.

gular e, em seguida, registrar a qualidade da textura na Escala apresentada.

3.2.4. Estudo de enlatamento com HMFS, sem maceração prévia

Estes testes foram realizados com feijão Carioca das águas após um ano e meio de armazenamento.

3.2.4.1. Processamentos de enlatamento

E-1 - Maceração em água antes do enlatamento

O feijão foi macerado em água a 25°C por 8 h, e enlatado conforme o método descrito em 3.2.3. (c).

E-2 - Maceração na solução 2 antes do enlatamento

O feijão foi macerado em solução a 0,5% de hexametafosfato de sódio, e enlatado conforme item 3.2.3. (c).

E-3 - Enlatamento com solução 2, sem maceração prévia

O feijão não macerado foi colocado em latas nº 2 1/2 (200 g por lata). Uma solução de 0,5% de hexametafosfato de sódio a 90°C foi empregada como líquido de enchimento. A seguir, as latas passaram pela exaustão e recravação.

3.2.4.2. Esterilização e cocção

As latas foram autoclavadas a 121°C. Os tempos de cocção foram de 30 a 40 minutos, contados após atingir 121°C.

3.2.4.3. Absorção total de água

Foi medida segundo o método de peso drenado descrito por PEARSON (1971).

3.2.4.4. Volume aparente

Após a medida da absorção de água total, os grãos foram transferidos lentamente para uma proveta graduada de 1000 cm³. A leitura foi feita diretamente na proveta e os resultados expressos em cm³.

3.2.4.5. Avaliação física da textura

Foi feita segundo o procedimento descrito em 3.2.3.10.

3.2.4.6. Análise sensorial

A avaliação sensorial da textura e sabor foi feita conforme o procedimento descrito no item 3.2.3.11.

O modelo de ficha utilizada está apresentado na Fig. 2.

NOME _____ DATA _____

INSTRUÇÕES:- Prove cada amostra e conte o número de mastigadas necessárias até o ponto de engolir. Em seguida indique a qualidade de textura e sabor colocando um traço vertical entre os dois extremos da escala.

TEXTURA

		Extremamente	Extremamente
		Dura	Mole
amostra	nº mastigadas		
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

SABOR

		Péssimo	Excelente
amostra			
_____		_____	_____
_____		_____	_____
_____		_____	_____

Figura 2 - Modelo de ficha utilizada para a avaliação sensorial da textura e sabor, no Estudo de Enlatamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESTUDO DE MACERAÇÃO DE FEIJÕES

4.1.1. Classificação da matéria prima

Como a uniformidade da matéria prima está intimamente relacionada com a qualidade do produto final e devido às inúmeras variedades, tipos e misturas que se encontram no comércio, foi de imprescindível importância a padronização da matéria prima. Para tanto, foi feita sua classificação, onde ficou definido o grupo, a classe, a variedade e o tipo.

Todas as variedades foram classificadas como pertencendo ao grupo I-Anão, e à classe de cores, exceto o Rico 23, que pertence à classe Preto (CATI-1975). A classificação quanto ao tipo está apresentada no Quadro 1.

4.1.2. Composição centesimal do grão

A composição centesimal do grão está apresentada no Quadro 2. Quando se compara estes resultados na base seca, verifica-se que a variedade Bico de Ouro, safra da seca, apresentou um teor de proteína de 32,3% enquanto que o das águas de apenas 22,4%. A mesma comparação feita para a variedade Rico 23, revela o valor de 29,5% e 21,4% para a safra de seca e das águas, respectivamente. Para a variedade Carioca da seca, o teor de proteína na base seca foi de 26,2%, enquanto que para o das águas foi

QUADRO 1

Classificação, quanto ao tipo, de cinco variedades de feijão Phaseolus vulgaris L., safra das águas e da seca (CATI-1975).

V A R I E D A D E	T I P O
Bico de Ouro (águas)	3
Bico de Ouro (seca)	5
Carioca (águas)	3
Carioca (seca)	1
Piratã (seca)	4
Piratã (águas)	4
Rico 23 (águas)	5
Rosinha (águas)	3

QUADRO 2

Composição centesimal de cinco variedades de feijão Phaseolus vulgaris L., da safra das águas e da seca.

V A R I E D A D E	UMIDADE (%)	PROTEÍNAS (N X 6,25)	LIPÍDIOS (%)	FIBRA (%)	CINZAS (%)	CARBOIDRATOS (%)
Bico de Ouro (águas)	11,0	19,9	1,5	5,2	3,7	58,7
Bico de Ouro (seca)	11,4	28,6	1,5	5,0	3,9	49,6
Carioca (águas)	11,8	22,5	1,3	5,4	3,5	55,5
Carioca (seca)	11,5	23,2	1,2	5,4	3,5	55,2
Piratão (águas)	11,8	24,9	1,1	5,2	3,9	53,1
Rico 23 (águas)	11,1	19,0	1,5	5,7	3,7	59,0
Rico 23 (seca)	12,0	26,0	1,2	5,1	4,4	51,3
Rosinha (águas)	11,5	24,9	1,1	6,4	4,2	51,9

de 25,5%. O teor de proteína encontrado para as diversas variedades oscilou entre 20,4 e 32,6% na base seca, sendo que houve maior influência das épocas de plantio do que das variedades.

Quanto aos demais componentes, não se verificaram diferenças significativas entre as diversas variedades.

4.1.3. Perda de sólidos na maceração

A perda de sólidos na maceração é indesejável, tanto do ponto de vista nutricional como do econômico.

As porcentagens de sólidos totais perdidos nos diversos tratamentos de maceração, estão expressas no Quadro 3.

A perda de sólidos variou de 1,0% para o feijão Piratã da seca, macerado em água a 25°C, até 14,9% para o feijão Carioca das águas macerado em água a 60°C. De um modo geral, a perda de sólidos após 6 horas de maceração em água a 60°C, ao redor de 15%, é aproximadamente 10 vezes maior do que após 8 horas a 25°C.

A célula vegetal é um sistema osmótico, cujo protoplasma atua como membrana seletiva, permitindo livremente a passagem de água e dificultando a passagem de solutos.

O uso de temperaturas relativamente altas, como no escaldamento ou na maceração a 60°C, ao mesmo tempo que acelera a difu-

QUADRO 3

Perda de sólidos (%) na água ou solução de maceração, pelas diversas variedades de feijão submetidas a diferentes tratamentos de maceração.

V A R I E D A D E	Á G U A		S O L U Ç Ã O 1		ÁGUA (após escaldamento)	
	25°C	60°C	25°C	60°C	25°C	60°C
Bico de Ouro (âguas)	1,3	14,0	2,9	11,8	9,3	12,1
Bico de Ouro (seca)	1,6	14,4	3,0	9,4	10,4	13,7
Carioca (âguas)	1,7	14,9	0,7	10,7	8,2	13,6
Carioca (seca)	2,0	14,5	2,6	13,1	8,4	12,9
Piratã (âguas)	1,3	14,2	1,1	11,6	4,8	13,5
Piratã (seca)	1,0	14,0	0,7	8,9	4,2	14,4
Rosinha (âguas)	1,7	14,2	1,1	10,9	6,9	13,1
Rico 23 (âguas)	2,3	14,8	1,9	12,0	6,8	14,2

são de água, altera a permeabilidade da membrana, provocando uma rápida difusão de solutos para o meio de maceração (WIER e STOCKING, 1949).

A grande perda de sólidos a 60°C, certamente se deve a este fenômeno.

O escaldamento favoreceu acentuadamente a perda de sólidos durante a maceração a 25°C. Comparando-se os resultados do feijão macerado em água a 60°C, verificou-se que uma pequena parte de sólidos é perdida na operação de escaldamento.

Na solução 1, o equilíbrio osmótico é atingido antes com uma menor perda de sólidos de feijão, ao mesmo tempo que uma fração de sais se incorpora ao grão.

4.1.4. Alteração do pH durante a maceração

A alteração do pH durante a maceração deve-se principalmente à transferência de sólidos do grão para o meio.

A queda de pH após 8 horas de maceração em água a 25°C e 6 horas a 60°C foi de 6,7 para 6,3.

Na operação de escaldamento, parte dos sólidos se perderam, resultando numa menor queda de pH do meio de maceração, que foi de 6,7 para 6,5.

A liberação de ácidos pectínicos pela ação complexante do hexa

meta fosfato com o cálcio dos pectatos, concorreu para que a queda de pH deste meio de 8,3 para 6,2 fosse tão acentuada.

Embora a presença de tripolifosfato na solução 2, o pH caiu de 9,2 para 8,4, por se tratar de uma solução tampão.

4.1.5. Perda de proteína na maceração

De acordo com o Quadro 4, pode-se concluir que mesmo durante a maceração a 60°C por 6 horas, a perda de nitrogênio protéico sempre foi desprezível. No caso do feijão Piratã, a concentração de nitrogênio protéico no meio de maceração foi de 0,007%, o que representa 0,8% da proteína total do grão.

4.1.6. Dureza da água de cocção e maceração

A dureza da água utilizada no processamento de feijões, tem sido considerada como um fator bastante importante, pois afeta a textura do produto final.

LOPEZ (1969) cita que quando a água dura é utilizada, o tempo de cocção precisa ser acrescido de 10 a 30% para se atingir a mesma textura padrão.

Foi feita a determinação de dureza para a água e encontrou-se o valor médio de 1,35 mg CaCO₃/l, estando assim entre 0-4^od, considerada muito mole. Assim sendo, podemos concluir que a água utilizada no processo dos feijões, não prejudicou a textura.

QUADRO 4

Nitrogênio Total e Nitrogênio Não Protéico, no meio de maceração, após diferentes tratamentos de maceração.

T R A T A M E N T O de M A C E R A Ç Ã O	P I R A T Ã		C A R I O C A	
	N Total (g/100 g x 10 ⁻²)	N não Protéico (g/100 g x 10 ⁻²)	N Total (g/100 g x 10 ⁻²)	N não protéico (g/100 g x 10 ⁻²)
Água/25°C/8 h	1,5	1,4	2,5	2,1
Água/60°C/6 h	12,7	12,0	13,2	12,9
Sol.HMFS/25°C/8 h	1,7	1,7	2,0	2,0
Sol.HMFS/60°C/6 h	12,7	12,3	12,5	12,7

4.1.7. Curva de hidratação

A curva de hidratação foi traçada de acordo com a taxa de absorção de água (g água absorvida/100 g matéria seca.h).

Nas figuras 3, 5, 7, 9, 11 e 14, são apresentadas as curvas para as variedades Bico de Ouro, Carioca das águas e da seca, Piratã, e Rosinha das águas, sob diferentes tratamentos de maceração, antes do armazenamento.

Os resultados para as variedades Bico de Ouro, Carioca, Piratã, das águas e da seca, Rosinha e Rico 23 das águas, após um ano de armazenamento, estão apresentados nas Figuras 4, 6, 8, 10, 12, 13, 15 e 16, respectivamente.

De acordo com estas Figuras pode-se observar que no início da maceração, a taxa de absorção foi elevada e no decorrer do processamento foi decrescendo até tornar-se praticamente nula.

Conforme WIER e STOCKING (1949) as células vivas sem turgor do parênquima, quando colocadas em água, possuem uma pressão de difusão de água para dentro da célula, menor que a pressão de difusão da água pura, o que provoca a entrada de água e aumenta o volume da célula. Este é o fenômeno que ocorre durante a primeira fase da maceração, onde a taxa de absorção é alta. Paralelamente ao aumento do volume, ocorre o aumento da pressão hidrostática, ou turgor, e, conseqüentemente, o aumento da pressão de difusão para fora da célula. O equilíbrio é alcançado

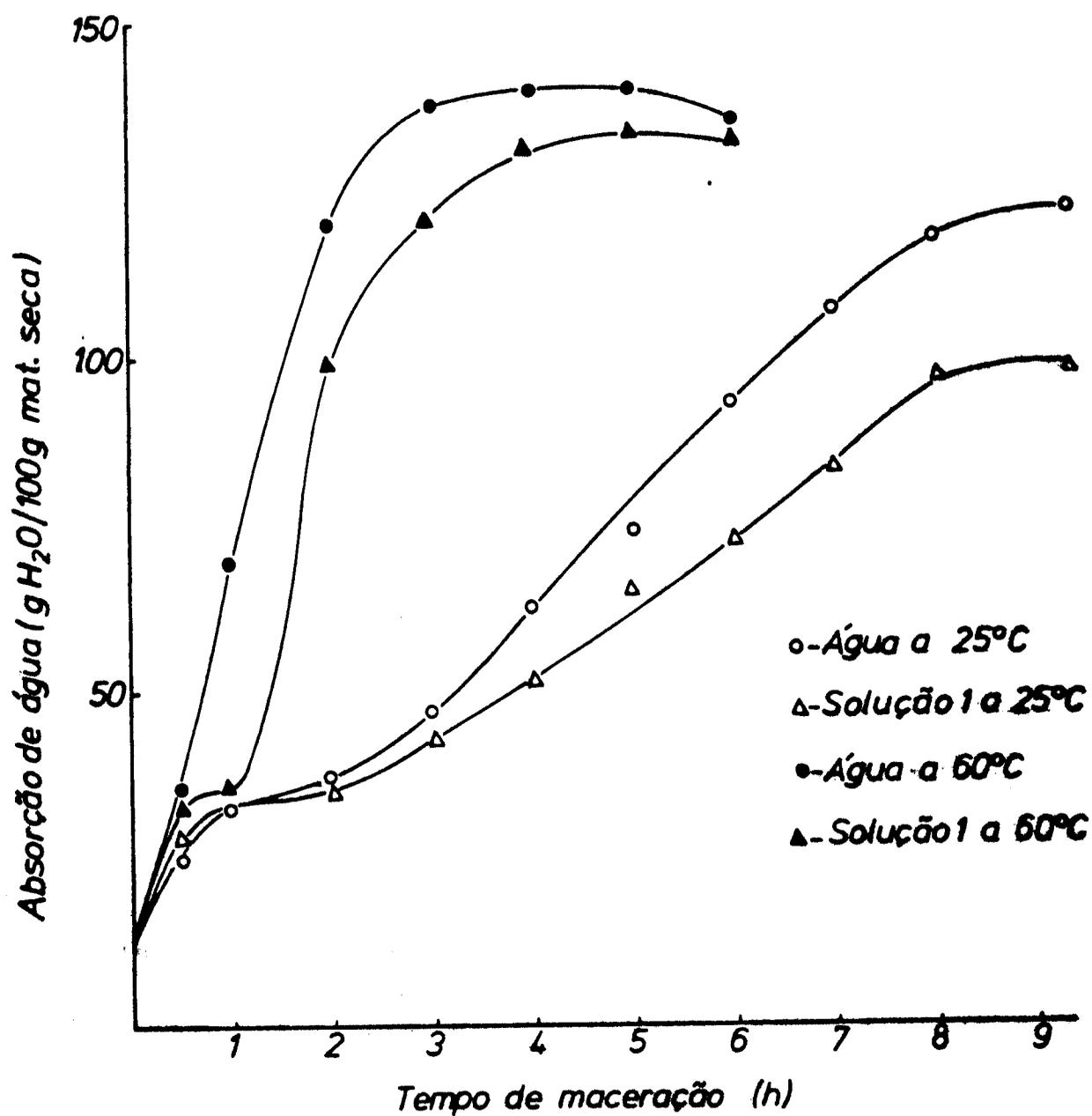


Figura 3 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (das águas), antes do armazenamento.

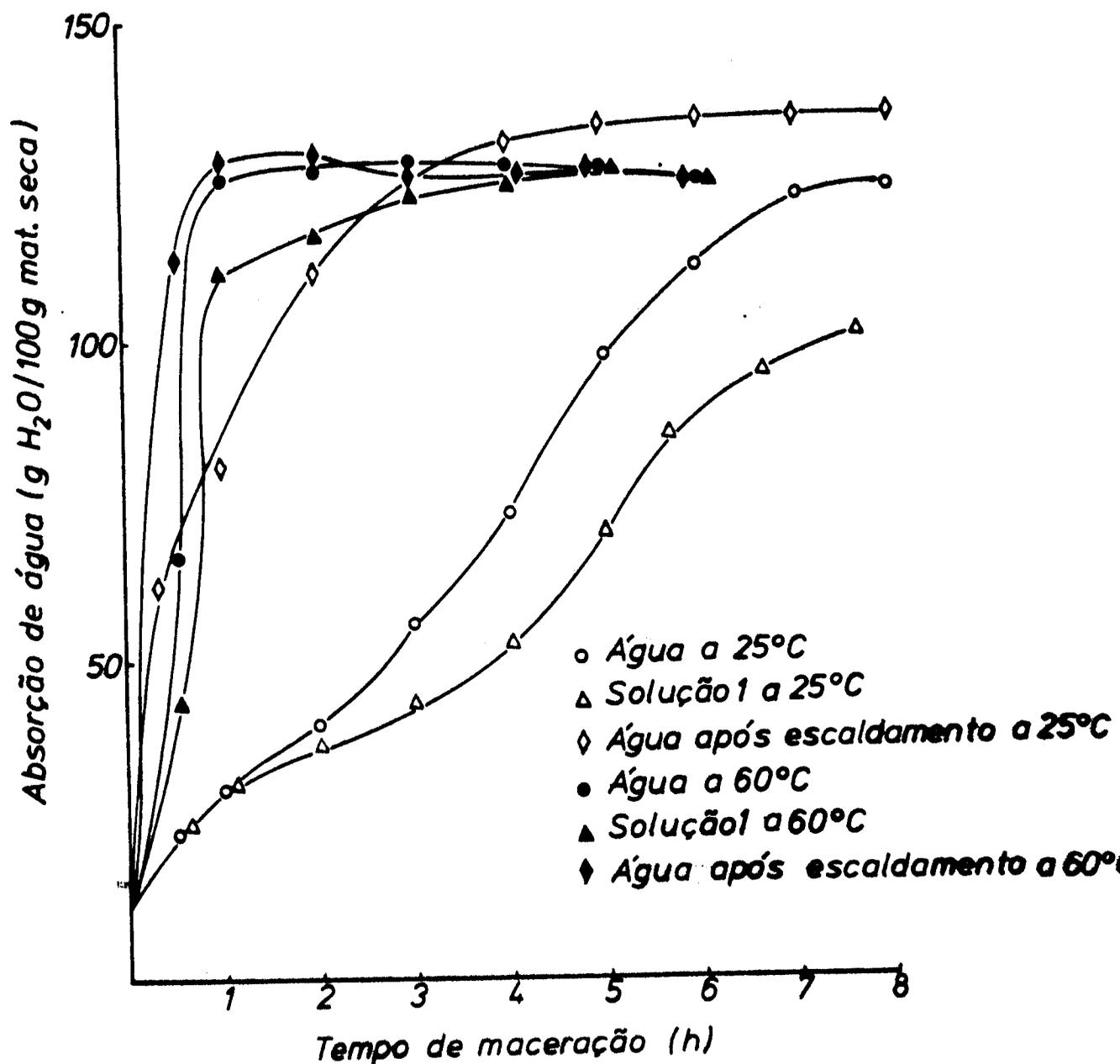


Figura 4 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (das águas), após 1 ano de armazenamento.

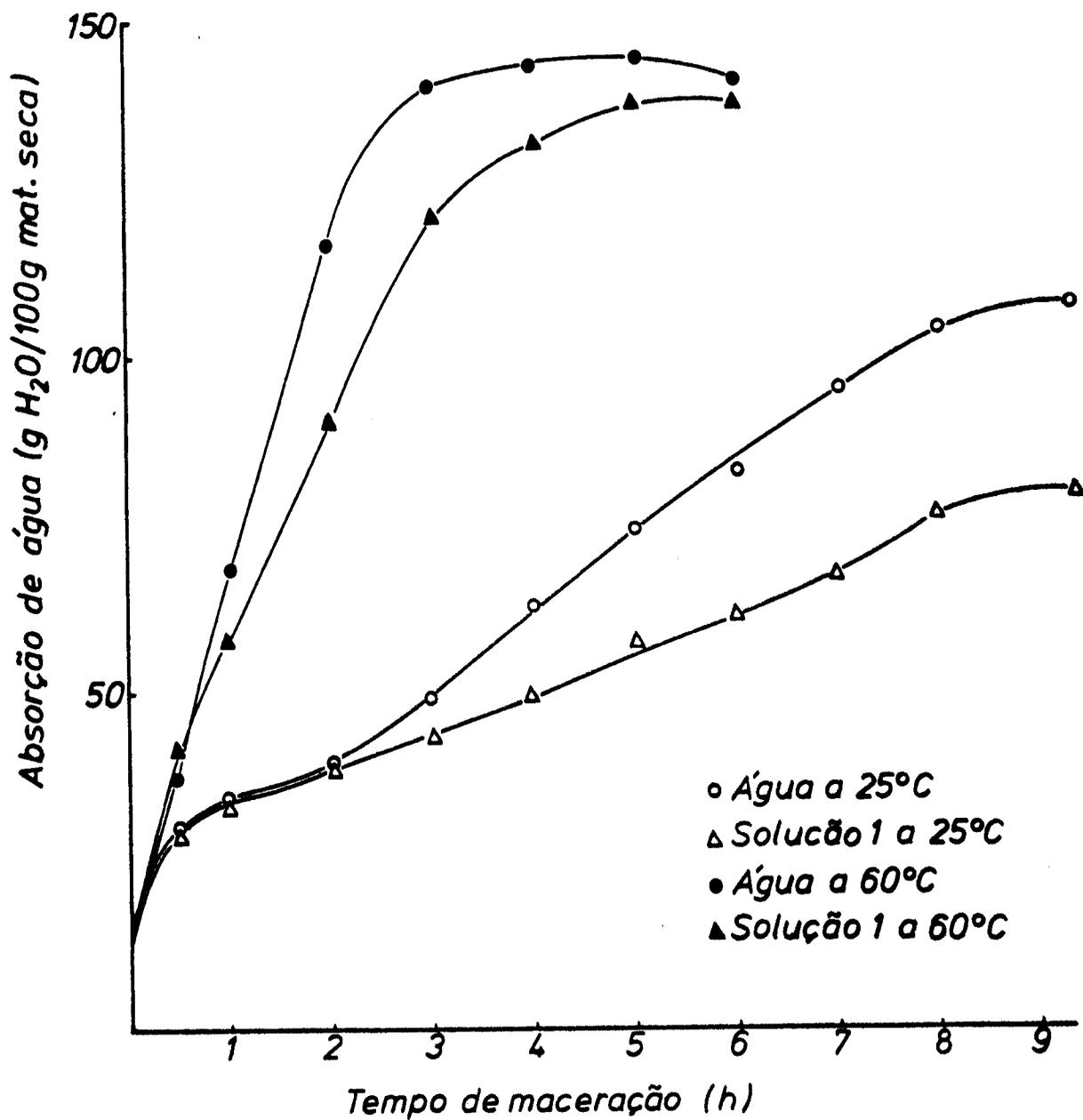


Figura 5 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (da seca), antes do armazenamento.

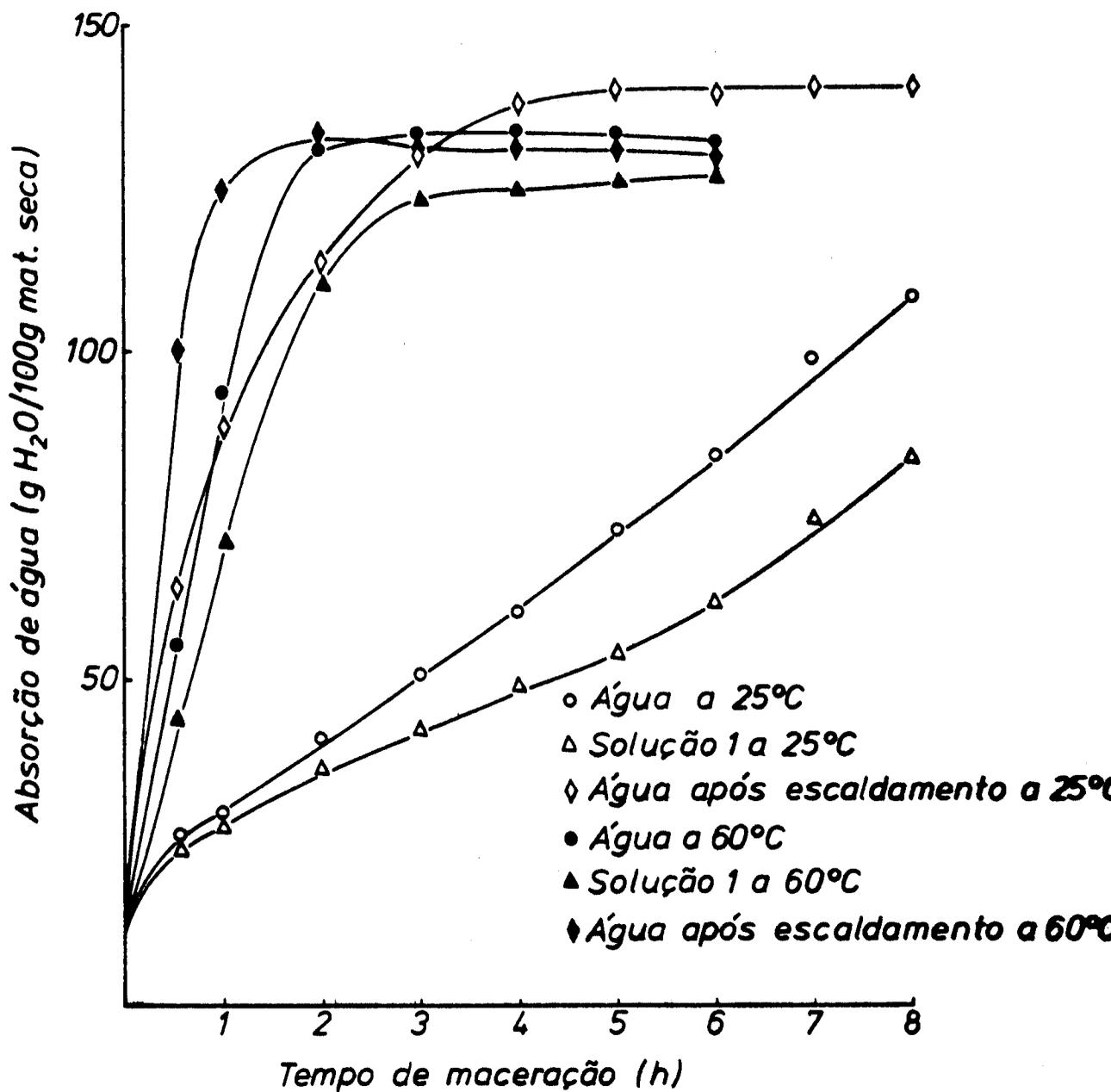


Figura 6 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Bico de Ouro (da seca), após 1 ano de armazenamento.

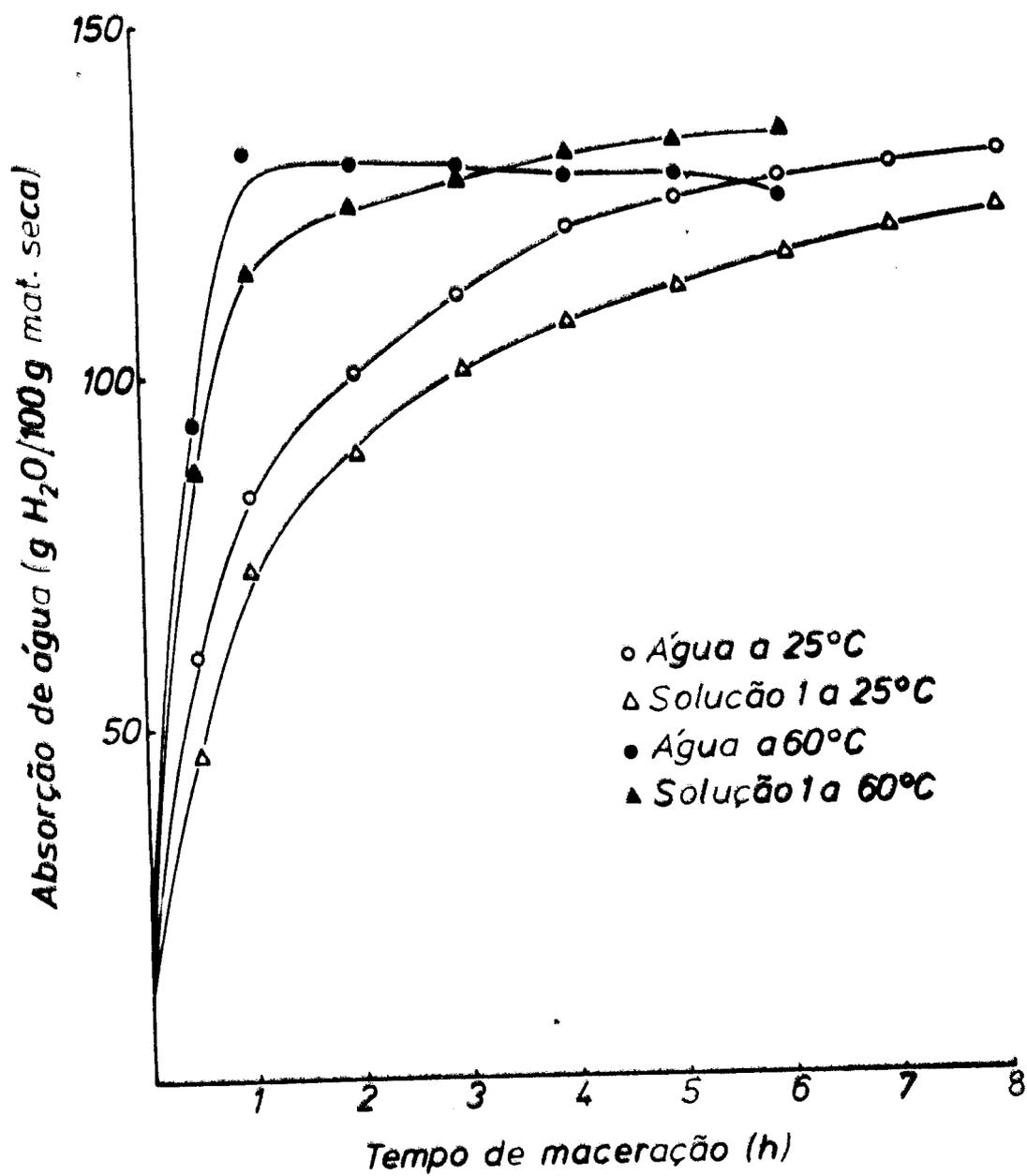


Figura 7 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (das águas), antes do armazenamento.

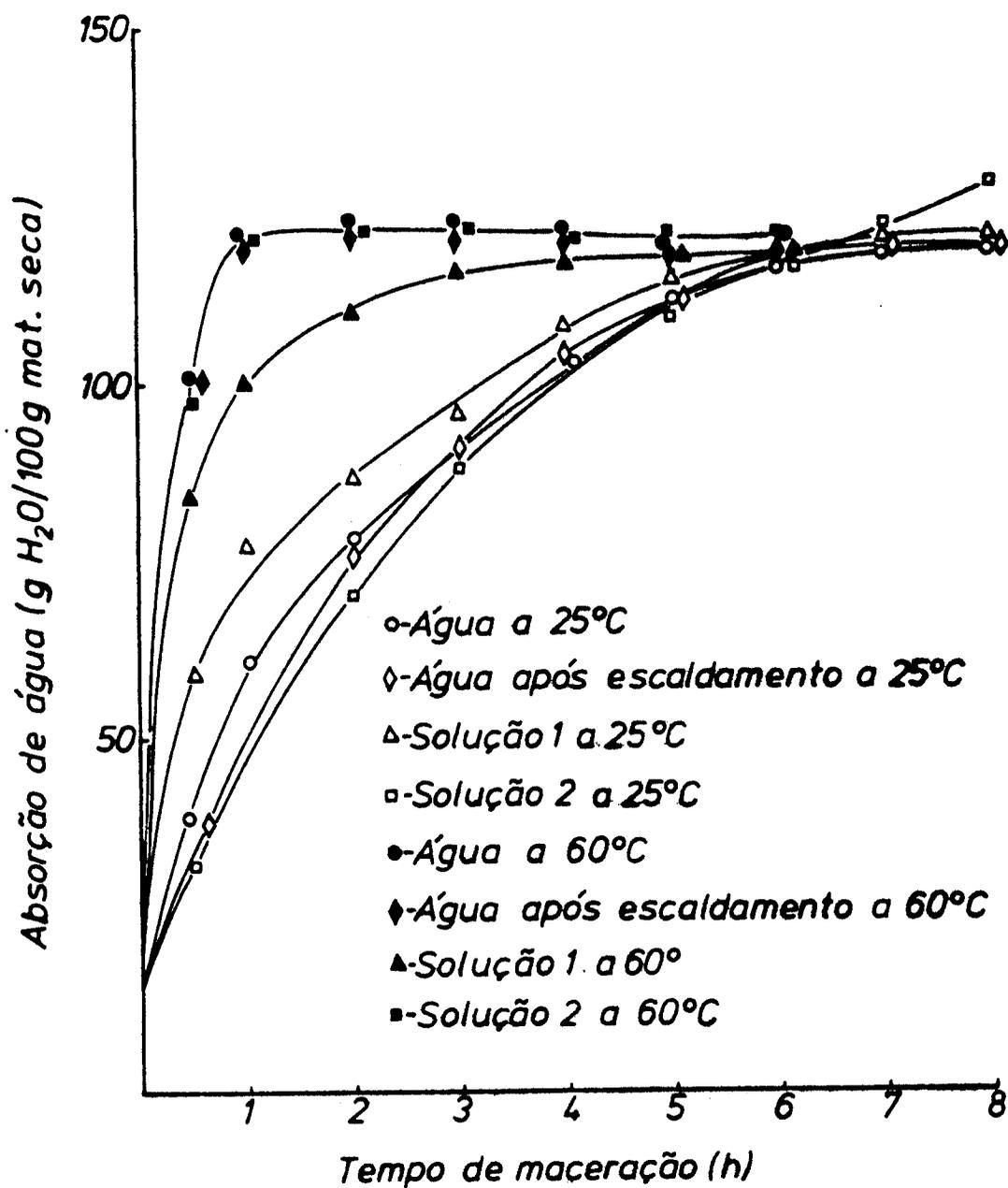


Figura 8 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (das águas), após 1 ano de armazenamento.

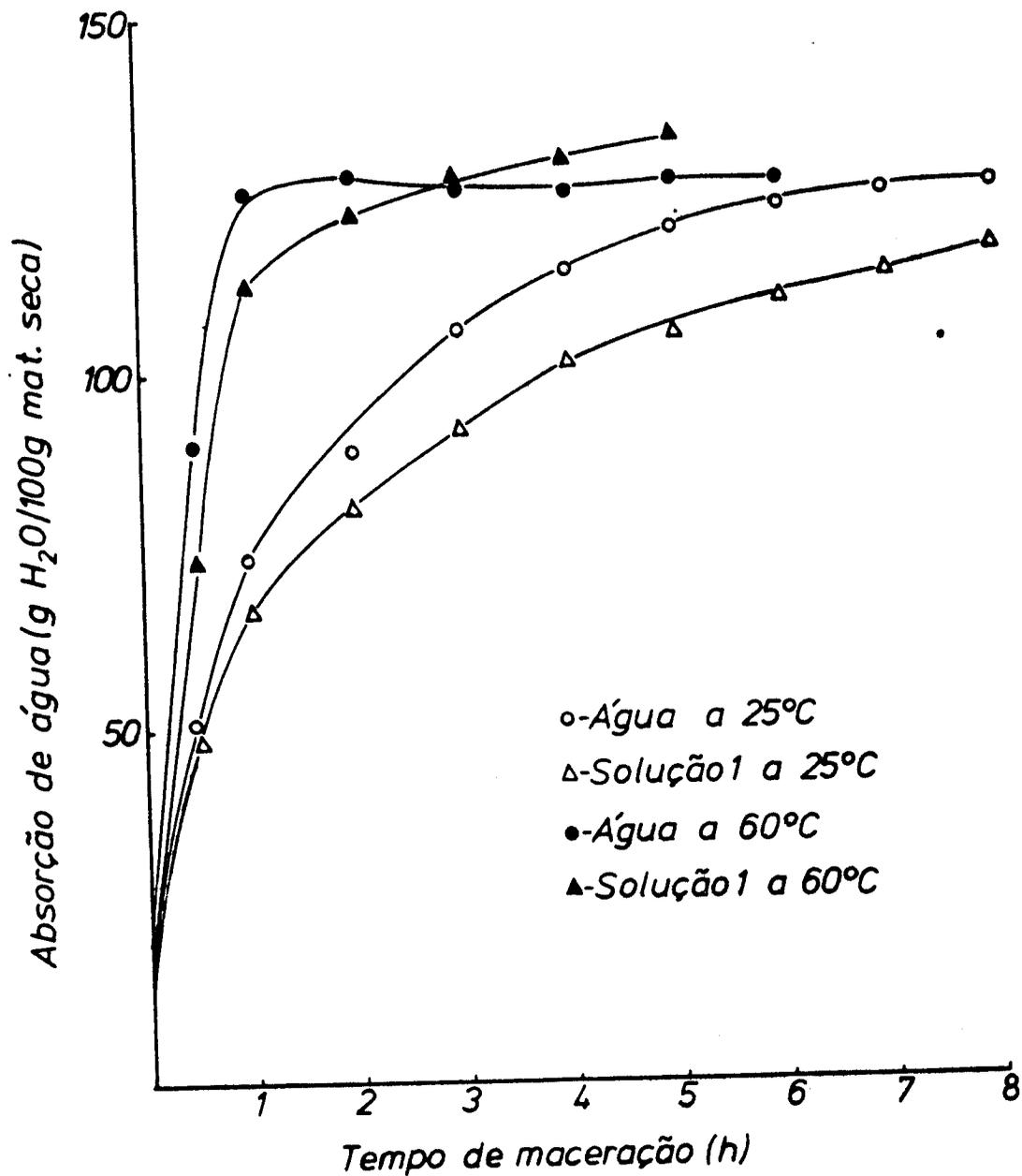


Figura 9 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (da seca), antes do armazenamento.

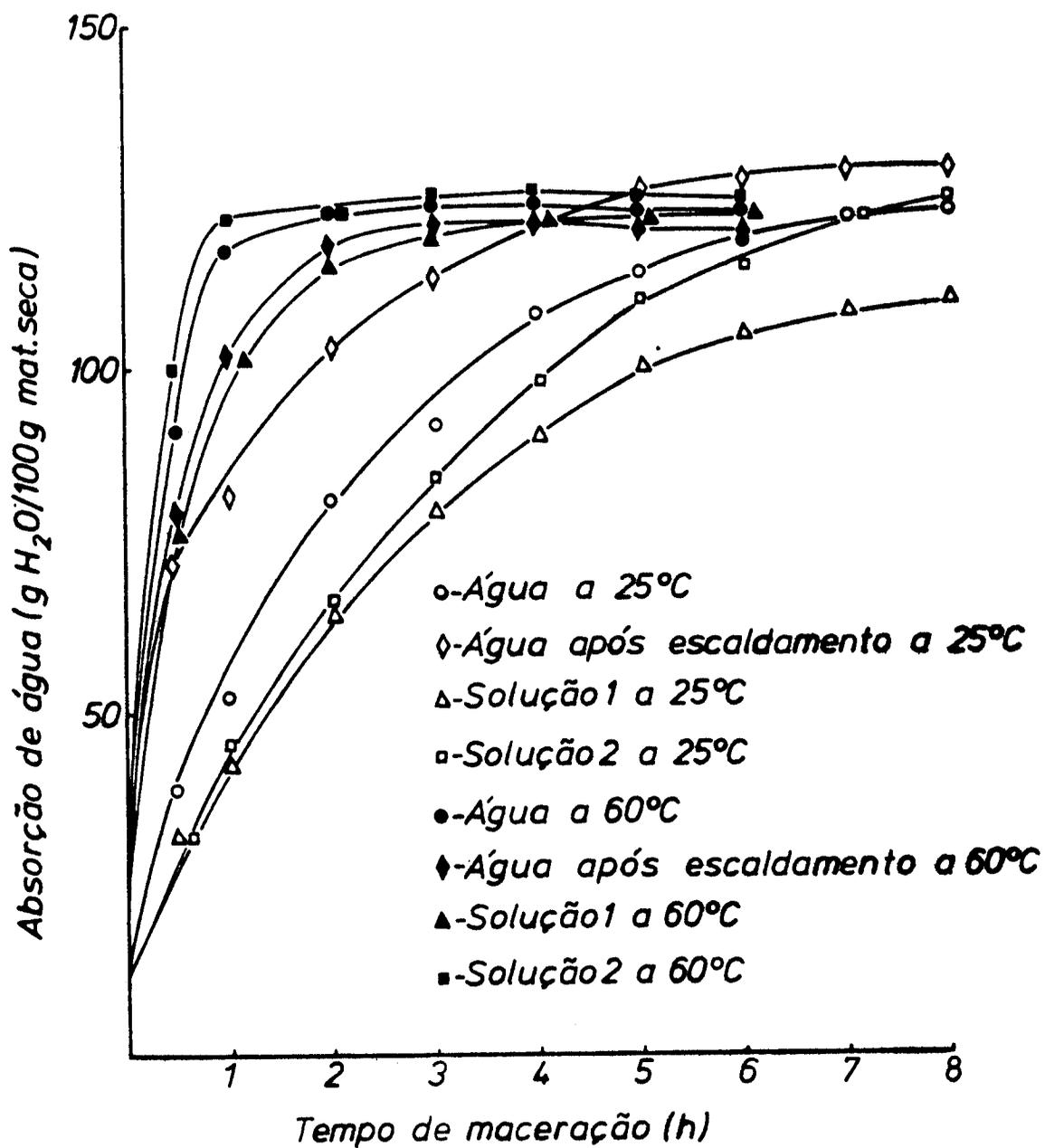


Figura 10 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Carioca (da seca), após 1 ano de armazenamento.

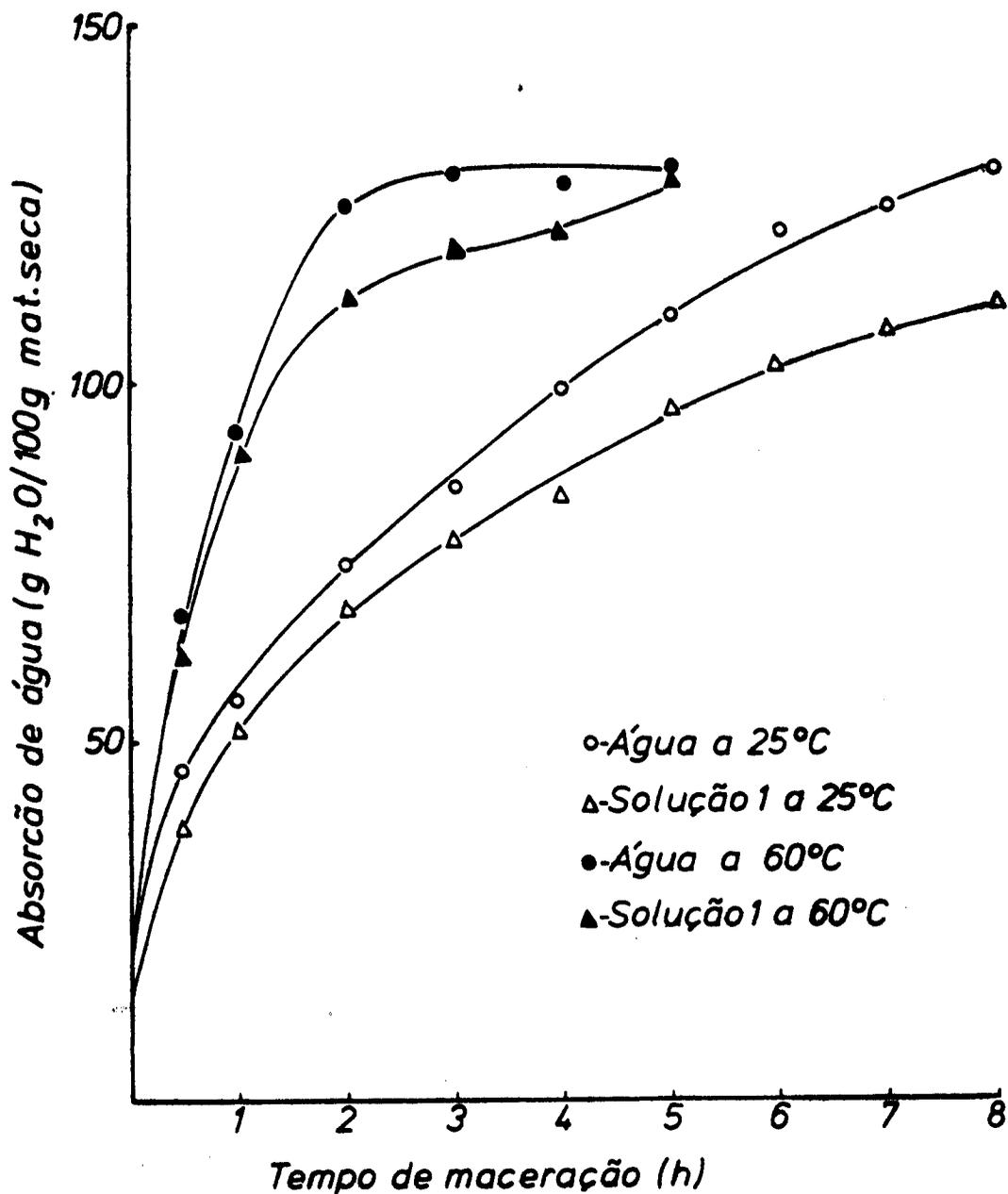


Figura 11 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (das águas), antes do armazenamento.

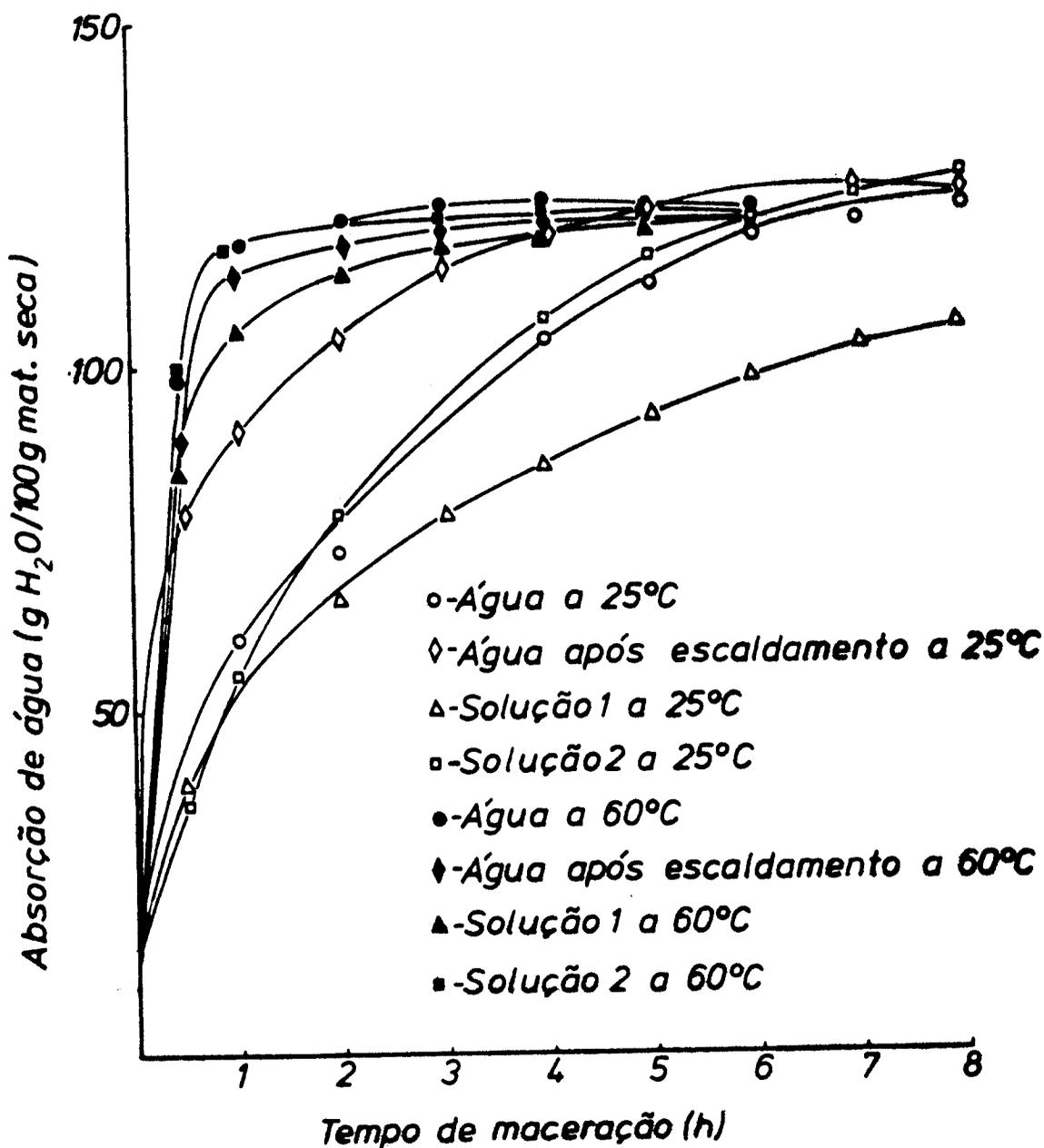


Figura 12 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (das águas), após 1 ano de armazenamento.

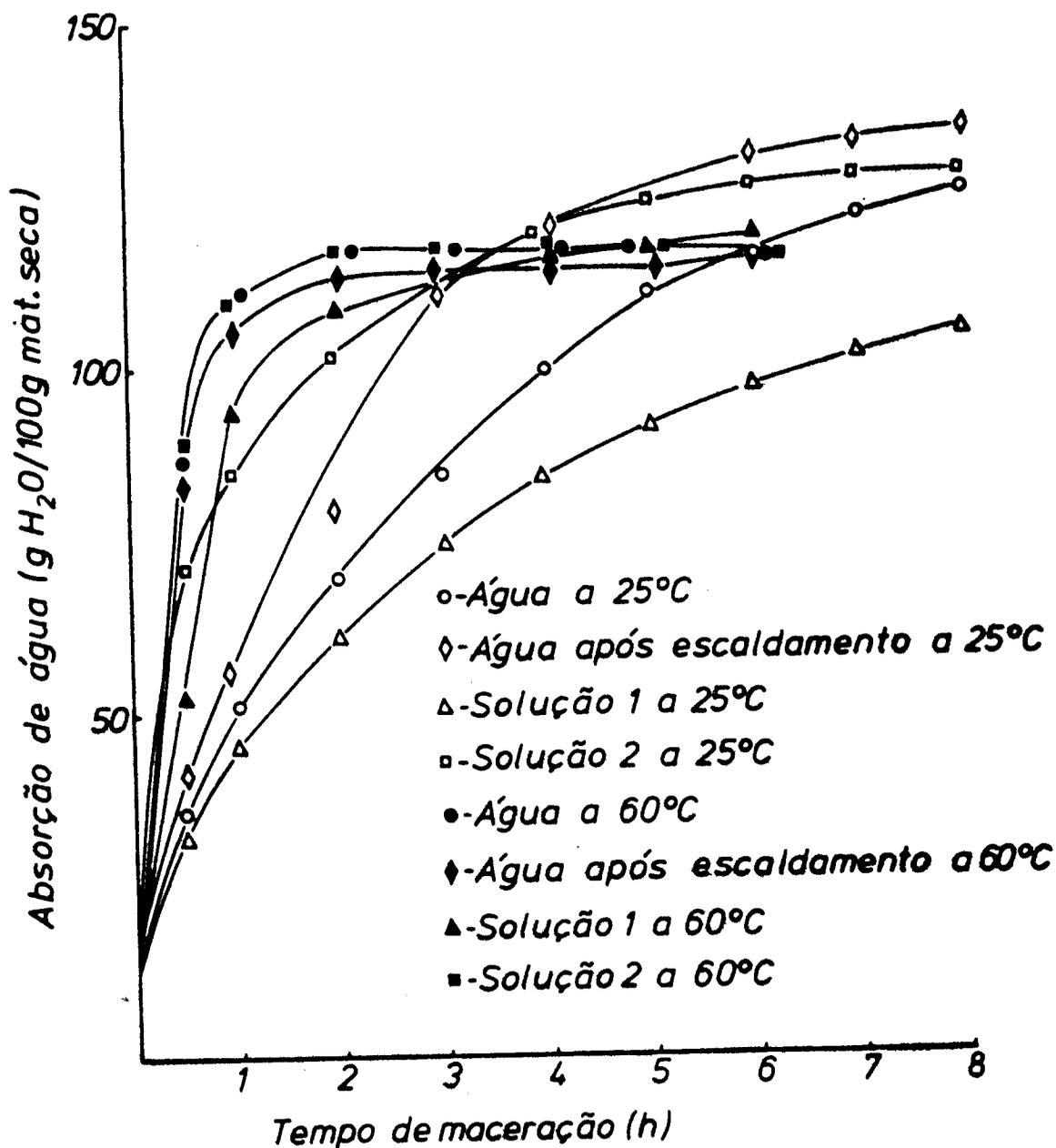


Figura 13 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Piratã (da seca), após 1 ano de armazenamento.

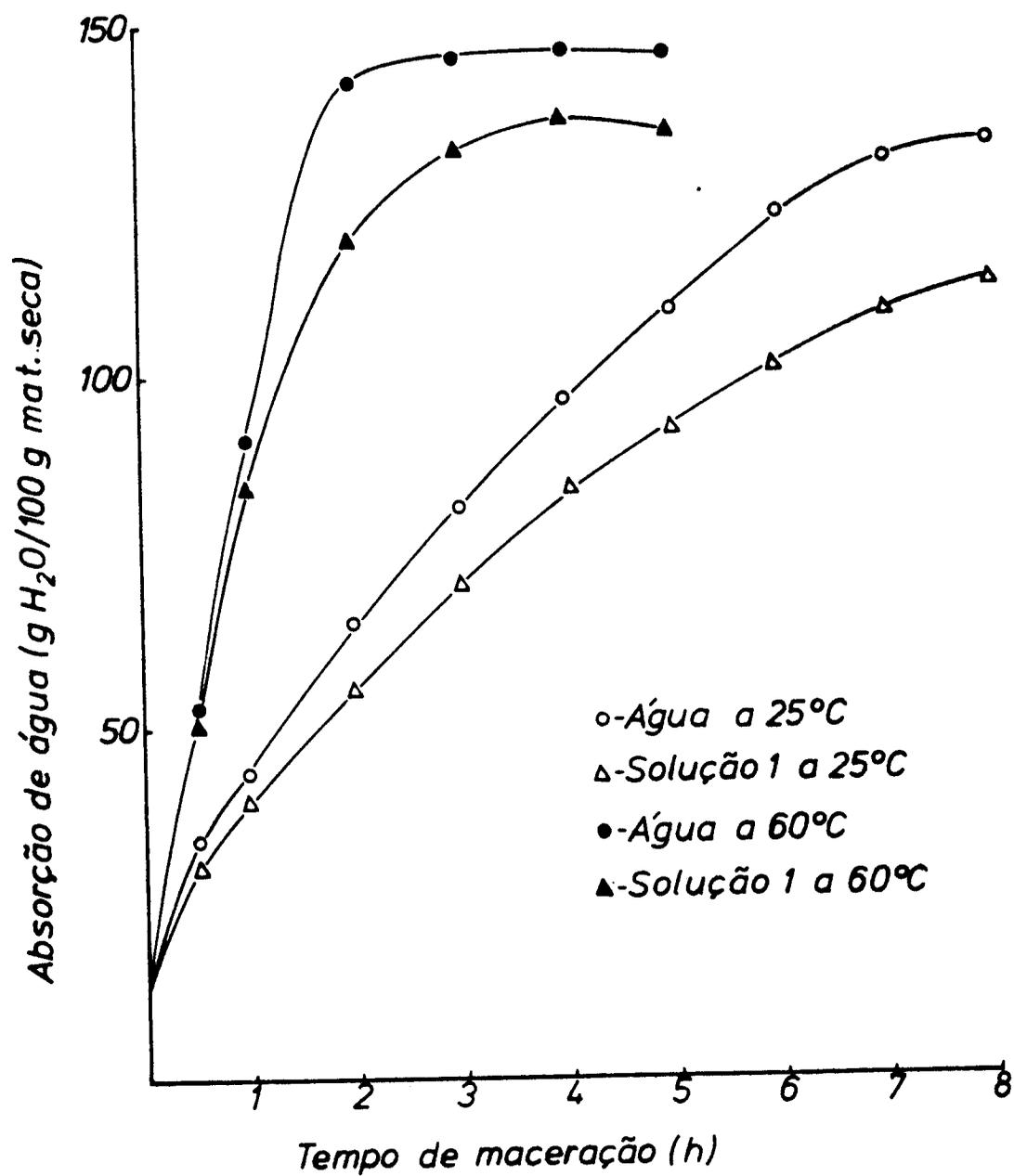


Figura 14 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rosinha (das águas), antes do armazenamento.

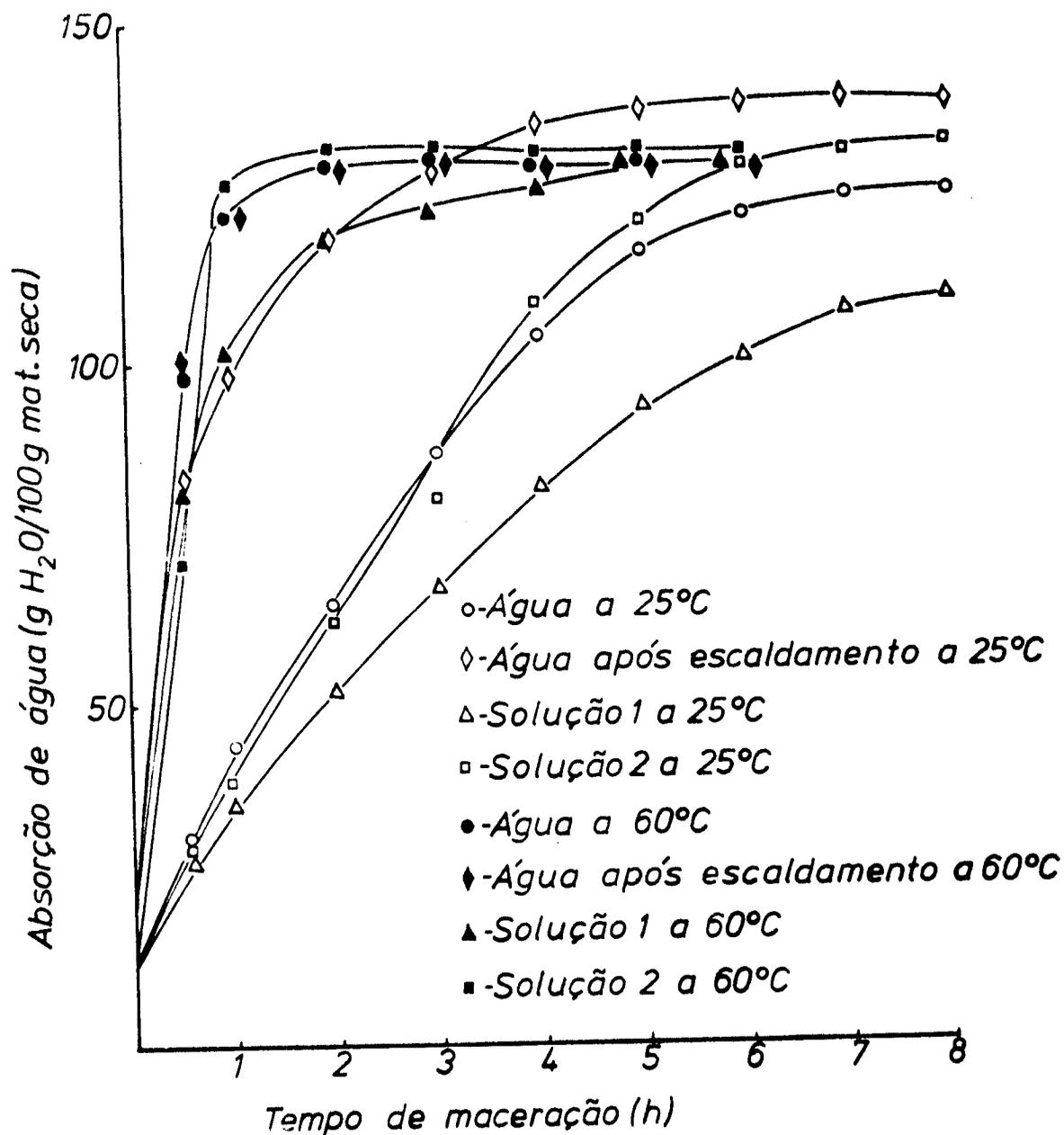


Figura 15 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rosinha (das águas), após 1 ano de armazenamento.

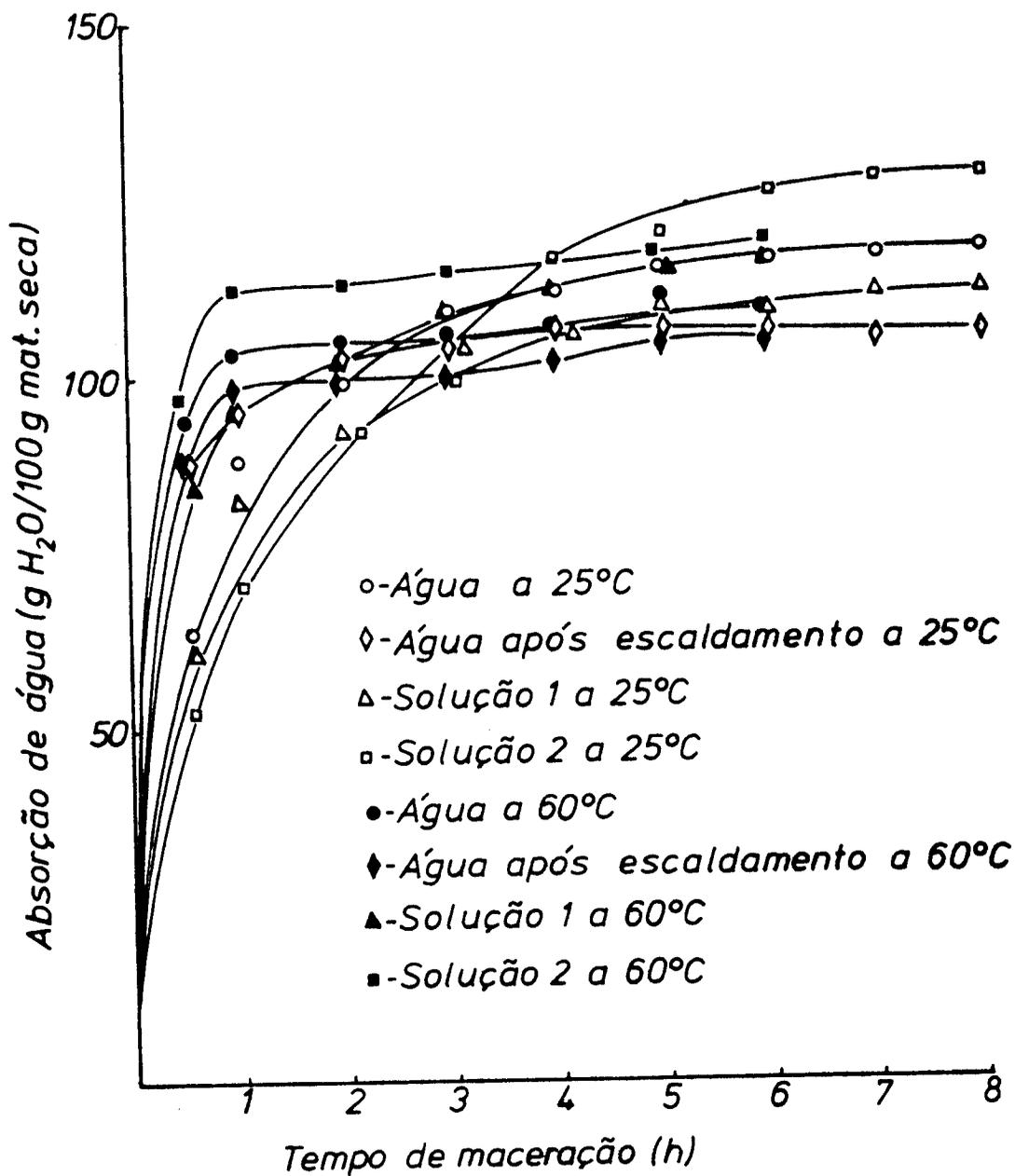


Figura 16 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na curva de hidratação do feijão Rico 23 (das águas), após 1 ano de armazenamento.

quando o aumento de difusão devido ao turgor é contrabalançado pela presença de solutos dentro da célula. Neste ponto, a taxa de absorção durante a maceração é praticamente nula.

Esta estabilização para as variedades Bico de Ouro, Carioca, Piratã, Rosinha e Rico 23, ocorreu após 8 horas de maceração a 25°C, com uma absorção ao redor de 120 g de água por 100 g de matéria seca.

Observou-se também que no início da maceração a absorção de água do feijão Bico de Ouro foi bastante lenta.

No processo de absorção de água pelas leguminosas secas, existem dois fatores responsáveis pela resistência à difusão: o tegumento e o cotilédone (QUAST e da SILVA, 1977), sendo provavelmente o tegumento a principal resistência no início da maceração. Acredita-se, portanto, que o feijão Bico de Ouro (das águas e da seca), apresentou lenta absorção no início da maceração por possuir tegumento mais impermeável que as demais variedades.

4.1.8. Absorção máxima

Durante a maceração existe um ponto no qual a diminuição de peso devido à perda de sólidos é maior que o aumento devido à absorção de água e sais, a partir do qual a taxa de absorção se torna negativa.

Através das curvas de hidratação, verificou-se que na maceração a frio (25°C), a absorção máxima é alcançada aproximadamente após 8 horas. No processo a quente, ela é alcançada em tempos diferentes, dependendo do tratamento de maceração.

Os resultados de absorção máxima dos feijões antes e após o armazenamento, expressos em g água/100 g matéria seca, são apresentados nos Quadros 5, 6 e 7.

Esta absorção máxima é aparente, pois a quantidade de água foi calculada em base do ganho de peso.

A absorção máxima variou com as variedades, com o tratamento e com o armazenamento. Encontrou-se valores desde 78 g de água para o feijão Bico de Ouro safra da seca macerado em solução de sais a 25°C, até 146 g de água para o feijão Rosinha macerado em água a 60°C, em ambos os casos para feijões que não sofreram armazenamento.

4.1.9. Efeito de diferentes processos de maceração e do armazenamento na absorção de água de diversas variedades de feijão

4.1.9.1. Efeito da temperatura de maceração

Conforme as curvas de hidratação, verificou-se que a 60°C a taxa de absorção de água, para qualquer variedade, foi sensivelmente acelerada. De um modo geral, o grão macerado a 60°C, atin

QUADRO 5

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na absorção máxima de água de quatro variedades de feijão que não sofreram armazenamento.

V A R I E D A D E	Á G U A		S O L U Ç Ã O 1	
	25°C	60°C	25°C	60°C
	(g H ₂ O/100 g mat.seca)			
Bico de Ouro (ãguas)	118	140	97	133
Bico de Ouro (seca)	104	144	78	138
Carioca (ãguas)	131	133	123	134
Carioca (seca)	126	127	118	133
Piratã (ãguas)	130	131	110	128
Rosinha (seca)	134	146	113	135

Condições de maceração: 8 h/25°C e 6 h/60°C

QUADRO 6

Efeito de diferentes tratamentos de maceração a 25°C, na absorção máxima de água de cinco variedades de feijão após um ano de armazenamento.

V A R I E D A D E	T R A T A M E N T O D E M A C E R A Ç Ã O (2 5 ° C)			
	Água	Água (após escaldamento)	Solução 1	Solução 2
	(g H ₂ O/100 g mat.seca)			
Bico de Ouro (ãguas)	124	136	103	-
Bico de Ouro (seca)	109	143	84	-
Carioca (ãguas)	119	119	120	128
Carioca (seca)	123	129	110	124
Piratã (ãguas)	124	124	106	128
Piratã (seca)	125	122	104	128
Rico 23 (ãguas)	118	107	112	128
Rosinha (ãguas)	125	138	109	134

QUADRO 7

Efeito de diferentes tratamentos de maceração a 60°C, na absorção máxima de água de cinco variedades de feijão, após um ano de armazenamento.

V A R I E D A D E	T R A T A M E N T O D E M A C E R A Ç Ã O (6 0 ° C)			
	Água	Água (após escaldamento)	Solução 1	Solução 2
	(g H ₂ O/100 g mat.seca)			
Bico de Ouro (ãguas)	128	130	127	-
Bico de Ouro (seca)	134	133	127	-
Carioca (ãguas)	123	122	118	122
Carioca (seca)	124	122	123	125
Piratã (ãguas)	123	121	121	122
Piratã (seca)	127	126	129	116
Rico 23 (ãguas)	111	106	114	118
Rosinha (ãguas)	130	129	138	133

(6 horas de maceração)

giu em aproximadamente uma hora, a mesma hidratação que em 8 horas a 25°C.

Resultados semelhantes foram encontrados por STEINKRAUS e col. (1964) e HAMAD e POWERS (1965).

O aumento de temperatura, provocou um aumento na pressão osmótica e, conseqüentemente, uma maior difusão de água para o interior da célula, o que resultou na alta taxa de absorção de água no início da maceração.

Apesar dos autores acima citados terem estudado a absorção de água de feijões, não fizeram nenhuma referência quanto à alteração da absorção máxima.

De acordo com os Quadros 5, 6 e 7, verificou-se que para algumas variedades como Bico de Ouro (das águas e da seca) e Rosinha (das águas), a absorção máxima foi muito maior após 6 horas de maceração a 60°C do que em 8 horas a 25°C. O feijão Bico de Ouro da seca foi o mais sensível ao tratamento térmico, onde a absorção máxima passou de 104 a 25°C para 144 a 60°C, cerca de 40% superior. Para as demais variedades, os valores da absorção máxima foram aproximadamente os mesmos quando macerados a 25 ou a 60°C.

De acordo com WIER e STOCKING (1949), qualquer técnica usada no processamento de alimentos que altere a constituição protoplás

mática, elasticidade da parede celular, ou natureza coloidal dos constituintes da célula, irá alterar a capacidade desta de reter água. Temperaturas relativamente altas, provocam uma alteração da permeabilidade da parede celular com uma rápida di fusão de solutos para o meio aquoso. Paralelamente a esta perda de sólidos, ocorre uma perda de água que; no entanto, será tão menor quanto maior for a presença de amido e proteínas no grão.

Semelhante fenômeno certamente ocorreu durante a maceração a 60°C , pois houve grande perda de sólidos neste processo. A perda de peso observada após algumas horas de maceração, foi relativamente pequena, provavelmente devido á parcial hidratação do amido e proteínas.

A variedade Bico de Ouro, safra da seca, foi a que menos absorveu água durante a maceração a frio, quer em água pura, quer em solução de sais, porém, foi uma das que mais água absorveu durante a maceração a 60°C .

Esta variedade apresentou uma modificação de permeabilidade entre 25 e 60°C , bastante mais significativa do que as demais variedades.

Semelhante resultado foi encontrado por HAMAD e POWERS (1965), para a variedade "Great Northern", cuja absorção foi grandemente acelerada depois de uma hora a 80°C . O autor atribuiu este efeito a uma barreira péctica que era alterada a esta temperatura, facilitando a entrada de água no grão.

4.1.9.2. Efeito de escaldamento

De acordo com as Figuras 4, 6, 8, 10, 12, 14, 15 e 16, verificou-se que nas primeiras horas de maceração o escaldamento apresenta um efeito positivo, aumentando a taxa de hidratação. Este efeito tende a desaparecer no decorrer da maceração, pois após 8 horas o feijão que sofreu escaldamento, apresenta a mesma absorção máxima que a alcançada pelo padrão. Entretanto, para a variedade Bico de Ouro das águas e da seca, e Rosinha, esta diferença foi bastante significativa.

Conforme MORRIS e col. (1950), este tratamento favorece a absorção de água, por diminuir o número de grãos que tem tegumento impermeável. Provavelmente, o feijão Bico de Ouro e Rosinha continham grande porcentagem destes grãos, uma vez que o tratamento térmico foi bastante efetivo.

A temperaturas relativamente altas, ocorre a solubilização do material pectínico devido à reação da fitina presente no grão com o cálcio dos pectatos (MATTSON, 1946). Esta alteração facilita a entrada de água no grão, aumentando a taxa de absorção de água no início da maceração.

Por outro lado, o escaldamento provocou uma alteração da permeabilidade da parede celular (SIMPSON e HALLIDAY, 1941), facilitando a saída de sólidos, o que resultou numa maior perda de sólidos (Quadro 3), em relação ao tratamento padrão.

Através da Figura 16 e dos Quadros 6 e 7, pode-se verificar que o feijão Rico 23 que sofreu escaldamento, absorveu muito menos água que no tratamento padrão, provavelmente porque a alteração da permeabilidade foi mais acentuada, fazendo com que a perda de sólidos fosse mais rápida que a absorção de água.

Verificou-se que o escaldamento antes da maceração a 60°C não apresenta nenhum efeito significativo.

4.1.9.3. Efeito de aditivos

a) Efeito da solução 1

Diversos autores tem estudado o efeito de aditivos na maceração, com o intuito de aumentar e acelerar a absorção de água pelo grão e diminuir o tempo de cocção dos feijões.

ROCKLAND e METZLER (1967), chegaram a bons resultados com a seguinte solução, que foi por nós utilizada: 2,5% de cloreto de sódio, 1,0% de tripolifosfato de sódio, 0,75% de bicarbonato de sódio e 0,5% de carbonato de sódio.

De acordo com as curvas de hidratação e os resultados da absorção máxima (Quadros 5 e 6), o uso da solução de sais a 25°C sempre resultou numa menor taxa de absorção.

A solução 1 é uma mistura de carbonatos que produzem uma solução tampão alcalina, que ajuda a dispensar e solubilizar pro-

teínas, aumentando a absorção de água. O polifosfato, por ser um agente quelante metálico, ajuda a dissociar o cálcio ou outro metal que forme complexo com a proteína.

No entanto, a substância intercelular (hemiceluloses e materiais pécticos) não sofre modificação durante a maceração na solução ou água a 25°C (ROCKLAND e JONES, 1974), o que dificulta a entrada destes sais na célula a esta temperatura, resultando apenas um efeito negativo, devido à menor diferença de pressão osmótica causada pela presença dos sais na solução.

No início da maceração a 60°C, a solução de sais provocou um efeito negativo na absorção de água, mas no decorrer do processo, este valor aproximou-se da absorção atingida em água a 60°C.

No caso do feijão Carioca, antes do armazenamento (Figuras 7 e 9), e Rico 23 (Figura 16), a absorção na solução de sais a 60°C ultrapassou a absorção em água pura a 60°C.

Após algumas horas de maceração a 60°C, o aumento da permeabilidade facilitou a entrada de sais na célula aumentando a hidratação da proteína, contrabalançando e, em alguns casos, ultrapassando o efeito negativo que os sais provocaram no equilíbrio osmótico.

Estes resultados indicam que durante a cocção, onde a permeabilidade é ainda maior, o efeito destes sais será mais acentuado.

b) Efeito da solução 2

O efeito do hexametáfosfato de sódio na taxa de absorção pode ser visto nas Figuras 8, 10, 12, 14, 15 e 16, e o resultado para a absorção máxima estão apresentados nos Quadros 6 e 7.

A absorção máxima do feijão a 25°C foi um pouco mais alta quando macerada em solução de hexametáfosfato que em água. Para a variedade Rico 23 e Rosinha, estas diferenças foram mais significativas.

O uso deste aditivo a 60°C não influenciou na taxa de absorção, exceto para a variedade Rico 23, aumentando sua absorção.

4.1.9.4. Efeito do armazenamento na absorção de água

O efeito do armazenamento na absorção total de água foi analisado através dos Quadros 5, 6 e 7.

A absorção máxima sob qualquer tratamento de maceração, foi menor após um ano de armazenamento para qualquer variedade estudada, exceto para a variedade Bico de Ouro da seca, que após um ano de armazenamento absorveu mais água a 25°C que a amostra recentemente colhida.

Durante o armazenamento ocorrem certas reações que aumentam a dureza do grão (MORRIS e WOOD, 1956; MUNETA, 1964 e BURR e col. 1968), provavelmente devido à alguma alteração que impede a absorção da água.

O efeito positivo que a solução de sais a 60°C apresentou na absorção de água do feijão Carioca no início do experimento, tornou-se negativo após um ano de armazenamento, devido a alterações que aumentaram a impermeabilidade do grão, impedindo a atuação benéfica dos sais da solução 2.

4.2. ESTUDO DA COCÇÃO DE FEIJÕES ARMAZENADOS POR UM ANO

4.2.1. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na absorção de água após 20 minutos de cocção a 121°C

Dos tratamentos de maceração anteriormente estudados (item 4.1) selecionou-se os seguintes para estudo de cocção:

Tratamento 1 - Sem maceração

Tratamento 2 - Água/25°C/8 h - Maceração em água a 25°C por 8 horas.

Tratamento 3 - HMFS/25°C/8 h - Maceração em solução 0,5% de hexametáfosfato de sódio a 25°C por 8 horas.

Tratamento 3 - Água/25°C/3 h - Maceração em água por 3 horas ,
após tratamento térmico de 1 mi
1 min/97,5°C nuto em água em ebulição.

Tratamento 5 - Água/60°C/1 h - Maceração em água a 60°C por 1 hora.

Tratamento 6 - HMFS/60°C/1 h - Maceração em solução 0,5% de hexametáfosfato de sódio a 60°C por 1 hora.

O tempo de maceração escolhido foi aquele onde ocorreu a absorção máxima.

O efeito dos diversos tratamentos de maceração na absorção de água após a cocção pode ser visto através da Figura 17.

Verificou-se que para qualquer variedade, o melhor tratamento visando a maior absorção de água constituiu em macerar o grão a 25°C por 8 horas numa solução de 0,5% de hexametáfosfato de sódio. Este tratamento 3, quando comparado com o tratamento 1 (sem maceração), levou o grão a absorver desde 39 até 110% mais água no caso dos feijões Carioca (das águas) e Rosinha, respectivamente.

Observou-se também que o uso do HMFS a 60°C por 1 hora, foi o segundo melhor tratamento. Os demais tratamentos, para qualquer variedade, sempre levaram aproximadamente à mesma absorção.

Conclui-se, portanto, que o escaldamento e a maceração em água são tratamentos dispensáveis (exceto quando o HMFS é usado na solução de maceração), uma vez que não melhoram a absorção de água total do feijão.

Verificou-se que, embora o HMFS não altere a absorção de água na maceração, apresenta durante a cocção, um efeito bastante positivo.

Nas temperaturas de cocção, o hexametáfosfato de sódio ajuda a

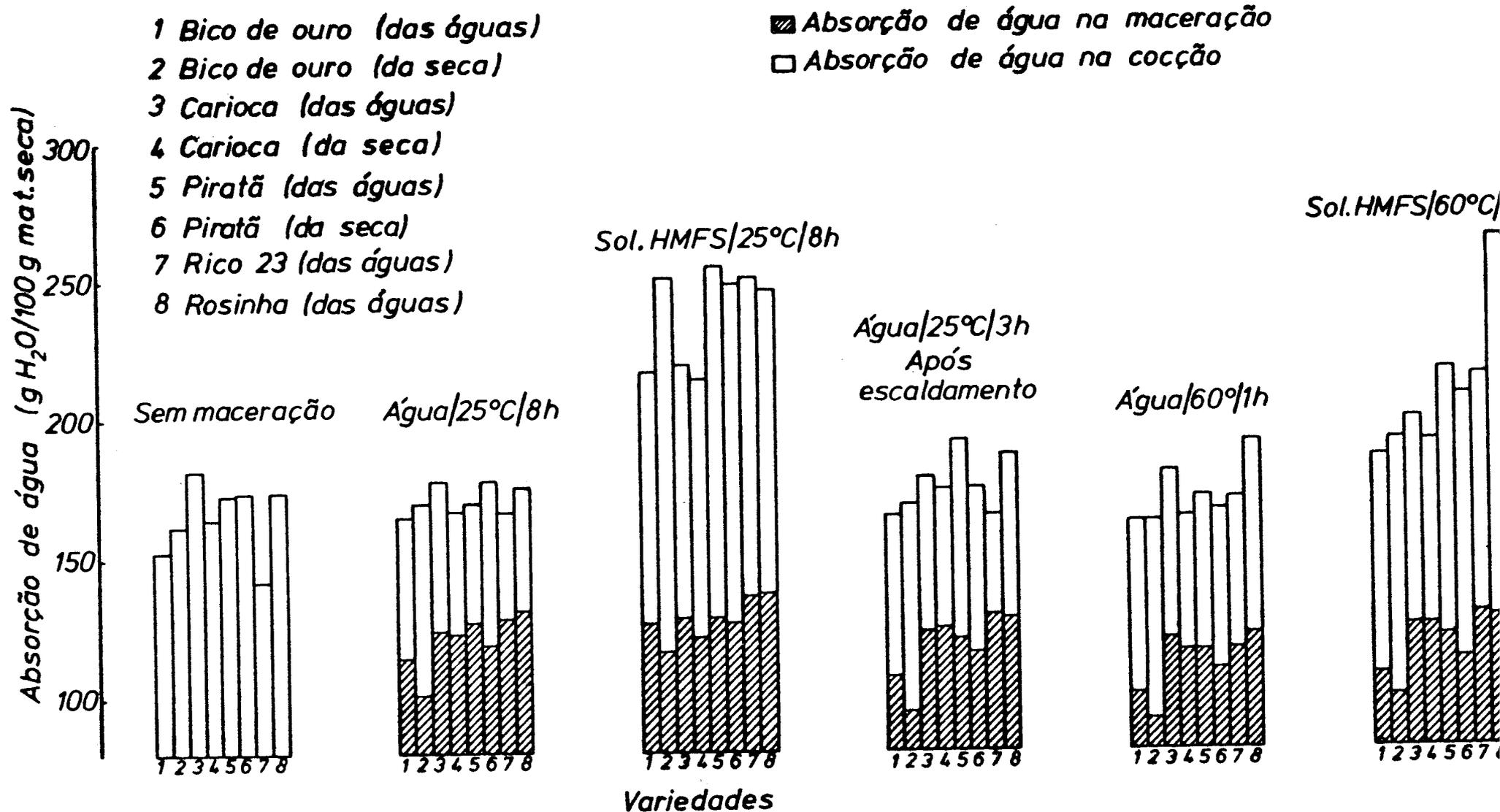


Figura 17 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na absorção de água na maceração na cocção e na absorção de água total de cinco variedades de feijão.

solubilizar uma fração do material pectínico que provoca a separação das células (LETHAN, 1962), facilitando a entrada de água no grão. Este sal aumenta a hidratação de proteínas e, ao mesmo tempo que ajuda a dissociar aquelas que estejam formando complexo com cálcio e magnésio. A solubilização das proteínas facilita a entrada de água nos grãos de amido que, por sua vez, também absorvem água. Provavelmente, reações como estas ocorreram durante a cocção do grão com hexametáfosfato de sódio, aumentando a absorção de água observada neste processo.

4.2.2. Absorção de água de diversas variedades submetidas à diferentes tratamentos de maceração

O comportamento das diversas variedades quanto à absorção está representado na Figura 17.

Após a cocção a classificação das variedades quanto à melhor absorção, variou conforme o tratamento.

Para o tratamento padrão ($H_2O/25^{\circ}C/8$ h), a absorção foi aproximadamente igual para todas as variedades, ou seja, cerca de 170 g de água por 100 g de matéria seca.

A solução hexametáfosfato de sódio sempre favoreceu a absorção de água de qualquer variedade, mas seu efeito foi mais significativo para as variedades Rosinha e Rico (das águas), Bico de Ouro da seca e Piratã das águas e da seca, que atingiram uma

absorção ao redor de 250 g de água por 100 g de matéria seca. Este tratamento a 60°C favoreceu principalmente a variedade Rosinha.

4.2.3. Efeito do tempo de cocção na absorção de água do feijão

Os testes foram realizados com o feijão Carioca, safra das águas.

Os resultados para o aumento da absorção em função do tempo de cocção estão apresentados no Quadro 8 e na Figura 18.

Para qualquer tratamento de maceração a absorção de água aumentou com o aumento do tempo de cocção, sendo que os maiores acréscimos ocorreram dos 20 aos 30 minutos. Após 30 minutos o ganho de água foi sempre menor, com exceção do tratamento 3, que aumentou na mesma proporção.

Para qualquer tempo de cocção, a absorção foi sempre maior para os tratamentos 3 e 6.

Conclui-se que o efeito do sal não desapareceu com o aumento do tempo de cocção.

4.2.4. Efeito da maceração e tempo de cocção na textura do feijão

4.2.4.1. Avaliação sensorial

Os resultados para a textura do feijão Carioca (safra das águas)

QUADRO 8

Efeito do tempo de cocção na absorção de água total, do feijão Carioca (das águas), submetido a diferentes tratamentos maceração.

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	T E M P O D E C O C Ç Ã O (min)		
	20	30	40
	(g H ₂)/100 g mat.seca)		
1. sem maceração	182	193	196
2. Água/25°C/8 h	178	185	187
3. Sol.HMFS/25°C/8 h	219	229	242
4. Água/25°C/3h (após escaldamento)	179	187	192
5. Água/60°C/1 h	180	185	189
6. Sol.HMFS/60°C/1 h	200	215	219

Tratamentos de maceração

- Sem maceração
- △-Água a 25°C/8h
- ◻-Sol. HMFS a 25°C/8h
- Água a 25°C/3h após escaldam.
- ▲-Água a 60°C/1h
- Sol. HMFS a 60°C/1h

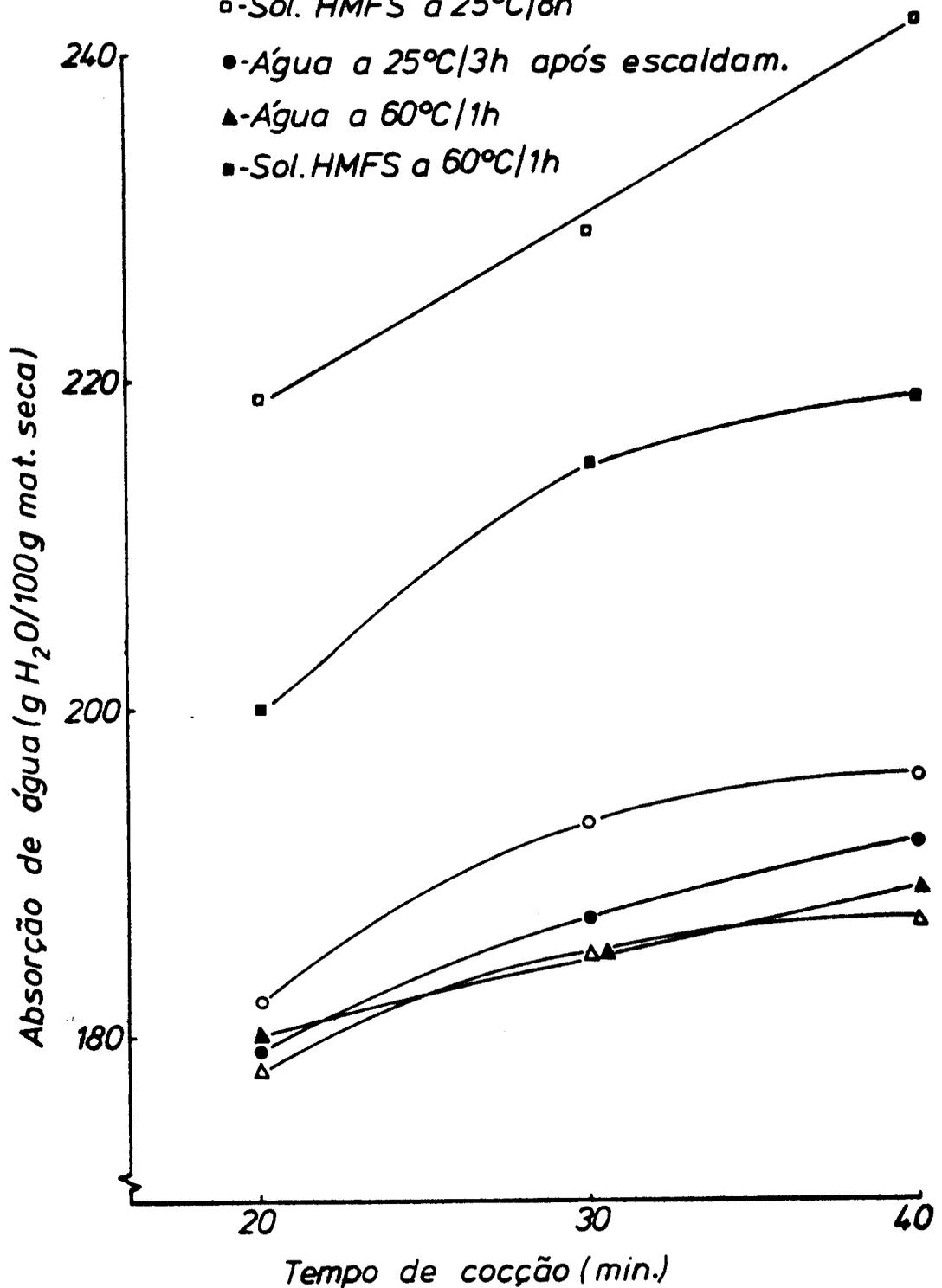


Figura 18 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de cocção na absorção de água total do feijão Carioca (das águas).

cozido a 121°C por 20, 30 e 40 minutos, são apresentados no Quadro 9 e Figura 19 e expressos em valores médios (escala de 8 pontos) para a maciez e número de mastigadas necessárias até o ponto de engulir.

Considerando que os provadores normalmente não usam os pontos extremos da escala, observou-se que respostas entre os valores 6 e 7, correspondiam a uma textura ideal para feijão.

Os resultados mostraram que tanto a dureza do grão como o número de mastigadas diminuíram com o aumento do tempo de cocção, e maior diferença de textura quando o feijão foi cozido aos 20 e 30 minutos. O tempo de cocção não provocou um amolecimento apreciável no grão.

De acordo com os resultados, verificou-se que apenas as amostras sob os tratamentos 3 e 6, isto é, com hexametáfosfato de sódio, alcançaram valores de textura ideais com apenas 20 minutos de cocção, enquanto as demais, mesmo após 40 minutos, não atingiram textura aceitável.

A análise de variância dos resultados revelou que existe diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos de maceração para qualquer tempo de cocção (tanto para textura como para o número de mastigadas). O teste F revelou que houve uma diferença significativa ao nível de 1% entre os tratamentos de maceração para 20 minutos de cocção.

QUADRO 9

Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de cocção na avaliação sensorial da textura do feijão Carioca (das águas).

T R A T A M E N T O	T E M P O D E C O C Ç Ã O (MIN.)					
	20		30		40	
	Valor ^a	Nº mastigadas	Valor ^a	Nº mastigadas	Valor ^a	Nº mastigadas
D E MACERAÇÃO						
1. sem maceração	4,0	23	4,7	23	4,9	21
2. Água/25°C/8h	4,2	22	4,8	21	4,8	21
3. Sol. HMFS/25°C/8 h	6,1	17	6,8	17	6,8	15
4. Água/25°C/3 h (após escaldamento)	4,4	22	5,2	22	5,4	10
5. Água/60°C/1 h	4,0	23	4,7	22	5,2	20
6. Sol. HMFS/60°C/1 h	6,0	17	6,2	17	6,4	16

^amédia de 80 determinações

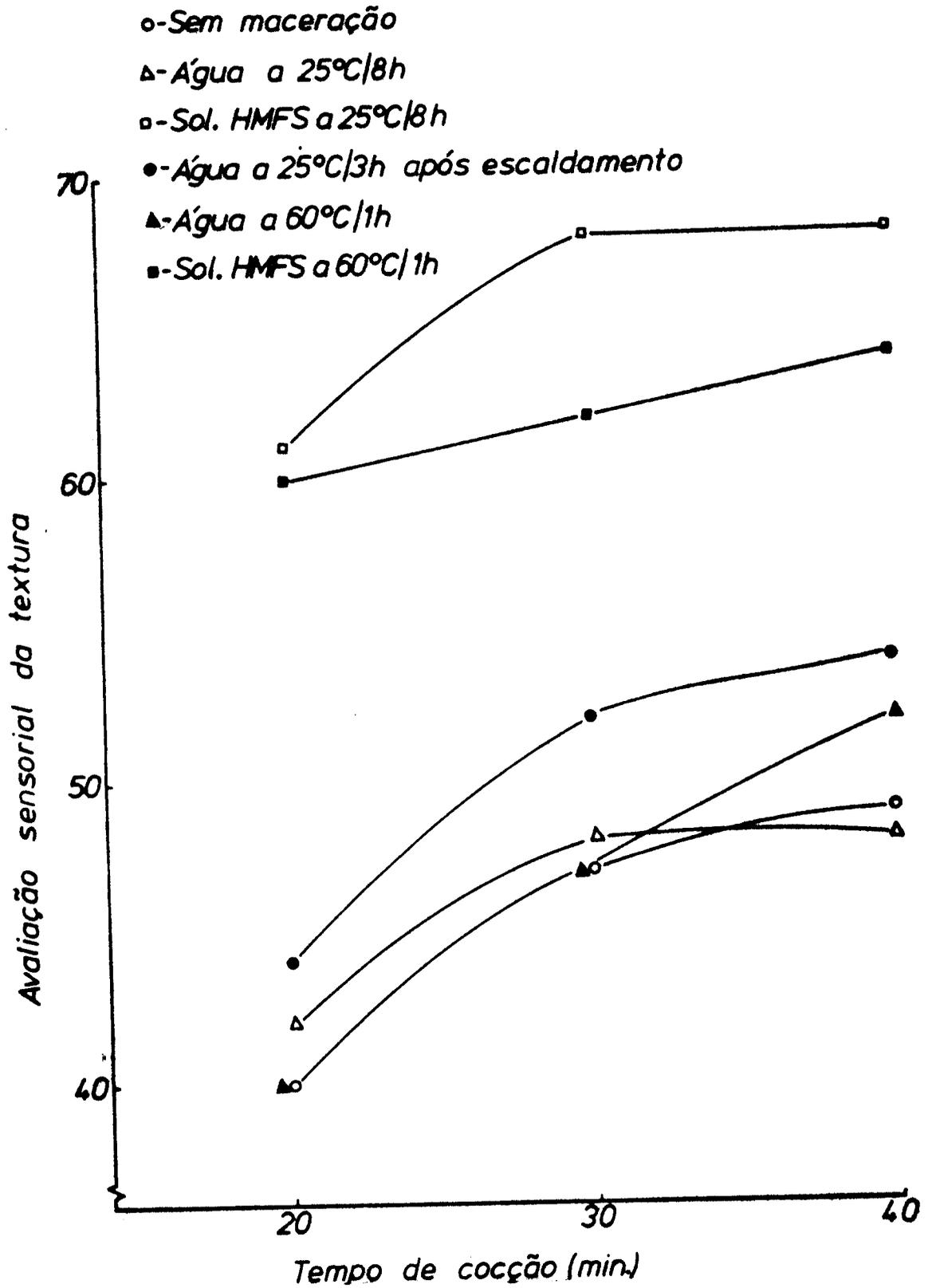


Figura 19 - Grau de cocção do feijão Carioca (das águas), após diferentes tratamentos de maceração.

Isto nos leva a concluir que após 20 minutos, as diferenças entre os tratamentos de maceração diminuem mas ainda são detectados pelo provador.

O teste de Tukey revelou que tanto para a textura como para o número de mastigadas, os tratamentos 3 e 6, após 20 e 30 minutos de cocção, não diferiram entre si mas foram significativamente melhores que os demais tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas entre os demais tratamentos.

Após 40 minutos de cocção, os tratamentos 3 e 6 não diferiram ao nível de significância de 5%, porém, o tratamento 3 diferiu dos tratamentos 4, 2, 5 e 1, e o tratamento 6 diferiu apenas de 1 e 2, ao mesmo nível de significância.

Portanto, o teste de Tukey revelou que os tratamentos 3 e 6 apresentaram sempre melhor textura, sendo que o tratamento 3 apresentou média ligeiramente maior.

Conclui-se assim, que é indiferente macerar o grão em água ou não, submetê-lo ao escaldamento ou não, pois a textura foi praticamente a mesma, exceto quando o grão foi macerado em solução de hexametáfosfato de sódio por 8 horas a 25°C, ou por uma hora a 60°C, tratamentos estes que conferiram ao feijão o grau de textura ideal da escala pré-estabelecida.

4.2.4.2. Avaliação física da textura

Paralelamente à análise sensorial, foi medida a força necessária para romper individualmente 100 grãos de cada amostra no Instron Universal.

Uma carta característica do teste, fornecida pelo Instron está apresentada na Figura 20, onde cada pico representa a força máxima para romper um grão.

A partir das cartas, foi calculado o número de grãos para cada faixa de força, e traçada a curva de textura para cada amostra.

Os resultados para o feijão Carioca das águas, após 20, 30 e 40 minutos de cocção, submetidos a diferentes tratamentos de maceração, estão apresentados nas Figuras 21 a 26.

Foi observado que a textura de uma amostra de 100 grãos não é uniforme, e que para alguns tratamentos de maceração, esta variação era maior que em outros.

Verificou-se que para um dado tratamento, esta variação diminui com o aumento do tempo de cocção, o que pode ser verificado através do estreitamento das curvas.

Observou-se também que para os tratamentos 1, 2, 4 e 5, a cauda destas curvas, que acusa a existência de uma pequena porcentagem de grãos duros não desapareceu com o aumento do tempo de cocção.

Força (gf)

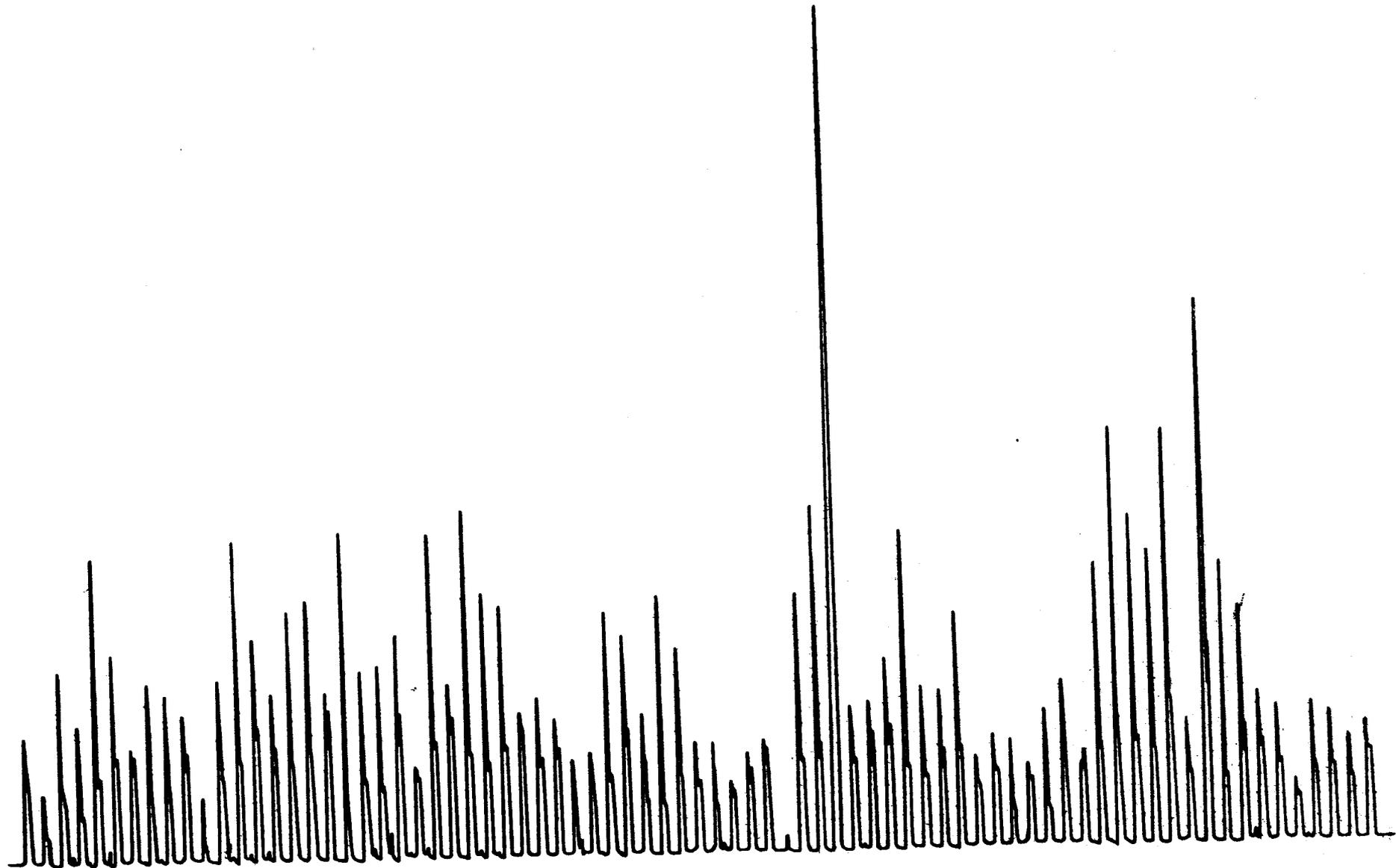


Figura 20 - Carta de Instron, apresentando picos de força necessária para romper individualmente grãos de feijão.

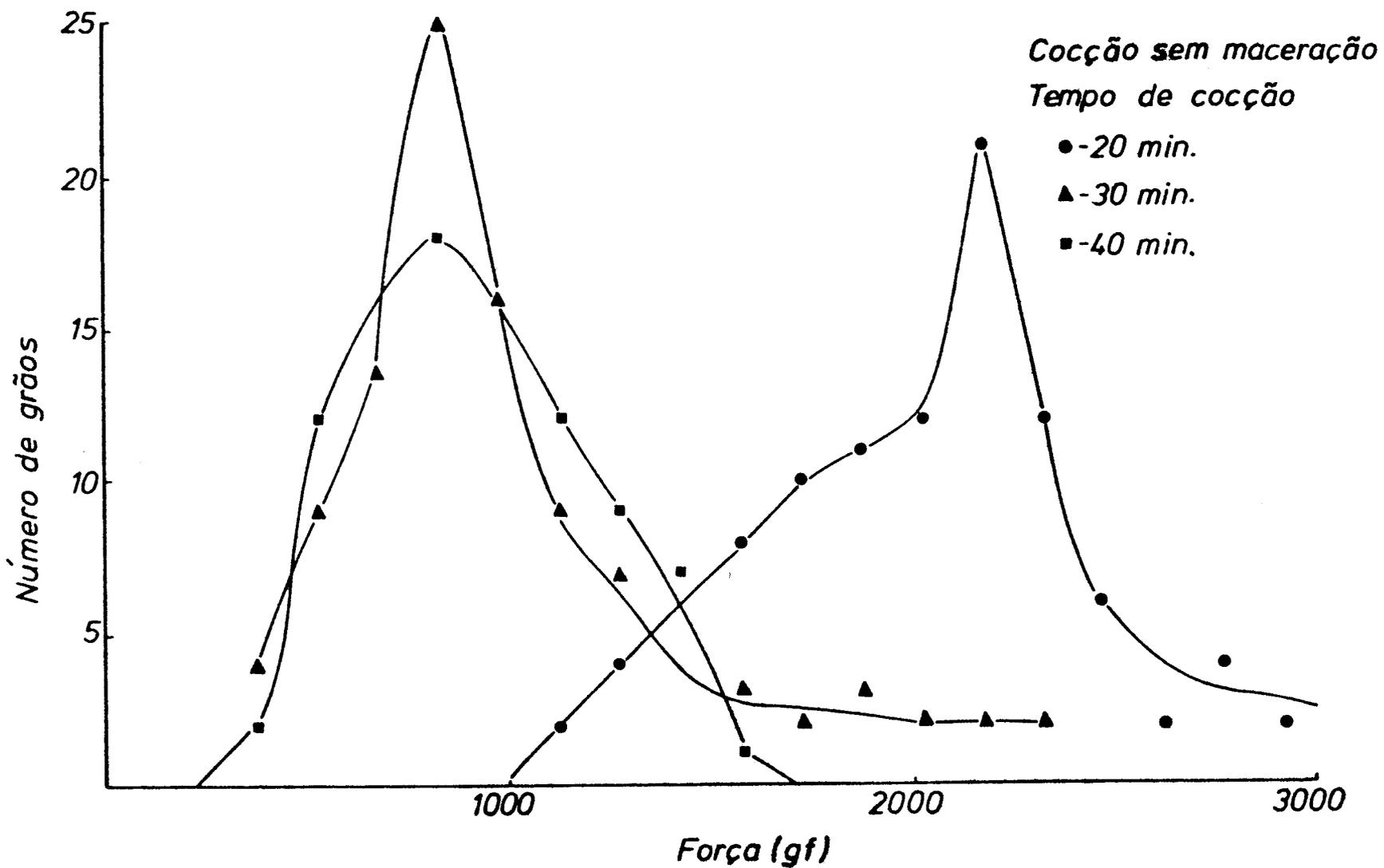


Figura 21 - Curvas de textura do feijão Carioca (1)

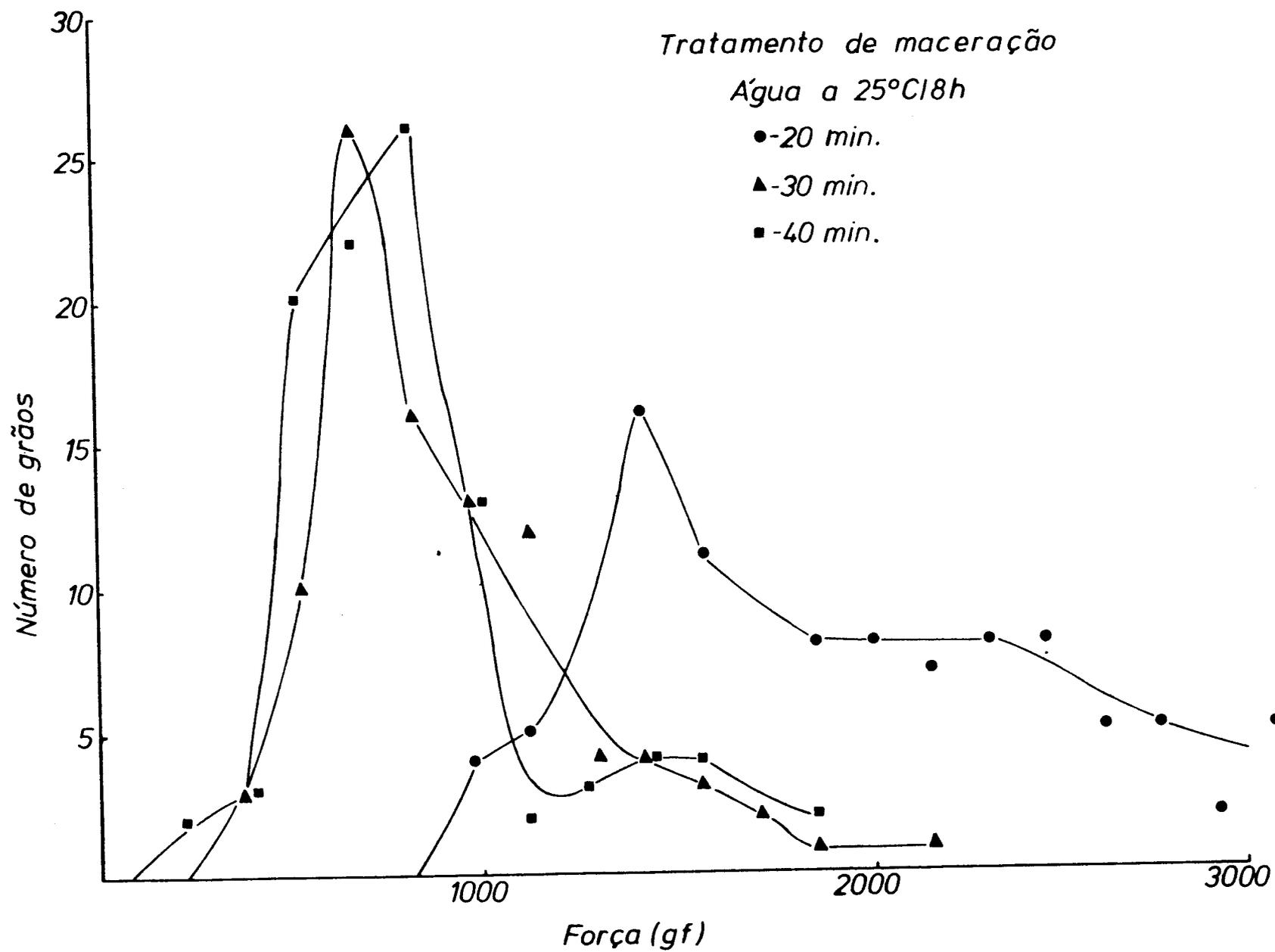


Figura 22 - Curvas de textura do feijão Carioca (2).

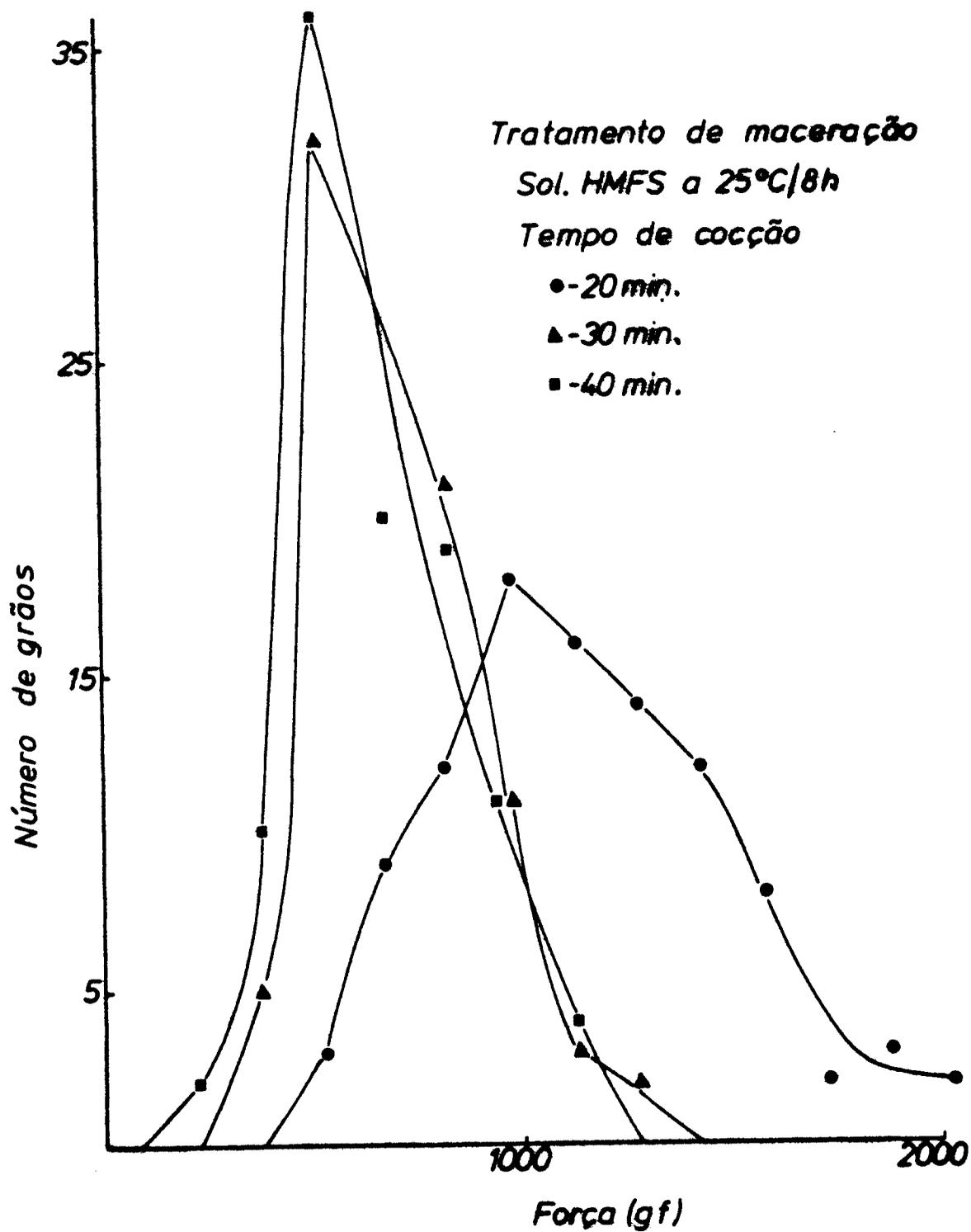


Figura 23 - Curvas de textura do feijão Carioca (3).

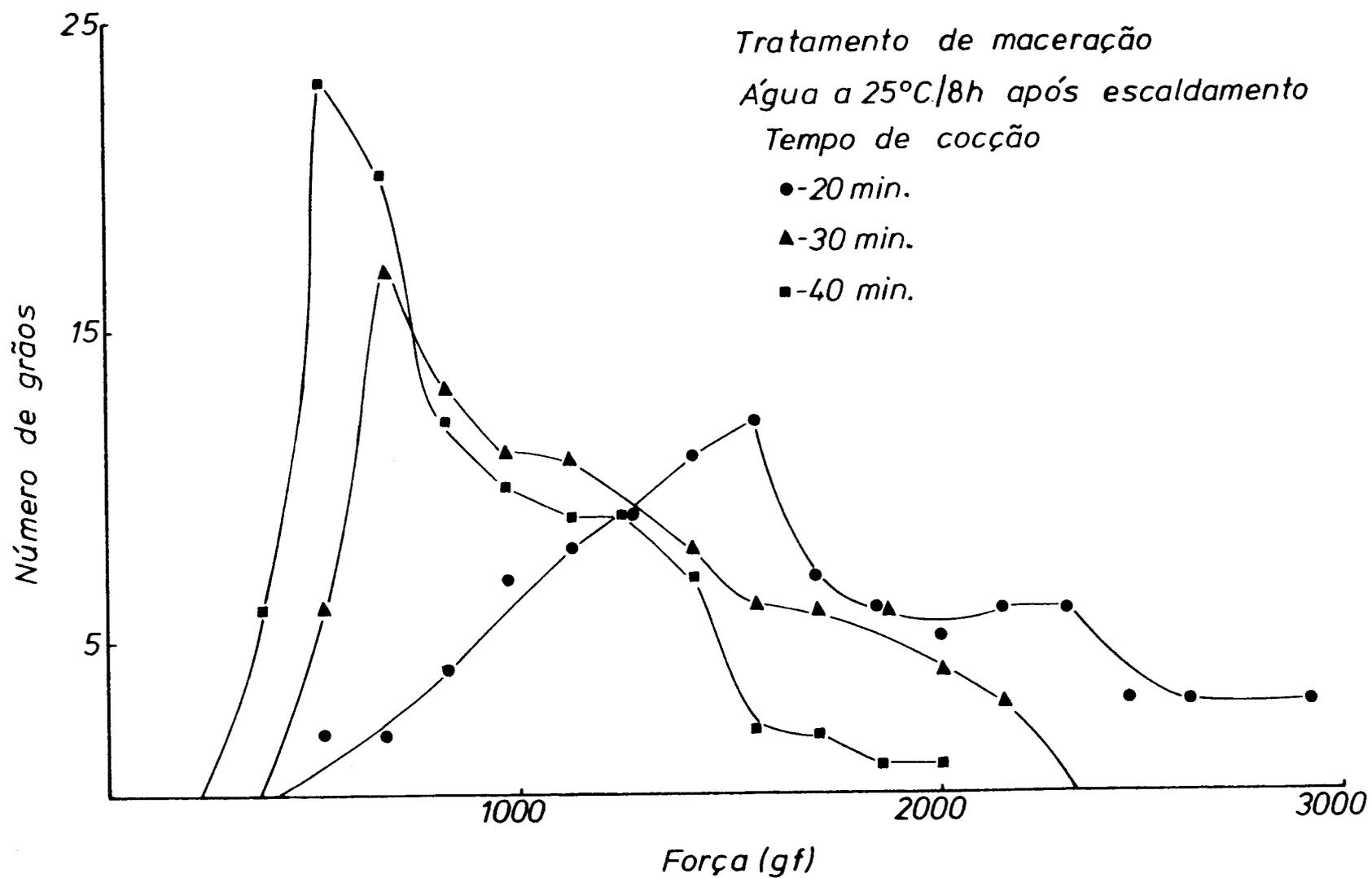


Figura 24 - Curvas de textura do feijão Carioca (4).

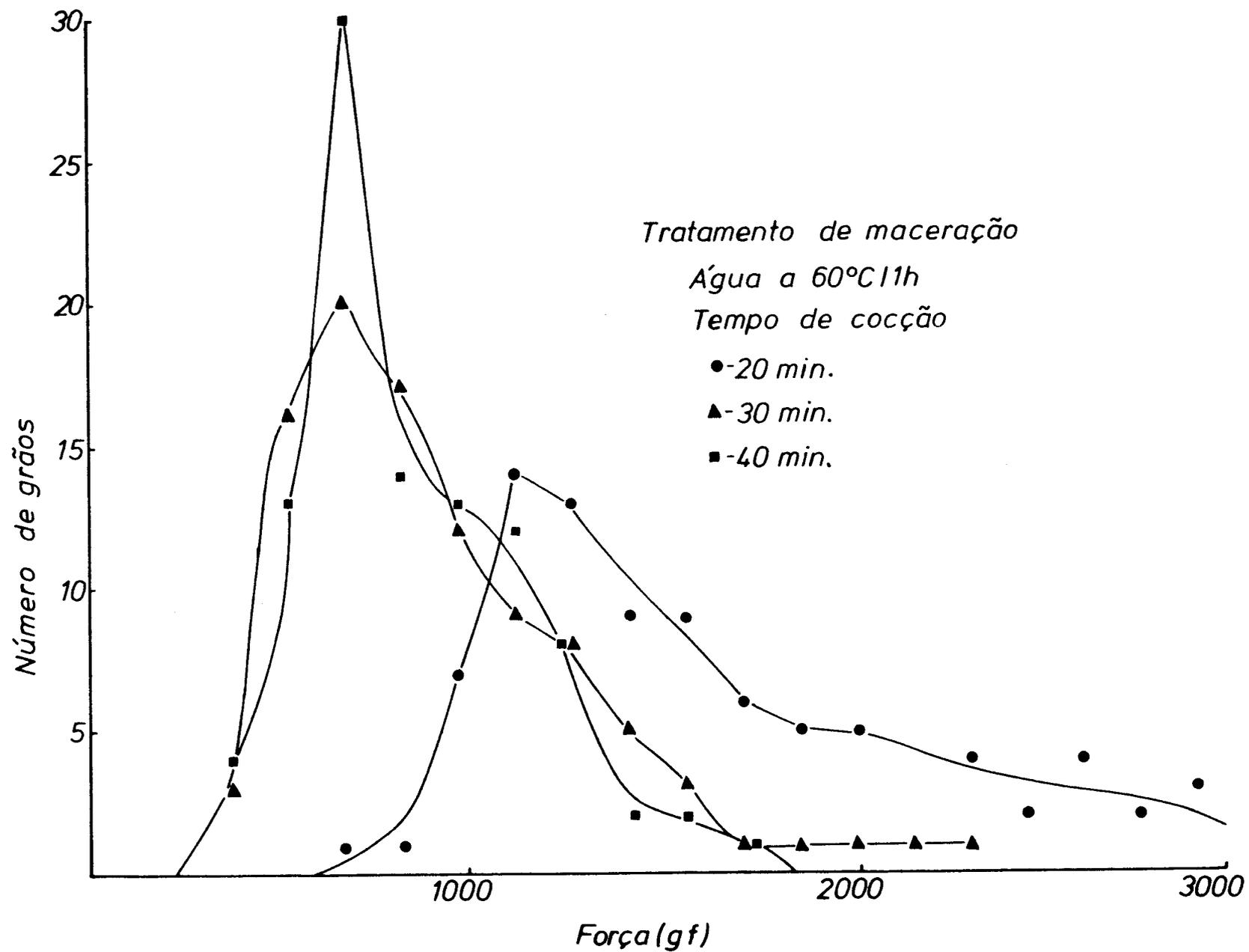


Figura 25 - Curvas de textura do feijão Carioca (5).

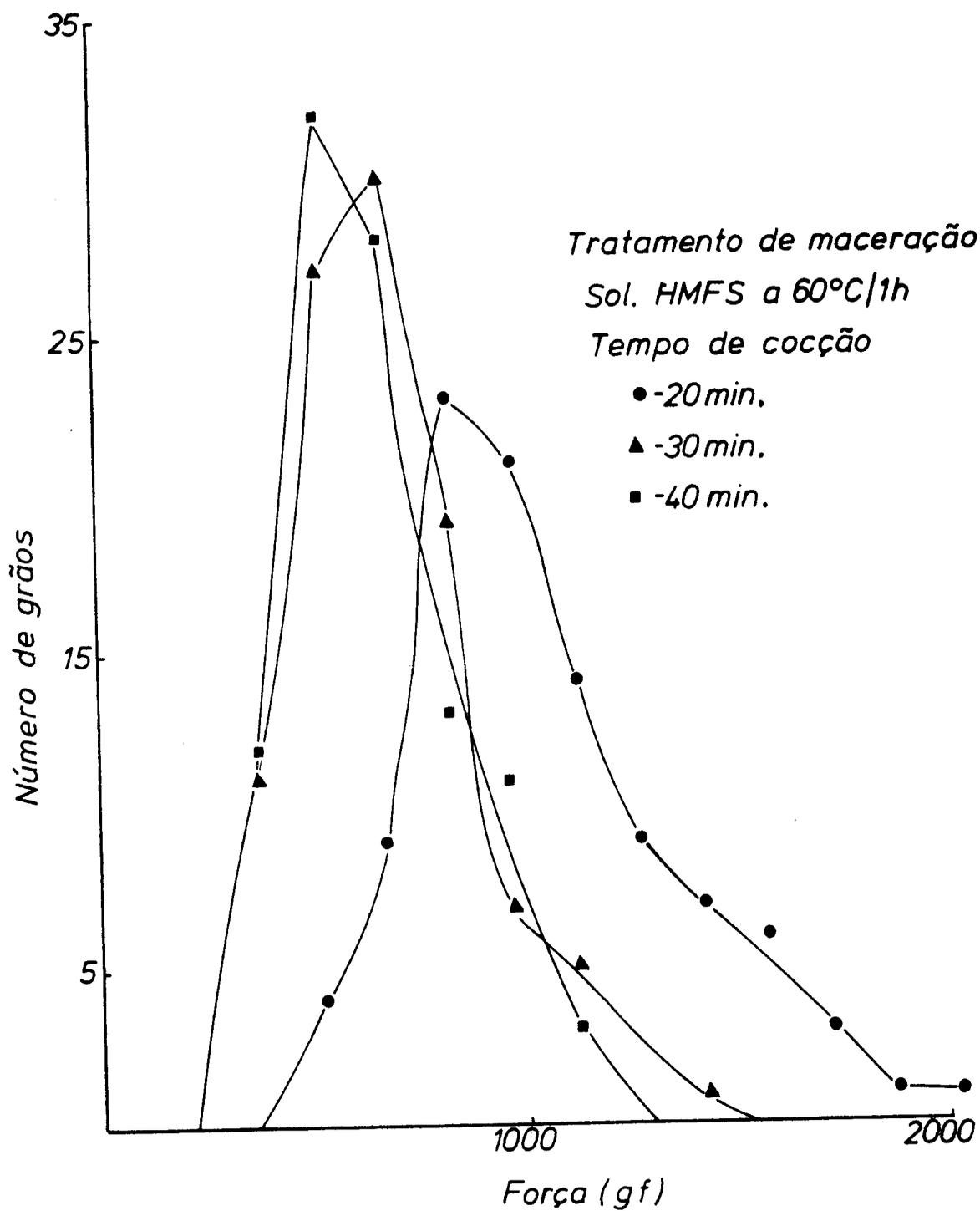


Figura 26 - Curvas de textura do feijão Carioca (6).

De acordo com BOURNE (1972), a presença desta pequena proporção de grãos mais duros, não é detectada em nenhum teste feito no "Tenderômetro", "Shear Press" ou Células de Extrusão, que medem a textura média de uma grande quantidade de grãos em um único teste. No entanto, estes poucos grãos duros são facilmente detectados na boca, uma vez que apenas 2 ou 3 grãos são mastigados num dente, num dado instante.

Verificou-se que as amostras sob o tratamento 3, têm uma cauda muito pequena aos 20 minutos e praticamente inexistente aos 30 e 40 minutos.

A amostra 6 comportou-se de modo semelhante.

Conclui-se portanto, que o aditivo atuou particularmente nesta pequena porcentagem de grãos duros, tornando-os macios.

Para cada amostra de 100 grãos foi calculada a força média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Os resultados estão apresentados no Quadro 10.

O desvio padrão e o coeficiente de variação representam o grau de homogeneidade da amostra.

Os tratamentos 3 e 6 foram os que tiveram menor força média, desvio padrão e coeficiente de variação aos 20, 30 e 40 minutos.

As amostras 1 e 2 aos 20 minutos tiveram um coeficiente de variação pequeno devido à alta força média.

QUADRO 10

Efeito de diferentes tratamentos de maceração e tempos de cocção na avaliação física da textura (Instron) do feijão Carioca (das águas).

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	T E M P O D E C O C Ç Ã O (min)								
	20			30			40		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
1. Sem maceração	2076	438	21	1016	444	43	977	415	42
2. Água/25°C/8 h	1941	579	30	965	423	44	813	316	39
3. Sol.HMFS/25°C/8 h	1154	340	29	702	197	28	643	162	25
4. Água/25°C/3 h(após escald)	1667	589	35	1143	430	37	864	362	42
5. Água/60°C/1 h	1689	584	35	942	399	42	858	296	35
6. Sol.HMFS/60°C/1 h	1072	338	32	681	205	30	660	194	29

20 min cocção a 121°C

Conclui-se que o polifosfato tornou as amostras 3 e 6 mais macias e mais homogêneas, uma vez que obtiveram menor força média, menor desvio padrão e coeficiente de variação.

Os resultados da força média, desvio padrão e coeficiente de variação para diversas variedades de feijão cozido por 20 minutos a 121°C, após diferentes tratamentos de maceração, são mostrados nos Quadros 11, 12, 13 e 14.

Verificou-se que para qualquer variedade, o hexametáfosfato de sódio diminuiu a força média necessária para romper o grão pela metade, assim como tornou a amostra mais homogênea.

De acordo com a força média e o coeficiente de variação, a variedade Piratã foi a mais macia para qualquer tratamento de maceração.

4.2.5. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na taxa de cocção do feijão Carioca

A taxa de cocção, ou seja, a diminuição da força média em função do aumento do tempo de cocção está representada na Figura 27.

Verificou-se que para qualquer tratamento de maceração, excetuando o tratamento 4, a força média decresceu acentuadamente nos primeiros trinta minutos de cocção, depois disso caiu lentamente, permanecendo praticamente constante.

QUADRO 11

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física da textura (Instron) do feijão Bico de Ouro (das águas e da seca).

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	<u>Bico de Ouro (das águas)</u>			<u>Bico de Ouro (da seca)</u>		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
Sem maceração	1881	495	26	2019	480	34
Água/25°C/8 h	1533	421	27	1818	489	27
Sol.HMFS/25°C/8 h	840	138	16	1101	303	27
Sol.HMFS/60°C/1 h	1092	366	33	1430	395	28

20 min de cocção a 121°C

QUADRO 12

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física de textura (Instron) do feijão Carioca (das águas e da seca).

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	<u>CARIOCA (das águas)</u>			<u>CARIOCA (da seca)</u>		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
Sem maceração	2076	438	21	2217	448	20
Água/25°C/8 h	1941	579	30	1863	486	26
Sol. HMFS/25°C/8 h	1154	340	29	1035	205	20
Sol. HMFS/60°C/1 h	1072	338	32	1242	272	21

20 min de cocção 121°C

QUADRO 13

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação física da textura (Instron) do feijão Piratã (das águas e da seca).

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	<u>PIRATÃ (das águas)</u>			<u>PIRATÃ (da seca)</u>		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
Sem maceração	1232	459	37	1190	506	42
Água/25°C/8 h	1124	348	31	893	320	36
Sol.HMFS/25°C/8 h	714	190	26	521	123	23
Sol.HMFS/60°C/1 h	639	105	16	525	156	30

20 min de cocção a 121°C

QUADRO 14

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na avaliação da textura (Instron) dos feijões Rico 23 (das águas) e Rosinha (das águas).

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	<u>RICO 23 (águas)</u>			<u>ROSINHA (águas)</u>		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
Sem maceração	2048	467	23	2451	439	18
Água/25°C/8 h	1629	360	22	1887	361	19
Sol.HMFS/25°C/8 h	1172	331	28	956	180	18
Sol.HMFS/60°C/1 h	1088	276	25	976	186	19

20 min de cocção a 121°C

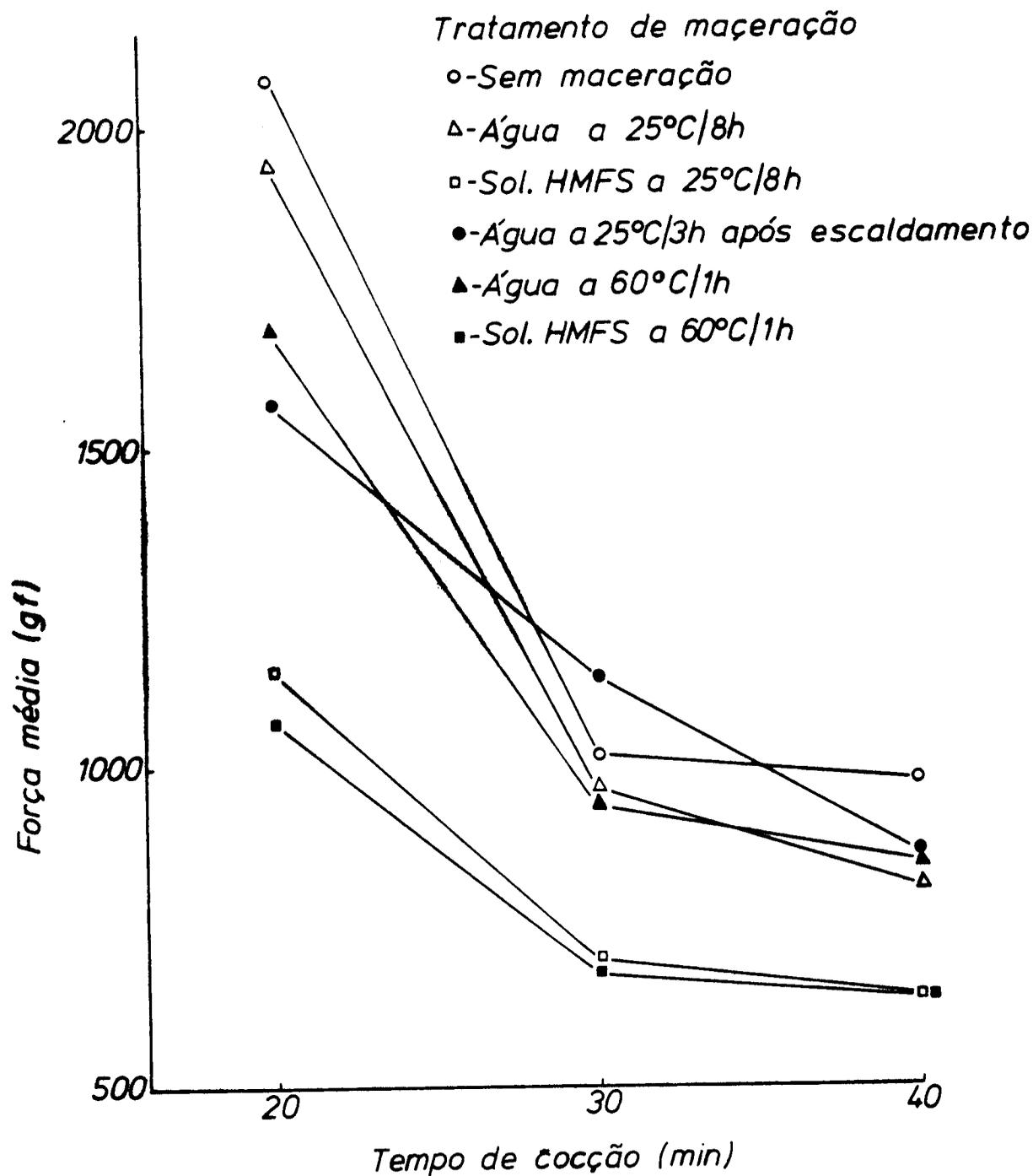


Figura 27 - Efeito de diferentes tratamentos de maceração na taxa de cocção do feijão Carioca.

Observou-se que nos primeiros 20 minutos de cocção, o tratamento térmico (escaldamento ou maceração a 60°C) ou a adição de sais, diminuíram sensivelmente a força média, mas, após 30 minutos, o efeito do tratamento térmico desapareceu, persistindo o efeito positivo dos sais.

Verificou-se também que a força média é aproximadamente menor para feijões sob os tratamentos 3 ou 6.

4.2.6. Relação entre a avaliação física e sensorial da textura do feijão

Quando se procurou estabelecer uma relação entre a força média medida no "Instron" e a avaliação sensorial da textura, verificou-se que o provador notava um amolecimento do grão, conforme o aumento do tempo de cocção (Figura 19) e que esta diferença foi maior na faixa dos 20 aos 30 minutos de cocção, assim como ocorreu para a força média (Figura 27). No entanto, verificou-se que certos tratamentos após 40 minutos de cocção, embora apresentassem uma força média menor que outros com 20 minutos, eram considerados mais duros pela análise sensorial.

Um exemplo é o tratamento 2 (H₂O/25°C/8 h) que após 40 minutos apresentou uma força média de 813 gf e recebeu nota 4,8, enquanto o tratamento 3 (HMFS/25°C/8 h), aos 20 minutos, apresentou uma força média de 1154 gf e recebeu nota 6,1.

Verificou-se que apenas a força média não é uma boa medida da textura de feijões.

Observou-se que as amostras que obtiveram as melhores notas na análise sensorial foram as do tratamento 3 e 6 e que tiveram menor desvio padrão e menor coeficiente de variação de força.

Os tratamentos 1 e 2, aos 20 minutos, tiveram coeficiente de variação pequeno, devido à alta força média.

Verificou-se, portanto, que esta pequena porcentagem de grãos duros, que causou maior dispersão de força, embora não tenha alterado substancialmente a força média, foi bastante sensível ao provador, que sentindo um grão mais duro, provavelmente teve a sensação de que toda a amostra era dura.

Nas condições utilizadas, feijões com força média menor que 1154 gf e coeficiente de variação menor que 32%, obtiveram notas acima de 60, ou seja, caíram na categoria de textura ideal indicada pelos provadores.

O fato dos tratamentos 3 e 6 terem recebido notas mais altas, deve-se à baixa força média e, principalmente à homogeneidade da amostra.

Conclui-se portanto, que a textura de feijões deverá ser avaliada fisicamente, não apenas através da força média, mas também pelo coeficiente de variação desta força.

4.2.7. Correlação entre a absorção de água após a cocção e a textura de feijões

Foi feita a regressão linear e calculado o coeficiente de correlação entre a absorção de água após a cocção e os valores para a textura obtidos na análise sensorial. Os resultados estão apresentados na Figura 28.

O valor para coeficiente de correlação foi de 0,93, sendo significativos ao nível de 1%.

Conclui-se que existe uma boa correlação entre o coeficiente de absorção de água e a textura do feijão. Pode-se dizer que existe uma correlação mais estreita com a absorção do que apenas com a força média observada no "Instron".

Os tratamentos de maceração 1, 2, 4 e 5, que tiveram comportamento semelhante quanto à absorção, ficaram na mesma faixa de textura.

Por outro lado, os tratamentos 3 e 6, que absorveram significativamente mais água em qualquer tempo de cocção e para qualquer variedade, foram os que obtiveram notas mais altas na análise sensorial.

O tratamento 4, que se classificou em terceiro lugar quanto a melhor textura, não teve destaque quanto à absorção.

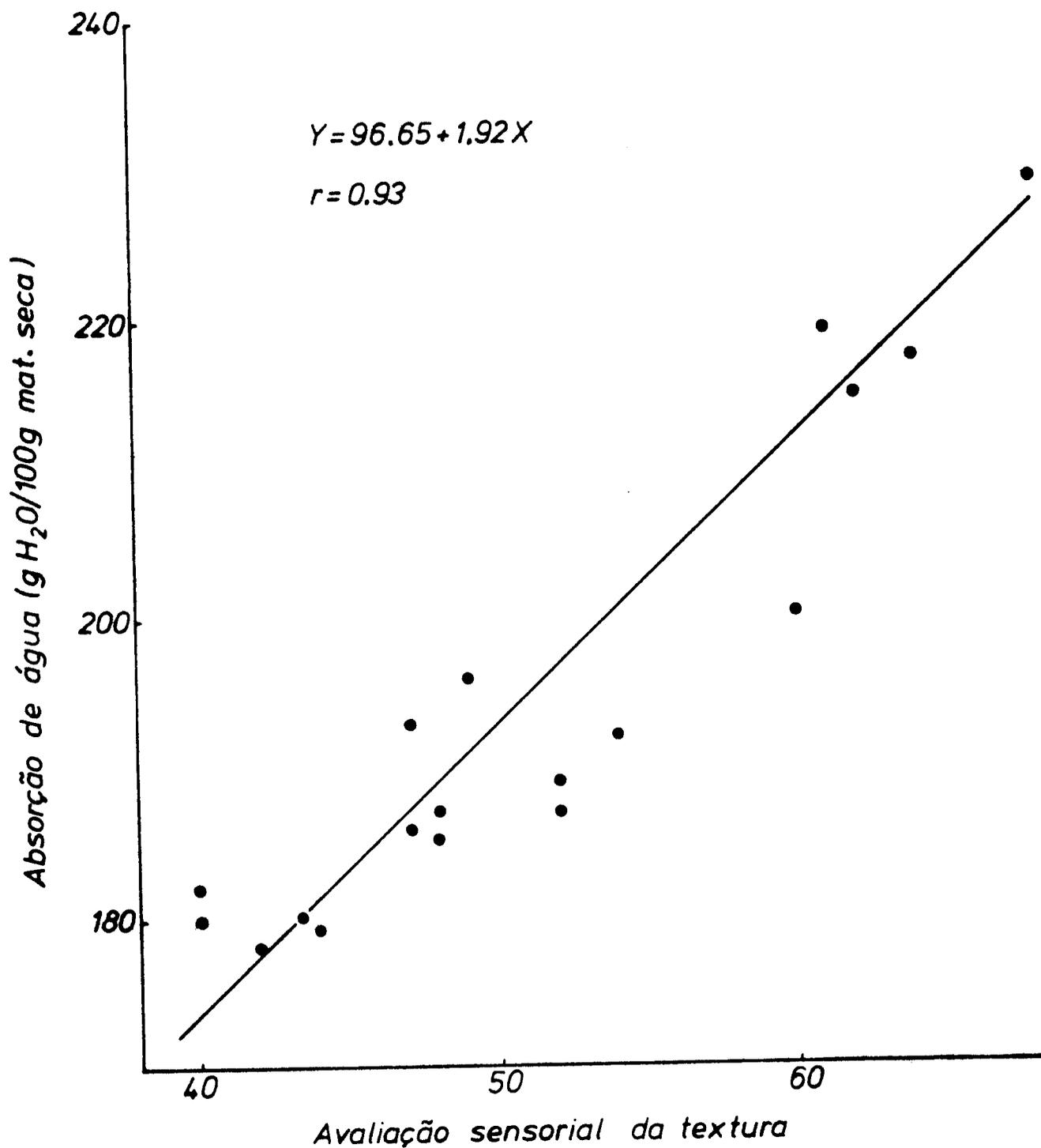


Figura 28 - Correlação entre absorção de água total e avaliação sensorial da textura de feijões.

4.2.8. Efeito da época de plantio na absorção de água total e na textura de feijões

Não se pode atribuir à época de plantio as variações obtidas da absorção de água total (Figura 17) e da textura (Quadros 11, 12 e 13) dos feijões da safra das águas e da seca pois, para algumas variedades, o feijão da safra da seca absorveu mais água, enquanto que para outras, menos, sendo que este comportamento variou conforme o tratamento de maceração. O efeito do tratamento de maceração foi mais significativo que o das épocas de plantio.

4.2.9. Efeito de diferentes tratamentos de maceração na viscosidade do caldo de feijões

Os valores da viscosidade do caldo estão no Quadro 15.

Observou-se que para qualquer variedade, os tratamentos 3 e 6 aumentaram sensivelmente a viscosidade do caldo. Nos demais tratamentos a alteração da viscosidade não foi significativa.

BACKER e GILLIGAN (1947), estudando o efeito do hexametáfosfato de sódio na extração de pectina de tomates, verificaram que a adição de 1% de HMFS tornava o suco mais viscoso, devido à maior extração de pectina. POWERS e col. (1961), verificaram que o aumento do teor de amido e fração pectínica solúvel em água e em hexametáfosfato no líquido de feijões enlatados es-

QUADRO 15

Efeito de diferentes tratamentos de maceração na viscosidade do caldo de diversas variedades de feijão.

T R A T A M E N T O de MACERAÇÃO	V A R I E D A D E S							
	BO _a	BO _s	Ca	Cs	Pa	Ps	Ro	Ri
	centistokes							
Sem maceração	6,9	2,8	6,6	3,9	13,0	13,9	3,0	2,8
Água/25°C/8 h	3,3	2,9	11,1	6,5	5,8	4,4	4,1	3,2
Sol.HMFS/25°C/8 h	5,7	5,9	25,7	11,4	10,3	12,7	11,1	6,6
Água/25°C/3 h(após escald)	3,3	3,9	14,0	7,2	6,9	6,6	4,7	3,2
Água 60°C/1 h	2,8	4,3	8,5	4,3	4,8	5,8	3,3	2,8
Sol.HMFS/60°C/1 h	12,5	13,3	23,4	9,0	13,7	12,9	9,0	9,3

tão correlacionados com o aumento da viscosidade do caldo. Estes resultados indicam que a adição de hexametáfosfato nos tratamentos 3 e 6, provavelmente provocou o aumento do teor de pectina e amido no caldo e, conseqüentemente, da viscosidade.

Este efeito foi considerado positivo, uma vez que os consumidores têm preferência por feijão com caldo mais viscoso.

4.2.10. Estudo de enlatamento com hexametáfosfato de sódio, sem maceração prévia

Tendo sido verificado anteriormente que o feijão macerado em solução de hexametáfosfato de sódio foi o que apresentou melhor textura e melhor absorção de água, desejou-se estudar o efeito de sua adição como líquido de enchimento durante o enlatamento dispensando o tratamento de maceração.

4.2.10.1. Efeito na absorção de água

Os resultados da absorção de água após 30 e 40 minutos de cocção de feijões com 18 meses de armazenamento, estão apresentados no Quadro 16.

A absorção de água após 30 minutos de cocção do feijão macerado em solução de HMFS, ou nela cozido, foi aproximadamente a mesma, ou seja, 225 e 221 g, respectivamente, cerca de 20% superior às 177 g absorvidas quando macerado em água.

QUADRO 16

Efeito de diferentes processos de enlatamento na absorção total de água do feijão Carioca (das águas), após um ano e meio de armazenamento.

PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO A 121°C	
	30 min	40 min
(g H ₂ O/100 g mat. seca)		
Maceração em água antes do enlatamento	177	181
Maceração na sol. HMFS antes do enlatamento	225	237
Enlatamento com sol. HMFS sem maceração prévia	221	227

Como consequência do aumento de absorção de água causado pelo HMFS, ocorre um aumento de volume do grão, como pode ser visto no Quadro 17.

Conclui-se que não há necessidade de macerar o grão pois a adição da solução HMFS como líquido de enchimento, faz com que o feijão após 30 ou 40 minutos de cocção absorva muito mais água que o processo padrão (água/25°C/8 h) e, aproximadamente, a mesma quantidade que aquela absorvida no processo que sofreu maceração em solução HMFS por 8 horas.

4.2.10.2. Efeito na textura e sabor

Os resultados da avaliação sensorial da textura e sabor estão expressos no Quadro 18, e os da avaliação física da textura, no Quadro 19. Tais resultados revelaram que a solução HMFS não alterou o sabor, mesmo quando foi usada como líquido de enchimento.

Na análise de variância, o teste F revelou que após 30 e 40 minutos de cocção, existiu diferença significativa ao nível de 1% na textura, entre os tratamentos E_1 , E_2 e E_3 .

O teste das médias de Tukey revelou que após 30 minutos de cocção o tratamento E_2 foi significativamente melhor (mais mole) que E_1 e E_3 e que, após 40 minutos de cocção, não existiu diferença significativa entre E_2 e E_3 , que foram significativamen-

QUADRO 17

Volume aparente de 100 g de feijão Carioca (das águas) com 11% de umidade

PROCESSO DE ENLATAMENTO	APÓS MACERAÇÃO cm ³	APÓS COCCÃO A 121°C	
		30 min cm ³	40 min
Maceração em água antes do enlatamento	290	340	350
Maceração na sol. HMFS antes do enlatamento	300	350	355
Enlatamento com HMFS sem maceração prévia	-	360	360

VOLUME INICIAL: 140 cm³

QUADRO 18

Efeito de diferentes processos de enlatamento na avaliação sensorial da textura e sabor do feijão Carioca (das águas) armazenado por um ano e meio.

PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO A 121°C			
	30 min		40 min	
	Textura	Sabor	Textura	Sabor
Maceração em água antes do enlatamento	4,1	5,5	4,6	5,4
Maceração na sol.HMFS antes do enlatamento	5,9	5,3	6,5	5,5
Enlatamento com sol.HMFS sem maceração prévia	5,1	5,2	6,1	5,2

QUADRO 19

Efeito de diferentes processos de enlatamento na avaliação física da textura (Instron) do feijão Carioca (das águas), armazenado por um ano e meio.

PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO A 121°C					
	30 min			40 min		
	\bar{F} (gf)	S	CV	\bar{F} (gf)	S	CV
Maceração em água						
antes do enlatamento	1233	470	38	1095	378	35
Maceração na sol. HMFS						
antes do enlatamento	732	228	31	660	157	23
Enlatamento com sol. HMFS sem maceração prévia	1226	386	32	978	290	30

te melhores que E_1 .

Verificou-se que o enlatamento com HMFS, sem maceração prévia, foi melhor que o enlatamento do grão macerado em água e que, após 40 minutos de cocção, foi indiferente quanto à textura e absorção de água, macerar o grão com HMFS ou enlatá-lo diretamente sem maceração, usando como líquido de enchimento uma solução de 0,5% de hexametáfosfato de sódio.

Observou-se que o feijão macerado em água continuava duro, mesmo após 40 minutos de cocção, enquanto que o feijão com aditivo, mesmo sem sofrer maceração, tinha textura na faixa ideal.

Os resultados da força média e coeficiente de variação apresentados no Quadro 19, indicam o mesmo comportamento que os resultados da análise sensorial.

Concluiu-se que a adição de hexametáfosfato de sódio dispensa a operação de maceração no enlatamento de feijões armazenados, além de melhorar sua textura e rendimento em termos de uma maior absorção de água.

Com relação aos problemas que o uso de hexametáfosfato poderia acarretar a saúde pública, verificou-se que os resultados de estudos feitos em animais, relatados na literatura científica (WHO, 1964), indicam que em nível de 0,5% de polifosfatos na dieta, pode ser tolerado sem que haja efeitos fisiológicos adversos. A "U. S. Food and Drug Administration" (FDA), conside-

dera polifosfatos de sódio como "GRAS" ("Generally Recognized as Safe").

No Brasil, os polifosfatos são usados em conserva de carnes, como estabilizantes, e o limite máximo permitido, segundo decreto federal 55.871 de 26 de março de 1965, é de 0,50% no produto final. A resolução de 11/77 da Comissão de Normas e Padrões para Alimentos estende o uso de polifosfatos, inclusive hexametafosfato de sódio, para queijos fundidos.

Acredita-se, portanto, que o hexametafosfato de sódio, na concentração utilizada, poderia ser empregado na industrialização de feijões enlatados, trazendo inúmeras vantagens, sem no entanto trazer prejuízo à saúde pública.

4.2.11. Efeito do tempo de armazenamento na textura do feijão

Através dos Quadros 20, 21 e 22, verificou-se que o feijão Carioca das águas, mesmo com uma umidade considerada relativamente baixa, sofreu envelhecimento no armazenamento, tornando-se mais duro e absorvendo menos água que aquele cozido seis meses antes.

QUADRO 20

Efeito de tempo de armazenamento na absorção de água total do feijão Carioca (das águas)

PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO			
	30 min		40 min	
	Tempo de armazenamento		Tempo de armazenamento	
	1 ano	1 1/2 anos	1 ano	1 1/2 anos
	(g H ₂ O/100 g mat. seca)			
Maceração em água				
antes do enlatamento	185	177	187	181
Maceração em solução 2.				
antes do enlatamento	229	225	242	237

QUADRO 21

Efeito do armazenamento na textura (avaliação sensorial) do feijão Carioca das águas

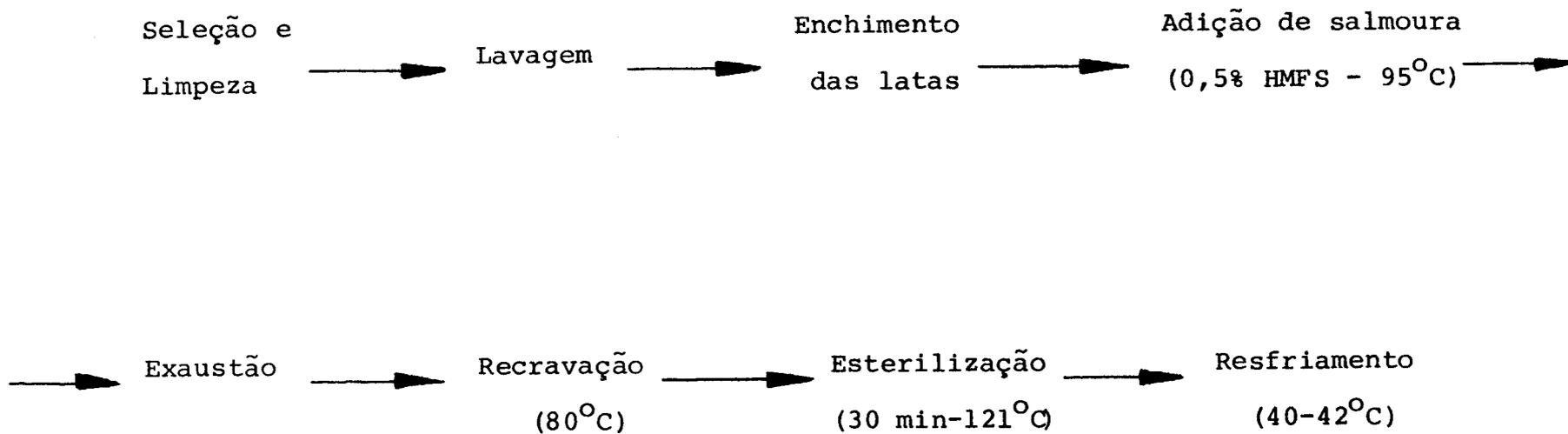
PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO			
	30 min		40 min	
	<u>Tempo de armazenamento</u>		<u>Tempo de armazenamento</u>	
	1 ano	1 1/2 anos	1 ano	1 1/2 anos
	(g H ₂ O/100 g mat. seca)			
Maceração em água antes do enlatamento	4,8	4,1	4,8	4,6
Maceração na sol. 2 an- tes do enlatamento	6,8	5,9	6,8	4,6

QUADRO 22

Efeito do tempo de armazenamento na textura (Instron) do feijão Carioca das águas

PROCESSO DE ENLATAMENTO	TEMPO DE COCÇÃO							
	30 min				40 min			
	Tempo de armazenamento				Tempo de armazenamento			
	1 ano		1 1/2 anos		1 ano		1 1/2 anos	
	\bar{F} (gf)	CV	\bar{F} (gf)	CV	\bar{F} (gf)	CV	\bar{F} (gf)	CV
Maceração em água								
antes do enlatamento	965	44	1233	38	813	39	1095	35
Maceração na sol.2								
antes do enlatamento	702	28	732	31	643	25	660	23

4.2.12. Fluxograma sugerido para o enlatamento de feijão armazenado



5. CONCLUSÕES

- A perda de sólidos durante a maceração em água ou em sal por 6 horas a 60°C, foi ao redor de 15%, aproximadamente 10 vezes maior que após 8 horas a 25°C.
- A perda de nitrogênio protéico durante a maceração em água ou em sal, foi desprezível, mesmo a 60°C, quando atingiu o valor de 0,007%, o que representou 0,8% da proteína total do grão.
- Após 8 horas de maceração a frio (25°C) ocorreu, praticamente, uma estabilização da absorção de água ao redor de 120 g/H₂O/100 g matéria seca, a partir da qual há necessidade de longos períodos de maceração para um pequeno aumento da absorção. Esta mesma absorção foi atingida em apenas 1 hora a 60°C.
- O tratamento térmico, escaldamento ou maceração a 60°C favoreceu especialmente a absorção de água da variedade Bico de Ouro. O feijão Bico de Ouro da seca, que sofreu escaldamento antes da maceração a 60°C, absorveu cerca de 40% mais água na maceração do que o tratamento padrão. Por outro lado, o tratamento térmico causou efeito negativo na variedade Rico 23. Para as demais variedades o efeito do tratamento térmico não foi significativo.

- A solução 1 apresentou, de modo geral, um efeito negativo na absorção de água durante a maceração.
- A solução de hexametáfosfato de sódio praticamente não alterou a absorção máxima dos feijões macerados a 25 ou 60°C, ex ceto no caso da variedade Rico 23, onde o aumento da absorção foi sensível em ambas temperaturas.
- Nos feijões armazenados por mais de um ano, o escaldamento e a maceração em água a 25° ou 60°C não colaboram para uma mai or absorção de água após o processo de cocção.
- Embora o hexametáfosfato de sódio não tenha favorecido a absorção de água durante a maceração, apresentou um efeito positivo bastante significativo durante a cocção de qualquer das variedades estudadas. A absorção de água após a cocção do feijão macerado por 8 horas a 25°C na solução de hexametáfosfato de sódio, foi aproximadamente o dobro da observada em á gua pura. A maceração nesta solução por 1 hora a 60°C, produziu resultado semelhante.
- A classificação das variedades quanto a melhor absorção de á gua após cocção, variou conforme o tratamento. Para o processo de maceração com hexametáfosfato, as melhores variedades foram: Rosinha, Rico 23 e Piratã, com uma absorção ao redor de 250 g. água/100 g de matéria seca.

- Embora para qualquer tratamento a absorção de água tenha aumentado com o tempo de cocção, a absorção foi sempre significativamente maior do caso do tratamento com hexametáfosfato de sódio. O efeito do sal não desapareceu com o aumento do tempo de cocção.
- Os feijões armazenados que não sofreram a adição de hexametáfosfato não atingiram textura satisfatória, mesmo após 40 minutos de cocção. No entanto, quando este sal foi adicionado, os feijões se tornaram macios com apenas 20 minutos de cocção.
- É indiferente macerar ou não o grão em água, submetê-lo ou não ao escaldamento, que sua textura permanece praticamente a mesma, exceto quando o grão é macerado em solução de hexametáfosfato, quando apenas assim se torna suficientemente macio a ponto de ser aceito.
- A presença de uma pequena porcentagem de grãos mais duros numa amostra de feijão, influenciaram significativamente sua textura. O provador, sentindo alguns duros, tem a sensação de que toda a amostra é dura. Nos feijões armazenados por 1 ano ou mais, esta pequena porcentagem de grãos mais duros não foi reduzida com o tempo de cocção, resultando num produto sempre considerado duro, embora tenha ocorrido um amolecimento da maior parte dos grãos. O hexametáfosfato de sódio atuou particularmente nestes grãos, amolecendo-os, resultando numa amostra macia.

- Apenas a força média não foi uma boa medida para avaliar a textura de feijões cozidos, pois não acusou a presença destes grãos mais duros os quais, para o provador, influenciaram significativamente na textura. Verificou-se que o coeficiente de variação da força é um fator que deve ser considerado na avaliação física da textura de feijões armazenados. Nas condições utilizadas, feijões que necessitavam de uma força média menor que 1154 gf, e com coeficiente de variação da força menor que 32%, caíram sempre na faixa ideal de textura.
- Houve uma alta correlação entre a textura e absorção de água total, indicando que se pode usar somente a absorção total para uma avaliação de textura em testes preliminares.
- O hexametáfosfato aumentou a viscosidade do caldo do feijão, após a cocção.
- A adição de solução de hexametáfosfato de sódio como líquido de enchimento, além de melhorar a viscosidade do caldo, melhorou a textura dos feijões, tornando macios os feijões armazenados, considerados como velhos, impróprios para o consumo por serem muito duros e não amolecer com o aumento do tempo de cocção. Do ponto de vista industrial, além de aumentar o rendimento em termos de uma maior absorção de água, elimina uma fase do processamento: a maceração, trazendo inúmeras vantagens:

- a) Eliminação do equipamento de maceração;
- b) Diminuição do tempo de processamento;
- c) Menor consumo de mão-de-obra;
- d) Evita a perda de sólidos na maceração;
- e) Diminui o custo do produto final;
- f) Eliminação de problemas causados pelos efluentes industriais resultantes da maceração;
- g) Evita multiplicação de microrganismos na fase de maceração.

6. BIBLIOGRAFIA

1. A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of AACC. The Association: St. Paul, Minn. (1974).
2. ANDERSON, D.B. The structure of the cell walls of higher plants. Botanic Review, 1:52-76 (1935).
3. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of Analysis. 11^{ed} (1970).
4. AUGHEY, E. & DANIEL, E.P. Effect of cooking upon the thiamin content of foods. Journal Nutr., 19:285-296 (1940).
5. AYROYD, W. & DOUGHTY, J. Legumes in human nutrition. Nutritional Studies n^o 19. Food & Agric. Organization of the United Nations. Rome, FAO, (1964).
6. BACKER, G.L. & GILLIGAN, G.M. The use of polyphosphates to thicken sauces. Canner, 104(26):25-26 (1947).
7. BETHLEM, M.L.B.; NEVES, H.P.; MALOUK, F. & TAVEIRA, M. Composição centesimal de 50 variedades de feijões existentes no Brasil. Anais Fac. Nac. Farm., 4:234-247 (1952/1954).
8. BECKERL, A.C. & CARTTER, J.L. The effect of variety and environment on the equilibrium moisture content of soybean seed. Cereal Chemistry, 20:362-368 (1943).

9. BIGELOW, W.D. & FITZGERALD, F.F. Suggestions for canning pork and beans. Bull. 15 L-Revised, National Canners Association (1927).
10. BINDER, L.J. & ROCKLAND, L.B. Use of automatic recording shear press in cooking studies of large dry Lima beans. Food Technology, 18:127-130 (1964).
11. BITTING, A.W. Appertizing or the art of canning: its history and development. The Trade Pressroom, San Francisco (1937).
12. BONNER, J. Plant Biochemistry. Academic Press Inc., New York, N.Y. (1950).
13. BOURNE, M.C. Size, density and hardshell in dry beans. Food Technology 21:335-338 (1967).
14. BOURNE, M.C. Texture measurement of individual cooked dry beans by puncture teste. Journal of Food Science, 37:751-753 (1972).
15. BRASIL Uma experiência educacional: plano piloto de ensino integrado 1965-1969. Ministério da Educação e Cultura. Rio de Janeiro (1970).
16. BRESSANI, R.L.; ELIAS, L.G. & VALIENTE, A.T. Effect of cooking and aminoacid supplementation on the nutritive value of black beans (Phaseolus vulgaris). Brit. J. Nutr., 17: 69-78 (1963).

17. BURR, H.K.; KON, S. & MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture contents and temperature and time of storage. *Food Technology*, 22:336-338 (1968).
18. BURR, H.K. Effect of storage on cooking qualities, processing and nutritive value of beans. *Nutritional aspects of human foods*, 1^{ed}. Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 1976. p. 83-91.
19. CATI Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (1975).
20. CANNON, M.R. Viscosity measurement. *Industrial and Engineering Chemistry*, 16:708-710 (1944).
21. COCKRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2^{ed}, Wiley. New York (1950). p.471.
22. CONCEPCION, I. & CRUZ, I.S. Amino acid composition of some Philippine plant foods. *Philipp. J. Sci.*, Manila, 90(4): 497-517 (1961).
23. CREAN, D.E.C. & HALSMAN, D.R. A note on the slow rehydration of some dried peas. *Hort. Research*, 2:121-125 (1963).
24. DAWSON, E.H.; LAM, J.C. & TOEPFER, E.W. Development of rapid methods of soaking and cooking dry beans. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull 1051 (1952).

25. DORSEY, W.R.; STRSHUN, S.I.; ROBERTS, R.I. & JOHNSON, K.R.
New continuous production facility for processing "Instant" pre-cooked beans. Food Technology, 15:13-16 (1961).
26. ESAU, K. Plant Anatomy. John Wiley & Sons. New York, N. Y. (1953).
27. EUA Northeast Brazil Nutrition survey: a report. Interdepartmental on nutrition for National development of United States. Washington (1963). p.97.
28. GALANTER, E.H., Contemporary psychophysics. In: New directions in psychology. New York. Holt, Rinehart and Winston (1962) p.141-155.
29. GLOYER, W.O. Schema and hardshell. Two types of hardness of the beans. Proc. Assoc. Official Seed Analysts, 13:60-63 (1921).
30. GLOYER, W.O. Hardshell of beans: its production and prevention under storage conditions. Proc. Assoc. Official Seed Analysts, 20:52-55 (1928).
31. HAMAD, N. & POWERS, J.J. Inhibition and pectic content of cannaed dry-line beans. Food Technology, 19:648-652 (1965).
32. HOFF, J.E. & NELSON, P.E. Methods for accelerationg the processing of dry beans. Report of 8th Dry Beans Res. Conf., Bellavie, M.I. August 1966, ARS 74-41, 39-49 (1967).

33. HOLMIQUIST, J.W.; SCHMIDT, C.F. & GUEST, A.E. The use of sodium hexametaphosphate in the blaching of peas. Proc. National Cannery Association, 41st Annual Convention, Supplement to Information Letter nº 1170 (1948).
34. I.B.G.E. Anuário Estatístico do Brasil - Rio de Janeiro Fundação Brasileira de Geografia e Estatística, (1976).
35. JAFFÉ, W.G. Limiting essential amino acids of some legume seed. Proc. Soc. Expt. Biol. Med., 71:398-402 (1949).
36. JOSLYN, M.A. The chemistry of protopectin. A critical review of historical data and recent developments. Advances in Food. Res., 11-1 (1962).
37. KERR, R.W. Chemistry and Industry of starch. Academic Press Inc. New York, N.Y. (1950).
38. KERTESZ, Z.I. The pectic substances. Interscience Publishers Inc. New York, N.Y. (1951).
39. KON, S. Pectic substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. Journal of Food Science, 33:437-438 (1968).
40. KON, S.; BROWN, A.H.; OHANNESON, J.E. & BOOTH, A.N. Split peeled beans: preparation and some properties. Journal of Food Science, 38:496-498 (1973).

41. LA BELLE, R.L. & HACKLER, L.R. Preparation and utilization of dry canned and pre-cooked beans. Nutritional aspects of cammon beans and other legume seeds as animal and human foods. 1^{ed} Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, (1976). p. 109-119.
42. LANTS, E.M. Effect of different methods of cooking on the vitamin B content of Pinto beans. N. Mex. Agr. Expt.Sta. Bull. 254:1-11 (1938).
43. LETHAN, D.S. Separation of plant cells with hexametaphosphate and nature of intercellular bonding. Exp. Cell. Res., 27:352-355 (1962).
44. LIENER, I.E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. Amer. J. Clin. Nutr., 11:281-298 (1962).
45. LOPEZ, A. A complete course in canning. 9^{ed}. Baltimore Maryland. The Canning Trade (1969). p.368-382.
46. LUH, B.S.; WANG, C. & DAOUD, H.N. Several factors affecting color, texture and drained weight of canned dry Lima beans Journal of Food Science, 40:557-561 (1975).
47. MATTSON, S. The cookability of yellow peas. A colloid-chemical and biochemical study. Acta Agricul. Suecana II 2:185-231 (1946).

48. MILLER, C.F.; GUADAGNI, D.G. & KON, S. Vitamin retention in bean products: cooked, canned and instant bean powders. *Journal of Food Science*, 38:493-495 (1973).
49. MITCHEL, H.H. The nutritional effects of heat on food proteins, with particular reference to commercial processing and home cooking. *J.Nutr.Philadelphia*, 39:413-426 (1949).
50. MOLINA, M.R.; de la FUENTE, G. & BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (Phaseolus vulgaris). *Journal of Food Science*, 40:587-591 (1975).
51. MOLINA, M.R.; BATEN, M.A.; GOMEZ-BRENER, R.A.; KING, K.W. & BRESSANI, R. Heat treatment: a process to control the development of the hard-to-cook phenomena in black beans (Phaseolus vulgaris). *Journal of Food Science*, 41:661 - 666 (1976).
52. MONSANTO Co. Booklet. 1965. Ingredients for food processors.
53. MORAES, R.M. & ANGELUCCI, E. Chemical composition and amino acid content of Brazilian beans (Phaseolus vulgaris). *Journal of Food Science*, 36:493-494 (1971).
54. MORRIS, H.J.; OLSON, R.L. & BEAN, R.C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. *Food Technol.*, 4:247-251 (1950).

55. MORRIS, H.J. & WOOD, E.R. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. Food Technology, 10:225 - 229 (1956).
56. MORRIS, H.J. Changes in cooking qualities of raw beans as influenced by moisture content and storage time. Proc. 7th Annual dry bean Conference, p.37. WURRD, USDA, Albany, Calif. (1964).
57. MUNETA, P. The cooking time of dry beans after extended storage. Food Technol., 18:130-131 (1964).
58. N.C.A. National Canners Association. Processes for low acid canned foods in metal containers. Bull. 26-L, 10^{ed}. Washington, D.C. (1966).
59. NELSON, A.I.; WEI, L.S. & STEINBERG, M.P. Food products from whole soybeans. Soybean Digest, 31(3):32-37 (1971).
60. NIELSEN, J.P. Process for rendering beans quick cooking. U. S. Patent n^o 3.108.884 (1963).
61. ONATE, L.V.; AGNALDO, A.R. & EUSEBIO, J.S. Eat more soybeans. Department of Home Technology, U.P. College of Agriculture Los Baños, Philippines (1972).
62. OSBORNE, T.B. The vegetable proteins. New York Longmans, (1909)

63. PEARSON, D. The chemical analysis of foods. 6^{ed}. New York. Chemical Publishing (1971). p.242.
64. PERRY, A.K.; PETERS, C.R. & VAN DUYNE, E.O. Effect of variety and cooking method on cooking times, thiamine content and palatability of soybeans. Journal of Food Science, 41:1330-1334 (1976).
65. POWERS, J.J.; PRATT, D.E. & JOINER, J.B. Gelation of canned peas and Pinto beans as influenced by processing conditions starch and pectic content. Food Technol., 15:41-47 (1961).
66. POWRIE, W.D.; ADAMS, M.W. & PFLUG, I.J. Chemical, anatomical and histochemical studies on navy bean seed. Agronomy Journal, 52:163-167 (1960).
67. QUAST, D.G. & DA SILVA, S.D. Temperature dependence of hydration and cooking rates of dry legumes. Journal of Food Science, 42(2):370-374 (1977).
68. REEVE, R.M. Relation on histological characteristics to texture in seed coats of peas. Food Research, 12:10-23 (1947).
69. ROCKLAND, L.B. & METZLER, E.A. Quick-cooking Lima beans and other dry beans. Food Technol., 21:344-348 (1967).

70. ROCKLAND, L.B.; HEINRICH, J.D. & DORNBACK, K.J. Recent progress on the development of new and improved quick cooking products from Lima and other dry beans. Rept. of 10th Dry Beans Res. Conf., 121-131, Davis, Calif., Aug. 12-14 (1970).
71. ROCKLAND, L.B. & JONES, F.T. Scanning electron microscope studies on dry beans. *Journal of Food Science*, 39:342 - 346 (1974).
72. SAIO, K. Soybeans resistant to water absorption. *Cereal Food World*, 21(4):168-173 (1976).
73. SCHNEIDER, C.G. Inorganic Chelanting additives up quality of many foods. *Food. Eng.* 28(3):39-200 (1956).
74. SIMPSON, J.I. & HALLIDAY, E.G. Chemical and histological studies of the desintegration of cell membrane materials in vegetables during cooking. *Food Res.*, 6:189-206 (1941).
75. SIRINIT, K. Nutritional value of Haitain cereal legume blends. *J. Nutr.*, Philadelphia, 86:415-423 (1965).
76. SMITH, A.K. & NASH, A.M. Water absorption of soybeans. *The Journal of the American Oil Chemists Society*, 38:120-123 (1961).

77. SNYDER, E.B. Some factors affecting the cooking quality of pea and Great Northern types of dry beans. Agr. Exp. Res. Bull, 85, Coll. Agr., Univ. Nebraska (1936).
78. STAUFFER CHEMICAL CO., 120 Q's and A's about how phosphates are used in food. Food Industry Release 2, 1966. New York.
79. STEINKRAUS, K.H.; van BUREN, J.P.; LA BELLE, R.L. & HAND, D.B. Some studies on the production of pre-cooked dehydrated beans. Food Technol., 18:121-126 (1964).
80. STERLING, C. Effect of moisture high temperature on cell walls in plant tissues. Food Res., 20:474-479 (1955).
81. THEOPHRASTUS Inquiry into plants and minor works on orders and weather signs. Translated by Sir Arthur Hart. New York. Putman's Sons (1916).
82. van de KRAMER, J.H. & van GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. Cereal Chem., 29:239-251 (1952).
83. VOISEY, P.W. & LAMOND, E. Texture of baked beans. A comparison of several methods of measurement. Journal of Texture Studies, 2:96-108 (1971).
84. WAGNER, L.P. & RIEHM, J.P. Purification and partial characterization of trypsin inhibitor isolated from the navy bean. Arch. Biochem. Biophys., 121:672 (1967).

85. WEIER, T.E. & STOCKING, C.R. Histological changes induced in fruit and vegetables by processing. *Advances in Food Res.*, 2:297-342 (1949).
86. WINTON, A.L. & WINTON, K.B. The structure and composition of Foods. Vol. II. J. Wiley & Sons. Ed. N.Y. London (1949).
87. WORLD HEALTH ORGANIZATION Technical Report Series n^o 281. Specifications for the identity and purity of Food Additives and their toxicological evaluation; emulsifieirs, stabiliziers, bleaching and maturing agents. (1964).