

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas*  
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 8

Campinas, Jan.º-Dez.º de 1948

N.ºs 1-12

## AS FERRAMENTAS E MÁQUINAS AGRÍCOLAS NACIONAIS (1)

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA SUA FABRICAÇÃO  
E ANÁLISE DE SUAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

Parte I — AS ENXADAS CALÇADAS

P. J. ROSTON (2)

*Engenheiro agrônomo, Secção de Mecânica da Agricultura, Departamento de Engenharia e  
Mecânica da Agricultura, Campinas*

### 1—INTRODUÇÃO

Em 1946 a Secção de Mecânica Agrícola, do Instituto Agronômico, em Campinas, iniciou um estudo da constituição química dos materiais empregados na fabricação das ferramentas e máquinas agrícolas no Estado de São Paulo, e bem assim uma análise de suas propriedades mecânicas, quer devidas à própria natureza do material, quer provenientes de tratamento térmico.

Resolveu-se iniciar os trabalhos com o estudo das enxadas, foices, machados, picaretas, chibancas, pás e enxadões e, sempre que possível, fazer um paralelo com similares estrangeiros de boa reputação.

Simultaneamente, procurou-se determinar entre os exemplares examinados quais os que se colocavam dentro das especificações estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, como, por exemplo, no que concerne à dureza.

Nesta primeira parte apresentaremos apenas os resultados obtidos com o estudo das enxadas calçadas.

Entretanto, é de nosso plano efetuar também ensaios comparativos de desgaste e martelamento de gume, o que pretendemos iniciar tão logo tenhamos concluído os aparelhamentos necessários a êsses estudos.

Os resultados das análises levadas a efeito em ferramentas irmãs, com idade diferindo apenas de um ano, nos levam a afirmar que há uma sensível inconstância na fabricação de tais ferramentas, às vêzes quanto à matéria prima empregada, outras vêzes quanto ao tratamento térmico, ou, em ambos, simultaneamente. A carência de matéria prima adequada e, na

(1) Trabalho recebido para a publicação em janeiro de 1948.

(2) O autor agradece a colaboração do eng. agr. André Tosello, pelas sugestões apresentadas.

maioria dos casos, a falta de um laboratório de análise na fábrica, são fatores que influem muito na falta de constância das qualidades do produto. Embora sabendo ser o aço, com tais e tais percentagens de carbono, fósforo, manganês etc., a melhor matéria prima para se fabricar determinada ferramenta, nem sempre pode o fabricante encontrá-lo no comércio, razão por que se vê forçado, se não totalmente, pelo menos em parte, a substituí-lo por outro aço qualquer. Assim, pode-se admitir que não se conte sempre com a matéria prima ideal; entretanto o que se não justifica é a ausência, na fábrica, de um laboratório de análise, que permita ao fabricante selecionar os tipos de aço de procedências várias.

O tratamento térmico das ferramentas de tais fábricas, por conseguinte, não obedece a critério técnico algum. De fato, o operário, rotineiro por natureza, fará igual tratamento térmico em tôdas as ferramentas de um mesmo tipo, de acôrdo com o costume que herdou ou instruções que recebeu. E se ferramentas com material diferente receberem igual tratamento térmico, é forçoso admitir que resultem com propriedades mecânicas diferentes. Daí a inconstância dos caracteres que tivemos oportunidade de observar neste trabalho. Está claro que, às vêzes, um descuido do operário, no tratamento térmico, dê origem a uma ferramenta defeituosa, como, por exemplo, a variação da largura das faixas endurecidas pelo tratamento térmico. Neste caso faz-se mister uma fiscalização mais ou menos rigorosa, a fim de impedir o lançamento, no mercado, de uma ferramenta que muito se afaste do padrão normal em suas características. Por exemplo, uma máquina de dureza, como a que possui a Cia. Mecânica e Importadora de São Paulo, em Jundiaí, permite rejeitar os exemplares cuja dureza se colocou fora dos limites preestabelecidos. É um exemplo que deveria ser imitado pelas demais fábricas.

## 2—MATERIAL UTILIZADO NA FABRICAÇÃO DAS ENXADAS

Em sua quase maioria as fábricas de ferramentas agrícolas do Estado de São Paulo se utilizam em grande escala dos trilhos e das bandagens das rodas de vagões como matéria prima para fabricação das enxadas. Os trilhos têm a sua constituição química aliada ao seu pêso por unidade de comprimento. Assim é que a especificação americana A-1-39 da A.S.T.M. (1) traz, para os trilhos, a seguinte tabela (quadro 1).

QUADRO 1.—Tabela A 1 — 39 da American Society for Testing Materials para trilhos

Teores de	P ê s o e m l i b r a s p o r j a r d a				
	50-69	70-84	85-100	101-120	121-140
	%	%	%	%	%
Carbono . . . . .	0,50—0,63	0,53—0,70	0,64—0,77	0,67—0,80	0,69—0,82
Manganês . . . . .	0,60—0,90	0,60—0,90	0,60—0,90	0,70—1,00	0,70—1,00
Fósforo (máximo)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

(1) American Society for Testing Materials

Veja-se nesse quadro, por exemplo, o caso do carbono: a variação desse elemento vai de 0,50 a 0,82%. Se não houver, por parte dessas fábricas, uma separação racional dos diversos tipos de trilhos, dêles resultarão ferramentas com propriedades mecânicas diferentes, uma vez que tôdas irão sofrer igual tratamento na fabricação.

As bandagens de rodas de vagões apresentam-se, também, com composição química variável, de acôrdo com a sua procedência. Assim, a especificação americana A-186-39 da A.S.T.M. (1) dá, para as rodas de aço forjado, a seguinte composição:

Carbono .....	de 0,65 a 0,85 %
Manganês .....	„ 0,60 a 0,85 %
Fósforo (máximo) .....	„ 0,05 %
Enxofre (máximo) .....	„ 0,05 %

Como no caso dos trilhos, as bandagens são variáveis, no seu conteúdo de carbono e manganês, o que também irá prejudicar a constância dos caracteres das enxadas com elas fabricadas.

### 3—DIFERENTES TIPOS DE ENXADAS NACIONAIS

As enxadas de fabricação nacional podem ser encontradas no comércio sob duas modalidades: enxada inteiriça e enxada calçada.

A enxada inteiriça resulta de uma série de operações de feitura do ôlho e martelamento, até adquirir a forma que lhe é peculiar.

Quando tal enxada se destina a terrenos não muito compactos ou a terrenos pouco pedregosos, o problema do tratamento térmico não assume importância vital. Porém, se o terreno fôr compacto ou então pedregoso, torna-se necessário endurecer a parte ativa da peça, pois, do contrário, ou o atrito a desgastaria em pouco tempo ou as sucessivas pancadas vergar-lhe-iam o gume e, de qualquer maneira, a enxada não recomendaria o fabricante. O endurecimento, pela têmpera, da parte ativa de tal enxada, entretanto, não resolveria satisfatòriamente a questão, porquanto, se de um lado ela seria mais resistente ao atrito, de outro lado essa região se transformaria num ponto frágil da peça, em relação ao choque.

Para sanar êsse inconveniente ideou-se um tipo de enxada que reunisse as duas boas qualidades, isto é, que fôsse resistente ao choque e ao desgaste pelo atrito. Tal tipo, comumente conhecido por enxada calçada, difere da enxada inteiriça porque a sua lâmina (corpo) é constituída, na realidade, de duas partes convenientemente caldeadas.

A face externa é de aço doce, isto é, com baixo teor de carbono, muito menos afetada pelo tratamento térmico do que o aço que constitui a face interna (calço).

Pelo tratamento térmico de uma faixa ou de tôda a peça, a face externa, pouco afetada, protege a peça contra uma possível fratura por choque, enquanto a outra face, a interna, endurecida pelo resfriamento brusco, atua como um escudo contra o desgaste pelo atrito.

Tanto nas enxadas calçadas nacionais como nas estrangeiras, a peça não sofre tratamento térmico total, e sim apenas numa faixa próxima ao gume.

Foi com êsse tipo de enxada que efetuamos as análises mencionadas neste trabalho. Para fins comparativos utilizamos, como tipo padrão, a enxada "Duas Caras", de procedência inglesa.

#### 4—COMPARAÇÕES ENTRE ENXADAS CALÇADAS NACIONAIS E ENXADA INGLESA "DUAS CARAS"

Comparemos os resultados das análises entre duas enxadas calçadas nacionais ("Dragão" e "Zap"), que designaremos respectivamente por **A** e **B**, e uma enxada de procedência inglesa ("Duas Caras") que chamaremos de **C**.

##### 4.1—ACABAMENTO

As três enxadas se apresentaram com bom acabamento.

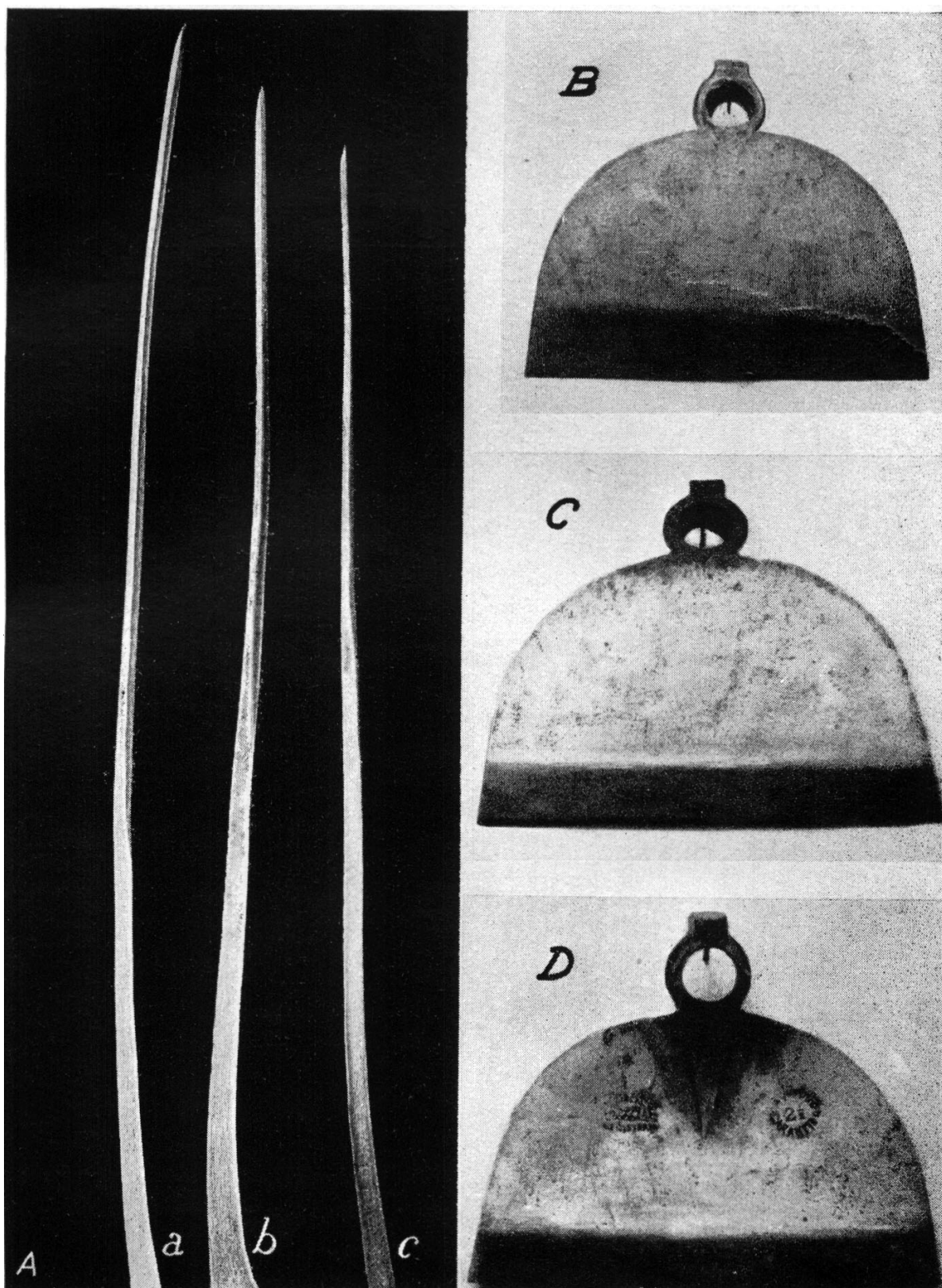
##### 4.2—CALDEAMENTO DAS PARTES

Notamos que o caldeamento das duas placas, que constituem a enxada calçada, é mais perfeito nas enxadas **A** e **B** do que no exemplar **C**. Parece-nos que a explicação desse fato reside na diferença do teor de carbono entre os aços do calço e do corpo da peça, diferença essa que é bem maior no exemplar inglês do que nas enxadas **A** e **B**. Explicando melhor: se duas placas de aço devem ser caldeadas, tal operação naturalmente é tanto menos perfeita quanto maior for a diferença entre os teores de carbono dessas placas, pois, quando a temperatura é ótima para uma das placas, não o será para a outra.

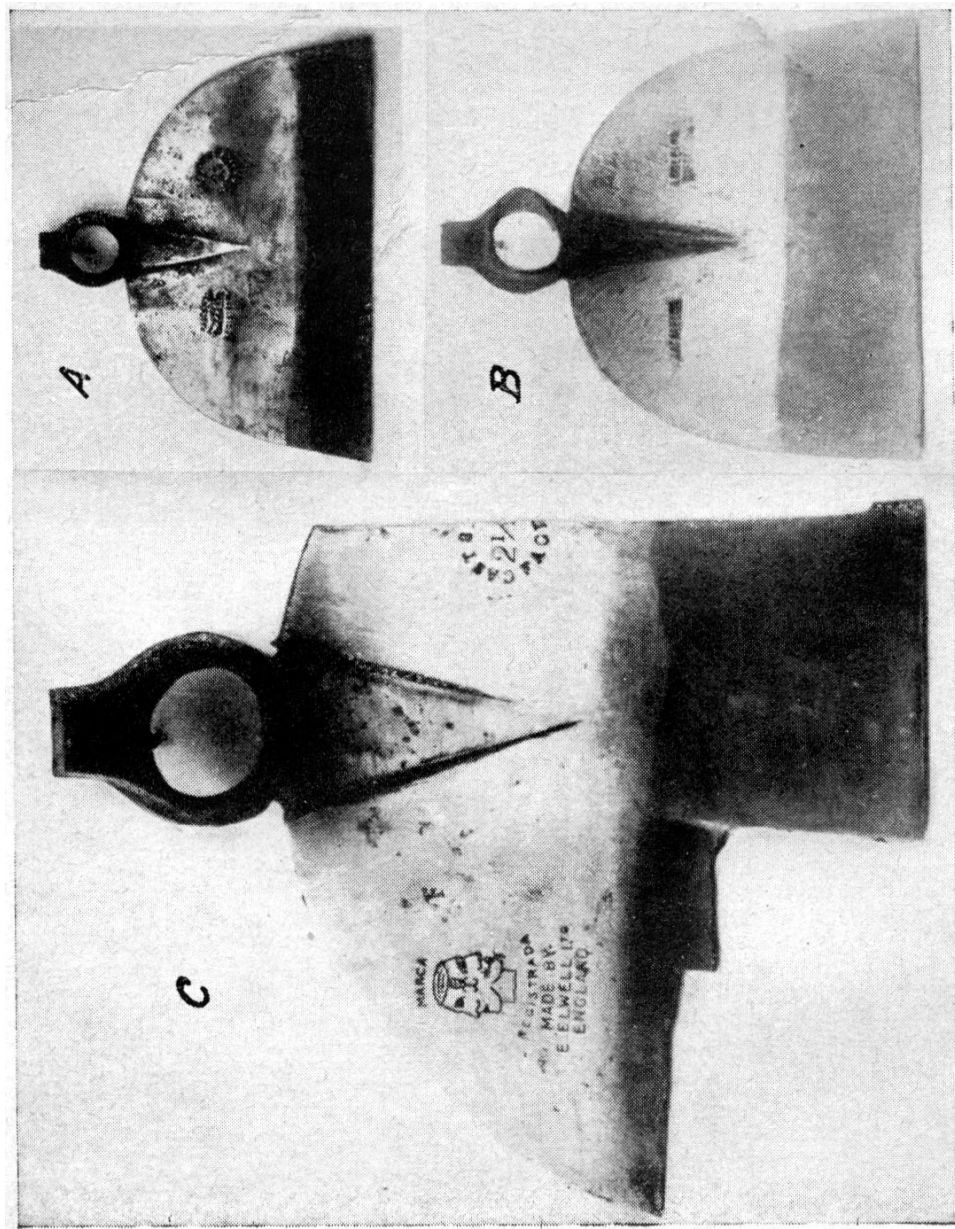
##### 4.3—ALTURA E ESPESSURA DO CALÇO

A altura do calço é de grande importância, pois uma enxada que se apresentasse com calço de pequena altura teria a tendência de se encurvar justamente ao nível do mesmo (6). A estampa 1 (*A - a, b e c*) mostra o calço das enxadas **A**, **B** e **C**, num corte normal ao gume. Na enxada **A** a altura do calço foi da ordem de 125 mm, enquanto que nas enxadas **B** e **C** as respectivas alturas mostraram ser da ordem de 107 e 89 mm.

De tão grande importância quanto a altura é a espessura do calço, ou, melhor, a espessura e a sua uniformidade. Na enxada **C** a espessura do calço é quase uniforme, da ordem de 0,5 mm (est. 1-*A, c*), faixa escura, iniciada no gume. Muito uniforme também se apresentou, em espessura, o calço da enxada **A**, que verificamos ser da ordem de 1 mm. Já na enxada **B** o calço se mostrou variável em espessura, pois, começando com 0,9 mm próximo ao gume, chega a atingir quase 2 mm pouco antes de se findar.



A — Secção normal ao gume, em enxadas calçadas, mostrando a espessura e altura do calço; a — enxada A, Dragão; b — enxada B, Zap; c — enxada C, Duas Caras. Foto tirado no I. P. T. B — Enxada A, face externa, vendo-se a faixa escura, correspondente à região endurecida, obtida com o reativo de iodo. C — Idem para a enxada B, Dragão, face externa. D — Idem, para a mesma enxada, face interna



Face interna de enxadas calçadas, mostrando a faixa escura obtida com o reativo de iodo e que corresponde à região endurecida pelo tratamento térmico. A, enxada A, Dragão; B, enxada B, Zap; C, enxada C, Duas Caras.

## 4.4—LARGURA DA FAIXA ENDURECIDA

O reativo de iodo acusou, na face interna das três enxadas **A**, **B** e **C**, a existência de uma faixa endurecida por tratamento térmico (est. 2 - *A*, *B*, *C*).

Na enxada **A** tal faixa se apresentou com 45 mm de largura, ao passo que nas enxadas **B** e **C** a largura das faixas se mostrou, respectivamente, da ordem de 60 e 65 mm.

## 4.5—ANÁLISE QUÍMICA

Na análise química dos materiais com que se fabricaram as três enxadas, obtivemos dados que merecem um atento confronto.

## 4. 5. 1—ANÁLISE DO CARBONO, INTERPRETAÇÃO E INFLUÊNCIA DO TEOR DÊSSE ELEMENTO NOS EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO

Para a análise do carbono retiramos limalhas tanto do calço como do corpo das três enxadas e, para cada enxada, efetuamos três determinações da percentagem de carbono, tanto do calço como do corpo, pelo processo volumétrico, nos laboratórios da Secção de Agrogeologia do Instituto Agrônômico de Campinas (6).

O quadro 2 resume os resultados médios encontrados.

QUADRO 2.—Teor de carbono no calço e no corpo das três enxadas estudadas. Médias de três determinações

Enxada	Procedência	Teor médio de carbono	
		calço	corpo
A — Dragão.....	nacional	% 0,520	% 0,340
B — Zap.....	nacional	0,505	0,166
C — Duas Caras.....	inglêsã	0,832	0,214

Note-se a grande diferença entre as enxadas **A** e **C** no tocante ao teor de carbono no corpo e no calço. Já a enxada **B** se apresentou com maior contraste em teor daquele elemento químico nas duas partes constituintes da peça. O reativo de iodo de fato mostrou que enquanto nas enxadas **B** e **C** o tratamento térmico apenas afetou a face interna (calço), na enxada **A** os efeitos daquele tratamento atingiram tanto a face interna como a externa, dado o teor relativamente alto de carbono na face externa. As fotografias da estampa 2 - *A*, *B*, *C*, mostram as faixas tèrmicamente tratadas, na face interna das enxadas **A** — Dragão ; **B** — Zap e **C** — Duas

Caras, respectivamente, enquanto a estampa 1 - B mostra que a face externa da enxada A também foi afetada pelo tratamento. Por êsse motivo a enxada A deverá oferecer menos segurança ao choque do que as enxadas B e C.

Quem já observou numa fábrica de S. Paulo o tratamento térmico das enxadas, naturalmente notou que o operário encarregado dessa operação age de modo rotineiro : aquece a peça até que ela adquira uma "côr" característica e a seguir mergulha em óleo a faixa próxima ao gume. Logo após põe essa faixa em contacto com terra. O calor do restante da peça se transmite em parte para aquela faixa e assim o material se resfria lentamente.

A operação de resfriamento brusco da faixa próxima ao gume tomou o nome de têmpera e com ela se visa endurecer a parte ativa da peça. A operação seguinte, que atrás citamos, é o "revenido", com o qual se visa restituir à região temperada algumas das boas qualidades que o aço perdeu pelo resfriamento brusco, sem afetar, sensivelmente, aquelas boas qualidades que resultaram dêsse mesmo resfriamento (4). A dureza de uma pequena peça de aço temperado depende de três fatores, isto é, da percentagem de carbono do aço, da natureza do banho refrigerante e da temperatura de aquecimento. Se admitirmos que a rotina do operário conserva praticamente constantes os dois últimos fatores citados, isso significa que a dureza da enxada, na parte tèrmicamente tratada, ficará na dependência da percentagem de carbono do material. Equivale a dizer que, se uma fábrica não se utilizar sempre do aço com a mesma percentagem de carbono no fabrico de suas ferramentas, é claro que não haverá constância na dureza dessas peças, uma vez que o tratamento térmico não se altera.

#### 4.5.2—ANÁLISE DO FÓSFORO E CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DÊSSE ELEMENTO NOS AÇOS

Não é só com um ótimo teor de carbono equilibrado com tratamento térmico conveniente que se pode obter um material ótimo para um dado fim. Assim, por exemplo, um teor relativamente excessivo de fósforo pode, como no caso das enxadas, conferir maus predicados ao aço, embora o controle percentual de carbono e a técnica de tratamento térmico tenham sido levados a bom têrmo.

O fósforo, conforme o caso, quando em teor excessivo, determina tanto no ferro, como no aço, uma fragilidade "a frio", e essa nocividade fica duplamente ativada quando o aço contém um teor mais ou menos apreciável de carbono (3).

Se de um lado, com o caldeamento de uma lâmina de aço macio com outra mais dura, se visa um equilíbrio entre a grande resistência ao choque e ao atrito, de outro lado, uma percentagem inadequada de fósforo faz romper êsse equilíbrio, tornando a peça suscetível de fratura por efeito de um eventual choque contra um corpo duro que exista no terreno. Dosamos a quantidade de fósforo nas três enxadas A, B e C, e os resultados estão expressos no quadro 3.



QUADRO 3.—Teor de fósforo nas três enxadas estudadas. Análises efetuadas nos laboratórios da Secção de Agrogeologia do Instituto Agronômico

F a c e	T e o r d e f ó s f o r o		
	Enxada A	Enxada B	Enxada C
Interna .....	$\frac{\%}{0,067}$	$\frac{\%}{0,023}$	$\frac{\%}{0,019}$
Externa.....	0,051	0,057	0,043

Note-se o alto teor de fósforo na face interna da enxada A, de fabricação nacional, mais alto do que na face externa. Já a enxada B se aproximou mais da enxada estrangeira C.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo deu o seguinte resultado de análise, para outros três exemplares das mesmas marcas e fabricados na mesma época que os primeiros (quadro 4):

QUADRO 4.—Teor de fósforo em enxadas das marcas estudadas, segundo análises do Instituto de Pesquisas Tecnológicas

F a c e	T e o r d e f ó s f o r o		
	Enxada A'	Enxada B'	Enxada C'
Interna .....	$\frac{\%}{0,058}$	$\frac{\%}{0,022}$	$\frac{\%}{0,017}$
Externa.....	0,060	0,058	0,052

Confirmaram-se, praticamente, as análises anteriores, pois na enxada A' o excesso de fósforo continuou, embora diminuísse um pouco na face interna.

Na enxada estrangeira C' o contraste permaneceu.

#### 4.5.3—ANÁLISE DO MANGANÊS E INFLUÊNCIA DESSE ELEMENTO NAS PROPRIEDADES DOS AÇOS

Desde longa data os metalurgistas sabem qual a influência do manganês nas propriedades do aço. Mormente em se tratando de aço com teor elevado de enxofre, os efeitos se refletem mais na diminuição da nocividade

dêste último (3, 5). De fato, o manganês, combinando-se com o enxofre, daria formação ao sulfêto de manganês, muito menos nocivo do que sulfêto de ferro, forma sob a qual o enxofre costuma encontrar-se nos aços. Mas também é de mister não se utilizar de aço excessivamente manganêsado no fabrico das enxadas, pois que então haveria probabilidade de formação de trincas na peça, por ocasião da têmpera.

A prática tem demonstrado que aços com teor de manganês próximo de 1% são muito suscetíveis de se trincarem pela têmpera.

Outra ação benéfica que a presença do manganês traz ao aço é o aumento da tenacidade e da resistência ao choque. Várias amostras das três enxadas A, B e C foram submetidas à análise de manganês, e assim obtivemos os seguintes teores médios (quadro 5).

QUADRO 5.—Teor médio de manganês nas enxadas A — Dragão, B — Zap e C — Duas caras, determinado nos laboratórios da Secção de Agrogeologia do I. Agrônomico

F a c e	T e o r d e m a n g a n ê s		
	Enxada A	Enxada B	Enxada C
Interna .....	% 0,69	% 0,77	% 0,36
Externa.....	0,74	0,66	0,61

Note-se na enxada C, estrangeira, que a variação do teor de manganês nas faces interna e externa está no sentido inverso da variação de carbono nessas faces.

Em outras palavras, o teor de manganês na face externa é bem maior do que na face interna, porque, nesta última, sendo elevado o teor de carbono, haveria perigo de trincas por ocasião da têmpera. Não se nota essa precaução nas enxadas nacionais A e B.

#### 4.5.4—ANÁLISE DO ENXOFRE, CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DÊSSE ELEMENTO NOS AÇOS E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Não só o fósforo em excesso depõe contra a qualidade da ferramenta. O enxofre também traz graves consequências ao aço ou ao ferro, não tanto a frio, porém a quente, durante os trabalhos de caldeamento e martelamento exigidos na feitura da peça, diminuindo a resistência do material.

O que acontece é que o enxofre se combina com o elemento ferro, dando formação ao sulfêto de ferro, de ponto de fusão relativamente baixo, fato êsse que manifesta a sua nocividade quando a peça está sendo trabalhada a quente. De fato, o sulfêto de ferro se funde à temperatura em que se

forja o aço e durante o martelamento da peça pode acarretar a ruptura do material, tornando a peça defeituosa. A presença do manganês no aço atenua em parte a nocividade do enxofre, porquanto, sendo grande a sua afinidade pelo manganês, se forma sulfeto de manganês, de ponto de fusão mais alto, próximo ao do aço (3).

No quadro 6 damos os resultados das análises de enxofre, nas três enxadas A, B e C.

QUADRO 6.—Teor de enxofre determinado pelo autor, nos laboratórios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

F a c e	T e o r d e e n x o f r e :		
	Enxada A	Enxada B	Enxada C
Interna (calço) .....	% 0,042	% 0,036	% 0,036
Externa (corpo) .....	0,082	0,052	0,046

Da análise dos resultados expressos no quadro 6 concluímos :

- a) A enxada B aproximou-se mais da enxada inglesa do que a enxada A.
- b) Nas três enxadas o teor de enxofre foi menor no calço do que no restante da peça.
- c) O corpo da enxada A se apresentou com teor muito alto de enxofre. É bom frisar aqui que o aço com percentagem de enxofre próxima de 0,1% é de emprêgo muito limitado.

#### 4.6—ENSAIOS DE DUREZA

Para os ensaios dessa natureza dividimos cada uma das três enxadas A, B e C em três regiões, a que chamamos de região I, região II e região III. Em cada uma dessas regiões efetuamos quatro determinações de dureza, tanto na face interna como na face externa, com auxílio da máquina Rockwell. Os números Rockwell de dureza que encontramos tiveram sua correspondência com a escala Brinell, por meio da tabela de conversão. Na região I as determinações de dureza se efetuaram a 20 mm do gume, enquanto nas regiões II e III tais determinações tiveram lugar, respectivamente, a 50 e 90 mm do gume. No quadro 7 apresentamos os resultados que encontramos. Conforme tais resultados, podemos concluir :

- a) Embora a constituição química dos aços dos calços das três enxadas seja diferente, a dureza nas faces calçadas, a 20 mm do gume, não apresentou diferença sensível. Tal fato se explica : a enxada inglesa C (cuja

percentagem de carbono no calço é mais elevada que em A e B) sofreu um "revenido" mais acentuado ou foi temperada em temperatura mais alta do que as enxadas A e B.

b) Enquanto nas enxadas B e C a face externa se mostrou relativamente mole, na enxada A a dureza da face externa se apresentou um tanto elevada, do que se conclui que a enxada A tende a oferecer menor segurança ao choque do que as enxadas B e C.

c) As durezas encontradas a 50 mm do gume, na face interna, permitiram confirmar o diagnóstico obtido com o reativo de iodo, isto é, que a faixa termicamente tratada na enxada A é mais estreita do que nas enxadas B e C.

d) As três enxadas se colocaram dentro dos limites de dureza estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Essa entidade específica, para as enxadas calçadas, dureza compreendida entre 45 e 55 Rock. C, determinada na face interna, a 20 mm do gume (2).

QUADRO 7.—Determinações de dureza, em três regiões, e em ambas as faces, das enxadas estudadas, com a máquina Rockwell e seus correspondentes na escala Brinell

Enxada	Face	Determinações	Região I (a 20 mm do gume)		Região II (a 50 mm do gume)		Região III (a 90 mm do gume)	
			Escala Rockwell	Escala Brinell	Escala Rockwell	Escala Brinell	Escala Rockwell	Escala Brinell
A Dragão	Interna	1. <sup>a</sup>	49 R.C <sup>(1)</sup>	472	92 R.B <sup>(2)</sup>	195	99 R.B	234
		2. <sup>a</sup>	50 R.C	484	99 R.B	234	100 R.B	240
3. <sup>a</sup>		50 R.C	484	95 R.B	210	97 R.B	222	
4. <sup>a</sup>		51 R.C	496	95 R.B	210	93 R.B	200	
Média		50 R.C	484	95 R.B	210	97 R.B	222	
B Zap	Interna	1. <sup>a</sup>	43 R.C	404	43 R.C	404	98 R.B	228
		2. <sup>a</sup>	44 R.C	415	35 R.C	332	100 R.B	240
		3. <sup>a</sup>	41 R.C	382	32 R.C	297	98 R.B	228
		4. <sup>a</sup>	41 R.C	382	31 R.C	290	100 R.B	240
		Média	42,5 R.C	397,5	36 R.C	332	99 R.B	234
C Duas Caras	Interna	1. <sup>a</sup>	46 R.C	437	54 R.C	534	84,5 R.B	163,5
		2. <sup>a</sup>	48 R.C	460	52 R.C	509	84,5 R.B	163,5
		3. <sup>a</sup>	52 R.C	509	51 R.C	496	86 R.B	169
		4. <sup>a</sup>	52 R.C	509	51 R.C	496	85 R.B	165
		Média	49 R.C	472	52 R.C	509	85 R.B	165
A Zap	Externa	1. <sup>a</sup>	96 R.B	216	92 R.B	195	92 R.B	195
		2. <sup>a</sup>	94 R.B	205	92 R.B	195	89 R.B	180
		3. <sup>a</sup>	93 R.B	200	90 R.B	185	95 R.B	210
		4. <sup>a</sup>	94 R.B	205	89 R.B	180	96 R.B	216
		Média	94 R.B	205	91 R.B	190	93 R.B	200
B Duas Caras	Externa	1. <sup>a</sup>	98 R.B	228	96 R.B	216	84,5 R.B	163,5
		2. <sup>a</sup>	97,5 R.B	225	97,5 R.B	225	84 R.B	162
		3. <sup>a</sup>	97 R.B	222	98,5 R.B	231	88 R.B	176
		4. <sup>a</sup>	98,5 R.B	231	98 R.B	228	85 R.B	165
		Média	98 R.B	228	97,5 R.B	225	85 R.B	165

(1) Rockwell C. (2) Rockwell B.

5—ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE OUTROS EXEMPLARES DE ENXADAS CALÇADAS “DRAGÃO”, “ZAP” E “DUAS CARAS”, 2½ £, REALIZADOS EM 1947

Em meados de 1947 o Ministério da Agricultura solicitou da Secção de Mecânica da Agricultura uma análise de exemplares de enxada calçada da Fábrica N. S. Aparecida (“Zap”). Entre êsses exemplares encontramos um de 2½ £, irmão, portanto, daquele que examinamos em 1946 (enxada B). Nessa mesma época adquirimos, no comércio, um outro exemplar de enxada calçada “Dragão” e um de enxada “Duas Caras”, todos de 2½ £.

5.1—ANÁLISE QUÍMICA

Para fins comparativos e complementares apresentamos, no quadro 8, o resultado da análise química nos três exemplares. Chamaremos de D, E e F os novos exemplares, respectivamente, das enxadas calçadas “Dragão”, “Zap” e “Duas Caras”.

QUADRO 8.—Análise química nos exemplares D, E e F, respectivamente das marcas “Dragão”, “Zap” e “Duas Caras”, 1947

Enxada	Carbono		Manganês		Fósforo	
	calço	corpo	calço	corpo	calço	corpo
	%	%	%	%	%	%
D — Dragão .....	0,56	0,36	0,83	0,70	0,038	0,045
E — Zap .....	0,63	0,18	0,92	0,46	0,043	0,056
F — Duas Caras ....	0,79	0,26	0,40	0,68	0,021	0,032

Analisando os resultados expressos no quadro 8, concluímos :

a) O exemplar inglês F ainda se apresentou com maior diferença de percentagem de carbono nos aços do calço e corpo, do que nas enxadas nacionais D e E.

b) O exemplar D, do mesmo tipo do exemplar A, ainda se apresentou com teor de carbono relativamente elevado no aço que constitui o corpo ; de fato, o reativo de iodo acusou que a face externa desse exemplar também adquiriu têmpera (est. 1-C).

c) Observamos já, por ocasião da análise química do exemplar C, a precaução dos fabricantes ingleses em usar, para o calço, aço com teor de manganês bem menos elevado do que no aço do corpo. Observamos também que essa precaução não se verificou nos exemplares nacionais A e B. Também agora, na análise dos exemplares D, E e F, notamos que

o aço do calço nas enxadas nacionais **D** e **E** apresenta, em sua composição química, maior percentagem de manganês do que no aço do corpo, ao contrário do que se verifica no exemplar inglês **F**.

d) Quanto ao fósforo, também o teor desse elemento, principalmente no calço, mostrou-se um tanto elevado nas enxadas nacionais, atingindo percentagens próximas do dôbro da encontrada no exemplar estrangeiro **F**.

### 5.3—ENSAIOS DE DUREZA

No quadro 9 apresentamos os resultados médios de dureza que encontramos nos exemplares **D**, **E** e **F**.

QUADRO 9.—Ensaio de dureza nos exemplares **D**, **E** e **F**. 1947

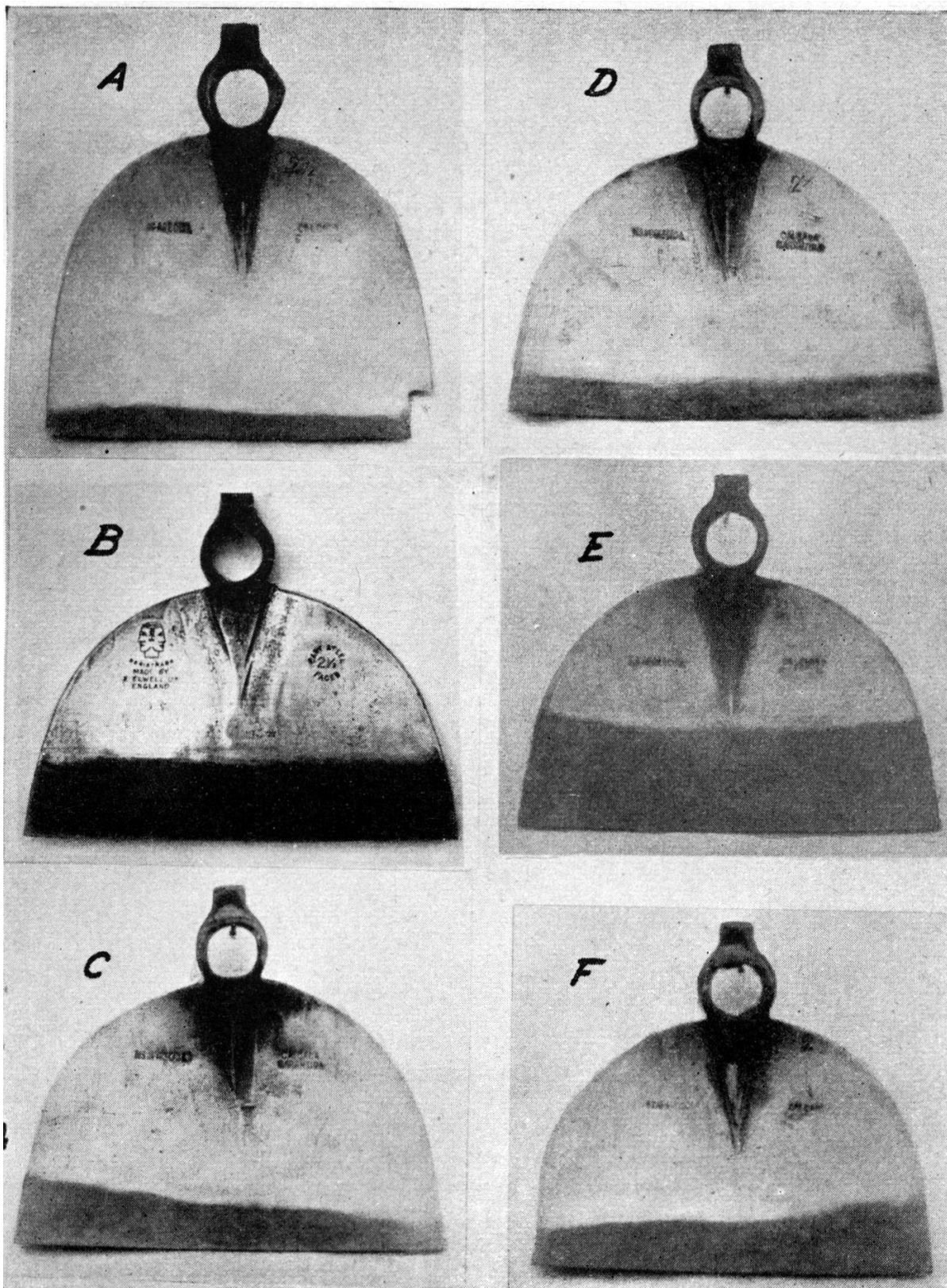
Enxada	Distância do gume	D u r e z a	
		Face interna (calço)	Face externa (corpo)
	<i>mm</i>		
<b>D</b> — Dragão.....	10	54 R. C	31 R. C
	20	54 R. C	30 R. C
	30	53 R. C	28 R. C
	50	30 R. C	20 R. C
	70	21 R. C	81 R. B
<b>E</b> — Zap .....	10	59 R. C	87 R. B
	20	24 R. C	87 R. B
	30	26 R. C	85 R. B
	50	26 R. C	86 R. B
	70	26 R. C	85 R. B
<b>F</b> — Duas Caras .....	10	49 R. C	88 R. B
	20	50 R. C	88 R. B
	30	49 R. C	88 R. B
	50	49 R. C	84 R. B
	70	26 R. C	84 R. B

Do exame desses números, concluímos :

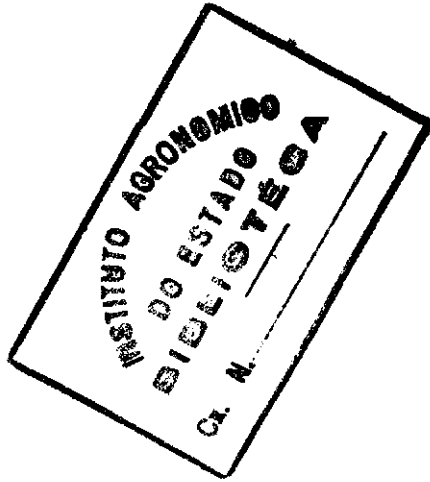
a) As enxadas **D** e **F** apresentaram-se, na face interna, com dureza compreendida entre os limites impostos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, o mesmo não acontecendo com a enxada **E**.

b) Na enxada **E** a faixa endurecida, além de se apresentar muito estreita, mostrou-se excessivamente dura e, portanto, mais suscetível de fratura por choque do que as enxadas **D** e **F**.

c) Das três enxadas, o exemplar **F** se apresentou com a mais larga faixa endurecida. O reativo de iodo confirmou essa afirmativa. A est.



Face interna das enxadas calçadas E a J. A faixa escura em tôdas elas foi obtida pelo reativo de iodo e corresponde à região endurecida pelo tratamento térmico. A, enxada E, Zap; notar a pequena largura da faixa; B, enxada F, Duas Caras; C, enxada G, Zap; notar a irregularidade da faixa endurecida; D, enxada H, Zap; E, enxada I, Zap; F, enxada J, Zap; note-se a irregularidade da faixa.





1 - D mostra a faixa endurecida na enxada D (com 43 mm de largura), enquanto as figuras da est. 3 - A e B mostram as regiões endurecidas, respectivamente, nas enxadas E (17 mm de largura) e F (52 mm de largura).

d) Na enxada D a dureza, na face externa, também se colocou em situação de inferioridade em relação às enxadas E e F, de modo idêntico ao que aconteceu com o exemplar A em relação aos exemplares B e C.

A est. 1 - C mostra que o tratamento térmico também afetou a face externa de D.

### 5.3—ALTURA E ESPESSURA DO CALÇO

Na enxada D a espessura do calço variou de 0,6 a 0,8 mm, enquanto a altura atingiu 95 mm. A enxada E apresentou calço com espessura de 0,5 a 1,1 mm e com altura de 92 mm, enquanto na enxada F, inglesa, a espessura foi uniforme, da ordem de 0,6 mm, e a altura da ordem de 91 mm.

## 6—COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES FEITAS EM 1946 E 1947

Achamos interessante resumir, no quadro 10, os resultados das análises em exemplares das enxadas "Dragão" (A e D), "Zap" (B e E) e "Duas Caras" (C e F) de 2½ £, efetuadas em 1946 e 1947.

QUADRO 10.—Resumo das análises realizadas em 1946 e 1947 para as faces interna (calço) e externa (corpo)

Enxada	Elementos				Dureza média a 20 mm do gume	Espessura do calço	Altura do calço	Largura da faixa endurecida
	C	Mn	P	S				
	%	%	%	%		mm	mm	mm
FACE INTERNA (CALÇO)								
A (1946)	0,340	0,690	0,067	0,042	50,0 R. C	1,0-1,5	125	45
D (1947)	0,560	0,830	0,038	0,051	54,0 R. C	0,6-0,8	95	43
B (1946)	0,505	0,770	0,023	0,036	42,5 R. C	0,9-2,5	107	60
E (1947)	0,630	0,920	0,043	0,038	24,0 R. C	0,5-1,1	92	17
C (1946)	0,832	0,360	0,019	0,036	49,0 R. C	0,5-0,6	89	65
F (1947)	0,790	0,400	0,021	0,040	50,0 R. C	0,6-0,8	91	52
FACE EXTERNA (CORPO)								
A (1946)	0,310	0,740	0,051	0,082	32,0 R. C	.....	.....	.....
D (1947)	0,360	0,700	0,058	0,061	30,0 R. C	.....	.....	.....
B (1946)	0,166	0,660	0,057	0,052	95,0 R. B	.....	.....	.....
E (1947)	0,180	0,460	0,050	0,050	87,0 R. B	.....	.....	.....
C (1946)	0,214	0,610	0,043	0,046	98,0 R. B	.....	.....	.....
F (1947)	0,260	0,680	0,041	0,044	88,0 R. B	.....	.....	.....

7—OUTRAS ANÁLISES EM EXEMPLARES DE ENXADA CALÇADA “ZAP” DE 2½ £. COMPARAÇÕES COM OS EXEMPLARES B e E.

Ainda para fins comparativos achamos interessante examinar os resultados obtidos em análises de mais duas enxadas calçadas marca “Zap”, de 2½ £ de pêso, também fabricadas em 1947 e enviadas à Secção de Mecânica da Agricultura, pelo Banco do Estado de S. Paulo S/A, para análises. Chamaremos de G e H êsses novos exemplares e confrontaremos êsses resultados com os obtidos nas análises dos exemplares B e E.

O quadro 11 resume os dados obtidos.

QUADRO 11.—Análises de enxada “Zap” de 2½ £ (G e H), faces interna e externa, em confronto com os exemplares B e E

Enxada	Elementos				Dureza média a 20 mm do gume	Largura da faixa endurecida	Espes. do calço (média)	Altura do calço
	C	Mn	P	S				
	%	%	%	%		mm	mm	mm
FACE INTERNA (CALÇO)								
B (1946)	0,505	0,770	0,023	0,036	42,5 R. C	60	1,5*	107
E (1947)	0,630	0,920	0,043	0,038	24,0 R. C	17	0,7*	92
G (1947)	0,570	0,850	0,040	0,045	46,0 R. C	30*	0,6*	95
H (1947)	0,590	0,830	0,042	0,047	48,0 R. C	25	0,6**	97
FACE EXTERNA (CORPO)								
B (1946)	0,166	0,660	0,057	0,052	95,0 R. B	.....	.....	.....
E (1947)	0,180	0,460	0,056	0,050	87,0 R. B	.....	.....	.....
G (1947)	0,140	0,480	0,057	0,054	96,0 R. B	.....	.....	.....
H (1947)	0,200	0,450	0,048	0,044	98,0 R. B	.....	.....	.....

\* Irregular

\*\* Regular

Da análise desses resultados é fácil de concluir que há variação das características não só entre exemplares irmãos, de um ano para outro, como também entre exemplares fabricados no mesmo ano, mormente no tratamento térmico. As figuras C e D, est. 3, mostram as faixas endurecidas nos exemplares G e H, respectivamente.

Confrontando os resultados dos quadros 10 e 11, temos :

a) O teor de carbono do calço nas enxadas nacionais sofreu pequeno aumento, conservando-se ainda inferior ao do calço da enxada inglesa. No corpo da enxada nacional “Dragão” o carbono se mostrou com teor relativamente alto.

b) Quanto ao manganês, a enxada nacional “Zap” se apresentou em piores condições do que as suas similares.

c) Enquanto nos exemplares de fabricação inglesa o teor de fósforo, no calço, se conservou mais ou menos constante, nos exemplares nacionais houve significativa variação.

d) O teor de enxofre melhorou bem no material da enxada "Dragão".

e) Houve uma variação sensível na largura da faixa termicamente tratada, nos exemplares "Zap", fato que depreciou muito o exemplar E.

f) A dureza, na face interna, sofreu pequena variação nos exemplares "Dragão" e "Duas Caras", e grande variação nos exemplares "Zap", tanto que o exemplar E se colocou fora dos limites impostos pela A.B.N.T. Quanto aos exemplares "Dragão", na face interna, ainda persistiu a situação de inferioridade em relação aos similares "Zap" e "Duas Caras".

g) Os exemplares ingleses se apresentaram com maior constância quanto à espessura e altura do calço.

### 8—COMPARAÇÃO DAS ANÁLISES EM EXEMPLARES DE ENXADA CALÇADA "ZAP", DE 2 £, FEITAS EM 1946 E 1947

Conjuntamente com os exemplares de 2½ £, de enxada calçada "Zap", o Banco do Estado de São Paulo S/A. remeteu-nos também um exemplar, calçado, de 2 £ de peso, para fins de análise. Designaremos esse exemplar por enxada J.

Em 1946 recebemos da fábrica N. S. Aparecida, de Sorocaba ("Zap"), um exemplar também calçado, de 2 £, que chamaremos de I, parecendo-nos, assim, oportuno o confronto dos resultados analíticos desses exemplares mais leves, I e J, o que faremos no quadro 12.

Pelo exame do quadro 12 poder-se-á ter uma idéia da variação das características desses exemplares irmãos, cuja idade difere apenas de um ano. As figuras E e F, da est. 3, mostram respectivamente as faixas endurecidas nas enxadas I e J.

A análise do quadro 12 dá bem idéia da variação desses exemplares, principalmente ao tratamento térmico, o que evidencia, mais uma vez, a falta de constância dos caracteres das enxadas nacionais.

QUADRO 12.—Análises de duas enxadas "Zap" de 2 £ (I e J)

Enxada	Elementos				Dureza média a 20 mm do gume	Largura da faixa endurecida	Altura do calço	Espessura do calço
	C	Mn	P	S				
	%	%	%	%		mm	mm	mm
FACE INTERNA (CALÇO)								
I (1946)	0,495	0,750	0,031	0,061	38 R. C	70	95	0,8
J (1947)	0,580	0,620	0,046	0,038	38 R. C	23-47	78	0,6
FACE EXTERNA (CORPO)								
I (1946)	0,195	0,650	0,040	0,046	88 R. B	.....	.....	.....
J (1947)	0,220	0,650	0,051	0,071	96 R. B	.....	.....	.....

## 9—RESUMO E CONCLUSÕES GERAIS

As enxadas calçadas nacionais se ressentem da uniformidade, o que caracteriza a similar estrangeira, que serviu de termo de comparação, não só quanto ao acabamento, como também pela natureza do material empregado e tratamento térmico.

As diferenças que constatamos entre as enxadas calçadas nacionais e estrangeiras são devidas à natureza da matéria prima empregada e ao método de fabricação.

Quanto à natureza do material empregado, somos de parecer que a inferioridade do nosso material é devida à sua heterogeneidade, proveniente da diversidade das fontes fornecedoras e da falta de seleção. A matéria prima utilizada na fabricação das enxadas nacionais é constituída de trilhos, bandagens de rodas de vagões, barras de aço, etc., materiais êsses de procedências as mais diversas. Mesmo nos trilhos de igual procedência, a composição química é variável, pois está na dependência do tipo, como se observa na especificação americana ASTM n.º A-1-39, em que o teor de carbono, por exemplo, varia desde 0,50 até 0,82%. Seria conveniente que as nossas fábricas de enxadas adquirissem a matéria prima sempre na mesma fonte e a submetessem a uma seleção. O tratamento térmico mais ou menos intenso poderá atenuar, em parte, as deficiências de ordem química do material.

Relativamente ao método de fabricação adotado, parece-nos que as enxadas inglêsas, mais uniformes no seu conjunto, tenham sido fabricadas por processos mecânicos mais modernos e com observância de normas de contróle mais rigorosas. Todavia, não hesitamos em afirmar que, no Estado de São Paulo, há, pelo menos, duas grandes fábricas capazes de produzir boas enxadas, desde que disponham de matéria prima adequada, laboratório de análise e exerçam um contróle rigoroso no tratamento térmico dessas ferramentas.

Baseando-nos na composição química do exemplar estrangeiro, de eficiência comprovada, poderemos estabelecer, provisoriamente, para as enxadas calçadas nacionais, a seguinte norma de fabricação.

**Matéria prima**

Para o corpo :

Aço-carbono com a seguinte composição :

Carbono .....	de 0,20 a 0,30%
Manganês .....	de 0,50 a 0,70%
Fósforo (limites máximos).....	de 0,040 a 0,050%
Enxofre (limites máximos).....	de 0,030 a 0,040%

Para o calço :

Aço-carbono com a seguinte composição :

Carbono .....	de 0,65 a 0,80%
Manganês .....	de 0,30 a 0,40%
Fósforo (limites máximos).....	de 0,015 a 0,020%
Enxofre (limites máximos).....	de 0,030 a 0,040%

### Espessura e altura do calço

O calço deverá ter espessura de 0,5 a 0,8 mm, e ser o mais uniforme possível. A altura do calço não deverá ser menor que 90 mm.

### Tratamento térmico

Deverá constar de uma têmpera, seguida de um "revenido". A maior ou menor intensidade dessas operações dependerá do tipo de aço utilizado. Em qualquer caso, respeitando as especificações já impostas pela ABNT, a dureza na face interna, a 20 mm do gume, deverá estar compreendida entre 45 e 55 R. C. A faixa endurecida pelo tratamento térmico deverá ter largura compreendida entre 45 e 60 mm.

### SUMMARY

A comparison has been made between faced hoes manufactured in Brazil and those manufactured in Great Britain. The Brazilian hoes lack uniformity in the raw materials employed in subsequent heat treatments and in the finishing processes. The British hoes were used as a standard for all comparison.

Differences between Brazilian and British hoes were due in part to the differences in raw material employed and in part to the different methods of fabrication.

In the author's opinion, the Brazilian hoes are of poorer quality because the raw material are very heterogeneous. They come from several sources and there is no process for selection of raw materials. In this regard it is suggested in this paper that the Brazilian factories should buy the raw material at the same source and that this material should be more carefully selected.

The British hoes are more uniform and it is assumed that they are made by more modern mechanical processes and that the operations are controlled more rigorously than in Brazil.

The author gives tentative specifications for selection of raw material for the manufacture of faced hoes in Brazil. These specifications cover the chemical composition of the raw material to be employed and the width and height of the facing as well as the heat treatment to which the hoes should be submitted.

### LITERATURA CITADA

1. **Anônimo.** *Em Standards of the American Society for Testing Materials (A.S.T.M). Parte I : 116 e 206.1939.*
2. **Anônimo.** Norma Elaborada pela Comissão de Normas de Emergência da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em Colaboração com o Setor da Produção Industrial (Coordenação da Mobilização Econômica). Norma de Emergência para Pás para terra, Enxadas e Enxadões 26 : 1945.
3. **Anônimo.** Noções Elementares para o Exercício Prático de Micrografia (Aços comuns esfriados lentamente). Produtos siderúrgicos comuns. Publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Fasc. 2 : 6-9. 1940.
4. **Anônimo.** Resumo de Noções Fundamentais para o Exercício Prático de Tratamentos Térmicos. Produtos siderúrgicos comuns. Publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Fasc. 3 : 9-10, 27, 1945.
5. **Guzzoni, G.** *Em Gli Acciai Comuni e Speciali*, pág. 169-183, 339-340 e 632, 2.<sup>a</sup> ed., Ulrico Hoepli, Milano, Itália. 1939.
6. **Roston, P. J.** *Em Relatório da Secção de Mecânica de Agricultura do D.E.M.A. 1947 : 1-32, figs. 1-22, 1948 (não publicado).*