

EMPREGO DO AÇO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA. OBSERVAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DOS AÇOS BRASILEIROS ⁽¹⁾

REINHOLD GAUBE ⁽²⁾

RESUMO

O Autor acena às condições gerais a que devem obedecer os aços para a indústria automobilística e focaliza algumas das dificuldades que têm surgido no emprêgo de aços brasileiros. Salienta o rigor nos ensaios de recepção e o papel do laboratório nas usinas dos fabricantes.

1. INTRODUÇÃO

Costuma-se dizer que a construção de um navio representa a forma mais elevada da industrialização de um País, porque nela figuram todos os requintes da técnica moderna. A asserção é igualmente válida para os veículos-automóveis. A variedade de matérias primas empregadas na sua produção, indo desde os aços mais complexos aos materiais destinados ao embelezamento dos carros (plásticos, vidros, estofos, etc.), justifica o ponto de vista exposto.

O presente trabalho visa a apontar os aços mais necessários à indústria automobilística e a focalizar as dificuldades que têm surgido no emprêgo de aços brasileiros. Reconhecemos que tais dificuldades são naturais na atual etapa de industrialização do País; desde logo, desejamos ressaltar nossa admiração pelos esforços que têm sido feitos no sentido do aperfeiçoamento da produção siderúrgica, e pelos êxitos que estão sendo alcançados.

(1) Contribuição Técnica n.º 385. Apresentada na Reunião Aberta sobre «Problemas de qualidade nas peças automobilísticas» do XV Congresso da ABM; São Paulo, julho de 1960.

(2) Engenheiro do Laboratório de Ensaios da Companhia Mercedes Benz do Brasil S/A.; São Bernardo do Campo, SP.

2. CONDIÇÕES GERAIS A QUE DEVEM OBEDECER OS AÇOS

Um veículo-automóvel deve suportar uma carga determinada; não ultrapassar um peso certo; sofrer os esforços resultantes da carga, das trepidações impostas pelo terreno, do empuxo do seu próprio motor e das variações da fôrça-viva trazidas pelas fretagens bruscas e pelo perfil da estrada. Além disso, o veículo deve apresentar um aspecto agradável e ser protegido contra a corrosão e contra choques eventuais de projeteis provenientes das próprias pistas de rolamento.

Os aços utilizados na construção automobilística precisam, em consequência, obedecer a especificações rígidas, que assegurem a segurança na utilização dos veículos. Além das propriedades mecânicas normais, que figuram nos "*Cadernos de Encargos*", os aços devem ser rigorosamente homogêneos na sua estrutura físico-química, isentos de defeitos físicos congênitos (inclusões, liquações, gases oclusos, etc.) ou provenientes do processo de deformação final (dobramentos, rachas, esfoliações, etc.) e, enfim, ser passíveis de um tratamento completo de proteção superficial anti-corrosiva, anti-choque e de embelezamento.

3. QUANTIDADE DE LIGAS FERROSAS USADAS NUM VEÍCULO-AUTOMÓVEL

A título de exemplo, damos a seguir, as quantidades de ferro fundido e de aços utilizados na fabricação de caminhões Mercedes-Benz:

	<i>LP 321</i>	<i>LP 331</i>
Ferro fundido, kg	525	830
Aço em barras, kg	112	114
Chapas, kg	670	665
	<hr/>	<hr/>
Soma, kg	1.307	1.609

Num carro de passeio, a percentagem de chapas ainda é maior. Exige-se sempre qualidade a melhor, em virtude da deformação a que o metal será submetido.

4. TIPOS DE AÇOS EMPREGADOS

No presente trabalho não nos referiremos aos aços para a fabricação de ferramentas; só mencionaremos os destinados à

produção de peças componentes dos veículos, conhecidos como “aços de construção” (Bau-Staehle, em alemão).

As usinas siderúrgicas brasileiras baseiam-se as mais das vezes nas especificações SAE; suas tabelas de laminação são organizadas segundo medidas inglesas. Isso constitui uma dificuldade para os fabricantes europeus (do Continente), que estão habituados a especificações métricas. Vamos empregar a nomenclatura SAE e só em casos excepcionais a DIN.

Naturalmente, quando nos referimos a “aços utilizados”, queremos mencionar os que usamos nos veículos de nossa fabricação. Os aços comumente utilizados na fabricação de um veículo-automóvel são enumerados a seguir:

Aços carbono — Emprega-se uma larga gama desses aços, com teores de carbono desde 0,08% a 0,65%. Os elementos que acompanham congênitamente os aços, podem atingir até os teores seguintes: ⁽¹⁾

Silício	de traços a 0,45%
Manganês	de 0,20 a 0,80
Fósforo	0,01 a 0,10
Enxôfre	0,01 a 0,06
Cobre	traços a 0,20

Como é sabido, os teores desses elementos dependem basicamente do processo utilizado na fabricação dos aços, das matérias primas empregadas e do trabalho do banho para conduzi-lo à análise final. Assim, comumente os aços adquiridos no comércio diferem em suas propriedades, devido às razões acima enunciadas. É natural que uma usina que emprega grande percentagem de gusa líquido de primeira fusão e só utiliza (ou quase) sua sucata interna, de análise bem conhecida, terá produtos, cujas propriedades físicas serão diferentes das que têm os produtos de uma usina que utiliza gusa sólido, adquirido de várias proveniências, e sucata variada, de origens as mais diversas.

As propriedades físicas dos aços que estamos considerando, dependem, em primeiro lugar, do seu teor de carbono; em segundo lugar, do estado em que são fornecidos pelos fabricantes (e que varia com as especificações do comprador: recozido ou normalizado, em atmosfera comum ou neutra); em terceiro lugar,

(1) Unlegierte Staehle, Prof. Dr. Eng. E. Hermann Schulz (Werkstoff Handbuch, 3.^a ed.).

da homogeneidade do produto (sob o ponto de vista da composição química e da estrutura físico-química).

Os aços comuns ao carbono são utilizados sob a forma de barras (laminadas, descascadas ou estiradas; algumas vezes, forjadas diretamente de lingotes). Os teores mais utilizados são 1008, 1010, 1015, 1020, no que se refere aos aços sem tratamento térmico; aços tratáveis termicamente: 1035, 1045, 1055 e 1060.

Aços cromo-níquel — São utilizados sempre depois de um tratamento. Nas peças em que se necessita de um endurecimento superficial, são cementados; em outras, onde se buscam propriedades bem precisas, sobretudo alta carga de ruptura e, ao mesmo tempo, boa resiliência, são beneficiados. Os aços mais empregados são os que constam do quadro abaixo (P e S sempre, no máximo, 0,040% e Si entre 0,20% e 0,35%):

	C	Mn	Ni	Cr	Mo
8615	0,13-0,18	0,70-0,90	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25
8620	0,18-0,23	0,70-0,90	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25
8635	0,35-0,40	0,75-1,00	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25
8640	0,36-0,43	0,75-1,00	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25
8650	0,48-0,53	0,75-1,00	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25
8660	0,55-0,65	0,75-1,00	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25

São adquiridos sob a forma de barras laminadas ou forjadas, e descascadas ou não. As usinas produtoras os fornecem sempre recozidos (650-700°C) ou normalizados (850-880°C).

Aços cromo — Como os precedentes, se empregam sempre tratados. Vêm das usinas no mesmo estado que os aços cromo-níquel. Os aços mais empregados são os seguintes:

	C	Mn	Cr
5115	0,13-0,18	0,70-0,90	0,70-0,90
5120	0,17-0,22	0,70-0,90	0,70-0,90
5135	0,33-0,38	0,60-0,80	0,80-1,05
5140	0,38-0,43	0,70-0,90	0,70-0,90
5150	0,48-0,53	0,70-0,90	0,70-0,90
5160	0,55-0,65	0,75-1,00	0,70-0,90

Os teores de P e S são iguais ou inferiores a 0,040; o Si se mantém entre 0,20% e 0,35%.

Os aços ligados e os de alto teor de carbono (0,30% e acima) são sempre utilizados sob a forma de barras, laminadas ou forjadas, as quais podem ser descascadas ou não. Os aços carbono de baixo teor são empregados sobretudo sob a forma de produtos planos. Quase sempre, as chapas se destinam à produção de peças mediante dobramento ou embutimento. A deformação a que se submete o aço é extremamente severa e as especificações estabelecem condições sempre rigorosas.

Eis exemplos do emprêgo de chapas na indústria automobilística (nomenclatura A. S. T. M., usada pela Cia. Siderúrgica Nacional):

- a) Chapas pretas comuns do comércio, A.S.T.M. T. 1;
- b) Chapas de qualidade, A.S.T.M. T. 3 a T. 7:
Cargas de ruptura entre 28 e 42 kg/mm²
Alongamentos de 19 a 28,5%.

O material deve apresentar-se isento de defeitos superficiais e ter sido submetido a duas decapagens. Nas qualidades T 3 e T 4, destinadas a embutimentos pequenos, toleram-se algumas rugosidades, mas nenhuma inclusão ou impressão de escória. As qualidades T 5 a T 7 se empregam na produção de peças por embutimentos profundos; as especificações dos cadernos de encargo devem ser rigorosamente obedecidas. As chapas referidas acima são de espessuras inferiores a 3 mm. Nesta categoria entram produtos SAE 1010, 1015, 1020, 1035, 1045 e 1050, para usos muito variados.

Empregam-se também chapas de espessuras médias (3 a 4,75 mm) e grossas (acima de 4,75 mm), das qualidades SAE 1010, 1015, 1020, 1035, 1045 e 1050. Devido ao trabalho posterior em prensa que o material sofre (longarinas, rodas, etc.), o metal deve ser isento de inclusão de escórias, de trincas, rugosidades e outros defeitos que provocam peças defeituosas.

Em alguns casos exige-se garantia de que o aço terá boas condições de solda.

É importante, sobretudo nas peças de carroçarias, que ficam aparentes e sofrem um tratamento de proteção e embelezamento (pintura), que as chapas apresentem uma superfície irrepreensível.

5. DEFEITOS COMUMENTE ASSINALADOS NOS AÇOS

Os aços sob a forma de barras laminadas apresentam superfície externa fortemente oxidada, rugosidades e, muitas vèzes, defeitos de laminação. A figura 1 mostra uma superfície rugosa e defeito de laminação.

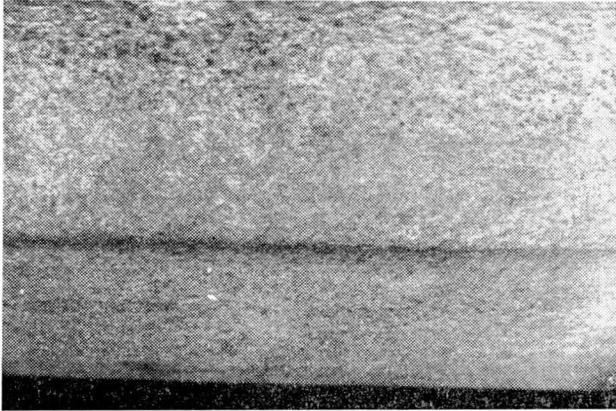


Fig. 1 — Superfície rugosa e defeito de laminação. 2 ×.

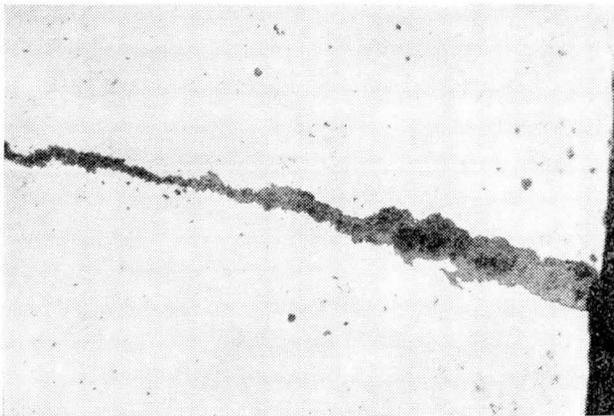


Fig. 2 — O material estriado vem freqüentemente com trincas ou mesmo fendas extensas (defeito de laminação) na superfície. 100 ×.

As barras descascadas raramente mostram defeitos, em virtude do desbaste profundo a que são submetidas antes do fornecimento. O material estirado vem frequentemente com trincas ou mesmo fendas extensas (defeito de laminação) na superfície (fig. 2).

Nos aços para cementação ao carbono (SAE 1010 até 1025 inclusive), não se consegue obter fornecimento uniforme, apesar de garantia dos fornecedores. Ver exemplo da figura 3. O teor

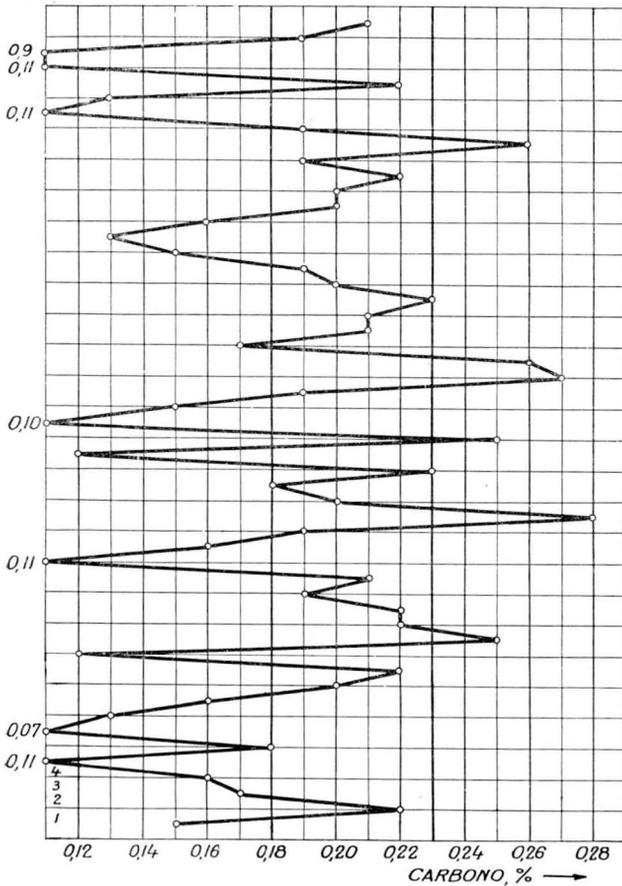


Fig. 3 — Fornecimento de 10.850 kg de aço SAE 1020, em barras \varnothing 28 mm, lote inteiramente ensaiado: aprovados 5.653 kg, ou 52%; reprovados 5.197 kg, ou 48%. Carbono abaixo de 0,18% — 3.721 kg, ou 72%; carbono acima de 0,23% — 1.476 kg, ou 28%.

de carbono é demasiadamente variado para que se possa submeter o material a um tratamento térmico. No que diz respeito aos aços para cementação com liga, deve-se dizer que se consegue um fornecimento mais correto, sobretudo em relação ao Cr.

Se nos voltarmos agora para aços destinados a beneficiamento (Verguetung), sem liga, temos notado que a qualidade SAE 1035 é conseguida com dificuldade; o SAE 1045, ao contrário, se obtém mais facilmente, embora, por vezes, se observem trocas no fornecimento; isso significa controle imperfeito nas usinas.

Nos aços ligados para beneficiamento, verificamos que são mais normais no comércio os 5135 e 8635, do que 8640 e 5140, que são muito necessários para parafusos e pinos. O SAE 8660 vem sendo obtido sem grandes objeções no que diz respeito à análise química.

Ainda em relação ao material estirado, deve-se notar que só raramente é possível um endurecimento superficial (por indução ou chama), porque a descarbonetação se apresenta até 0,3 mm de profundidade; a figura 4 mostra um aço SAE 1045 com descarbonetação até 0,3 mm de profundidade.

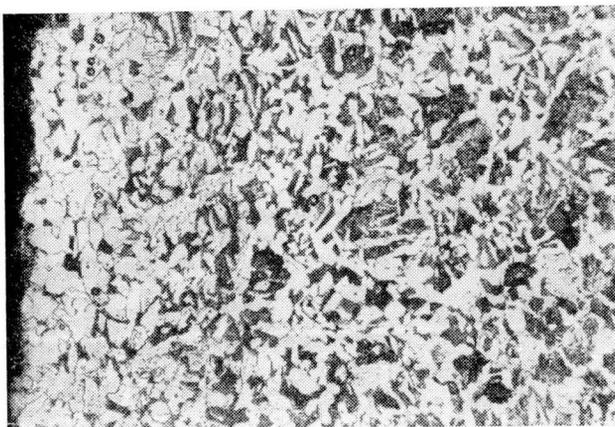


Fig. 4 — Aço SAE 1045 com descarbonetação até 0,3 mm de profundidade. 100 ×.

A pureza dos aços, no que corresponde à inclusão de escórias, é melhor nos aços carbono, como SAE 1035, 1045, etc.; depende fortemente do método de fusão e da maneira de conduzir a laminação. (Figs. 5 e 6).



Fig. 5 — A pureza dos aços, no que corresponde à inclusões de escórias, é melhor nos aços carbono SAE 1035, 1045, etc. 100 ×.

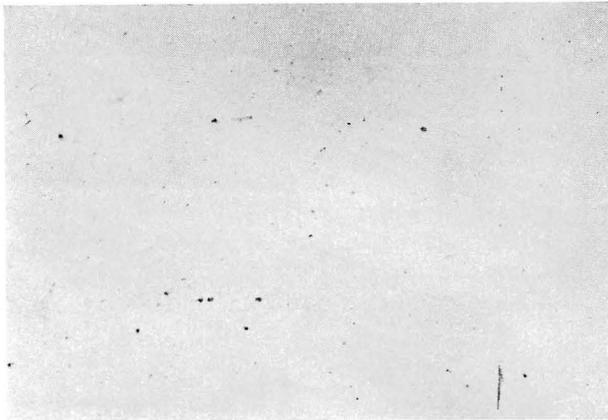


Fig. 6 — A pureza dos aços, no que corresponde à inclusões de escórias, é melhor nos aços carbono SAE 1035, 1045, etc. 100 ×.

É curioso notar que, em tôdas as variedades de aços, notam-se coeficientes de resistência demasiado altos, dificultando o trabalho de usinagem.

Examinaremos, agora, o que se passa com o aço empregado sob a forma plana. Utilizam-se: chapas e bobinas laminadas a

quente e a frio. Observam-se, quanto ao estado em que é feito o fornecimento:

- a) Grandes diferenças nas espessuras;
- b) Defeitos superficiais graves, como inclusões de escórias e rugosidades;
- c) Esfoliação (ver fig. 7).

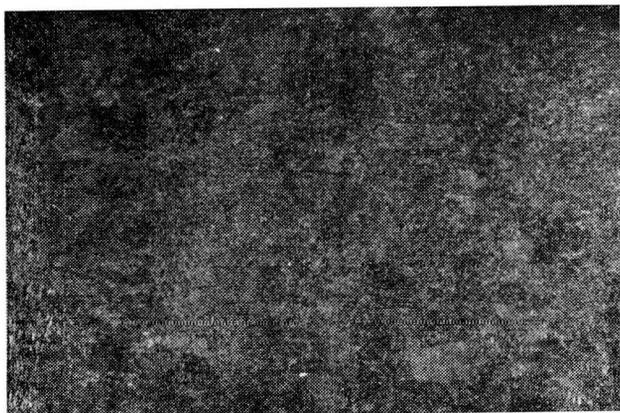


Fig. 7 — Exemplo de esfoliações superficiais, com 2 aumentos.

Com referência às chapas finas laminadas a frio, nota-se que falta ao aço a necessária capacidade para suportar o embutimento. Pela nossa experiência, as chapas obtidas para embutimento profundo, correspondem à qualidade DIN St VII 23.

As chapas médias e grossas não têm permitido grupamento, nem no que diz respeito ao teor de C, nem em relação às características de tração. Houve o caso de uma chapa de aço com 0,08 de C acusar uma resistência de 50-55 kg/mm², e uma chapa com 0,45% de C mostrar somente 48-50 kg/mm².

6. LABORATÓRIO DE UMA FABRICA DE AUTOMÓVEIS

Dado o rigor dos cadernos de encargos, devido à responsabilidade que assume um fabricante de veículos-automóveis perante os seus clientes, todos os materiais que entram na fábrica devem ser ensaiados.

A primeira fase é o ensaio químico qualitativo e quantitativo, empregando métodos os mais precisos. Devido à variedade dos ensaios e à imensa quantidade de materiais a verificar, o laboratório químico tem uma importância decisiva e precisa ser dotado, por isso, dos aparelhos e outros meios os mais modernos.

O laboratório de ensaios mecânicos, com sua oficina de preparo das amostras e barras de ensaio, é outro departamento que exige variado e dispendioso equipamento, desde uma máquina universal de tração, até as máquinas para os diferentes ensaios de dureza, passando pelos pêndulos para a determinação da resiliência e dos aparelhos para ensaios de fadiga e de embutimento.

Os ensaios macro e micrográficos, para a determinação das estruturas físico-químicas, são normais nos laboratórios das usinas automobilísticas. Abrangem não só o material de polimento e ataque, como igualmente pequenos fornos e estufas para tratamentos térmicos. Diferentes microscópios e câmara escura completam a instalação.

As usinas modernas possuem também, como peça importante de seus laboratórios, uma instalação de "Raios-X" e de "ultrassom" para a verificação de peças soldadas, forjadas e fundidas de responsabilidade. Os laboratórios necessitam ainda de meios para a aferição de pares termo-elétricos e pirômetros.

As instalações de uma grande fábrica de veículos-automóveis incluem todos os meios acima e se completam com ensaios tecnológicos, universais ou de adaptação local, para a garantia da qualidade de sua produção.