

Desenvolvimento do aço 439 lixado (I8) de alto desempenho para o segmento de linha branca (mesas de fogões)

Tarcísio Reis de Oliveira – Centro de Pesquisas – ArcelorMittal Inox Brasil
Paulo César dos Santos – Centro de Pesquisas – ArcelorMittal Inox Brasil
Reginaldo Pinto Barbosa – Gerência Geral de Inox – ArcelorMittal Inox Brasil
Raylander Rocha Pessoa – Metalurgia Inox – ArcelorMittal Inox Brasil
Roberto Bamenga Guida – Engenharia de Produto – ArcelorMittal Inox Brasil
Rodrigo Heronville da Silva – Área Comercial – ArcelorMittal Inox Brasil
Hermes Demétrio Buzo – Laminação a Frio Inox – ArcelorMittal Inox Brasil
Valdomiro Crispim Machado – Laminação a Frio Inox – ArcelorMittal Inox Brasil

Resumo

O aço ACE 439A começou a ser produzido na ArcelorMittal Inox Brasil em 1999 e vem nos últimos anos se tornando um versátil aço inoxidável ferrítico, sendo utilizado em uma grande variedade de aplicações nos setores automotivo, sucroalcooleiro e de linha branca. Este aço tem desempenhado cada vez mais o papel de “curinga” entre os aços ferríticos, em função das suas excelentes propriedades mecânicas, de resistência à corrosão, soldagem e estampagem.

Para a aplicação deste aço na condição lixada em mesas de fogões complexas, substituindo o aço 304 lixado, foi necessário melhorar as propriedades de estampagem do mesmo. Foi constatado que o 439 é um aço muito mais sensível que o 304 na perda de propriedades durante o processo de esmerilhamento. Foram então feitas modificações de parâmetros durante o processo de lixamento, no encruamento e do processo de recozimento, além de caracterizações para compreensão dos fenômenos que aconteciam com este produto.

Como resultado, o 439 lixado com processo otimizado passou a ter excelente desempenho na confecção de mesas de fogões complexas, sendo a substituição do aço 304 lixado um grande sucesso do ponto de vista industrial, técnico e comercial. A substituição do 304 lixado pelo 439 lixado representou uma alta redução de custo para a cadeia produtiva.

Palavras-chave: aço inoxidável ferrítico, mesas de fogões, lixamento, estampabilidade

Abstract

Due to its good corrosion resistance, weldability and mechanical properties, the ferritic stainless steel ACE P439A use is increasing very fast in various industries like sugar cane, automobile and white goods. Studies were carried out to improve 439 drawing properties in grinded condition (I8 finish) in order to replace the more expensive grinded 304 in top-of-the-stove tables applications.

At the beginning, 439 drawing properties were reduced after grinding operation and final properties were not good enough application, showing ruptures during drawing operations. It was necessary to optimize grinding, skin pass and final annealing conditions to improve mechanical properties and to produce a very good grinded 439. Some characterizations were carried out to better understand the behavior of this steel during grinding operation.

After improving industrial conditions, grinded 439 showed a very good behavior in drawing operations, even for top-of-the-stove with complex design. The replacement of 304 by 439 played an important cost reduction for costumers.

Key words: ferritic stainless steel, top-of-the-stove, grinding, drawing properties.

INTRODUÇÃO

O aço ACE 439A começou a ser produzido na ArcelorMittal Inox Brasil em 1999 e vem nos últimos anos se tornando um versátil aço inoxidável ferrítico, sendo utilizado em uma grande variedade de aplicações nos setores automotivo, sucroalcooleiro e de linha branca. Como atualmente um dos objetivos da empresa é o desenvolvimento dos aços inox ferríticos e suas aplicações, este aço tem desempenhado cada vez mais o papel de “curinga” entre esta classe de aços, em função das suas excelentes propriedades mecânicas, de resistência à corrosão, soldagem e estampagem.

No final de 2006, alguns clientes da linha branca fabricantes de fogão, procuraram a ArcelorMittal Inox Brasil visando sugestões para reduções de custo de seus produtos, principalmente os fogões top de linha que utilizavam tampo em aço inox 304 lixado. Naquela época o preço do níquel atingia valores recordes, o que encarecia demais os produtos destes fabricantes. Como consequência, alguns temiam perda de mercado de exportação e uma maior concorrência de fogões prontos importados, o que traria também uma perda de mercado para a ArcelorMittal Inox Brasil. Para resolver esta situação, foi sugerida a substituição do aço 304 lixado pelo aço inox ferrítico 439, com o mesmo acabamento superficial (lixado).

Foram então realizados alguns testes iniciais de estampagem de tampas de fogão com material 439 acabamento 2D (recozido, sem passe de encruamento, sem lixamento), os quais apresentaram bom desempenho inicial embora os próprios clientes vislumbrassem a necessidade de possíveis mudanças de ferramental. Como se tratam de fogões top de linha, o design é normalmente mais arrojado e muitas vezes os painéis frontais, onde são colocados os botões de controle, são estampados conjuntamente com as tampas de inox. Isto torna o processo de estampagem muito mais exigente. Porém, como eram feitos de aço inox 304, que possui alta capacidade de estampagem/estiramento, isto não constituía em um problema.

Quando os primeiros lotes experimentais em aço inox 439 lixado (acabamento I8) começaram a chegar aos clientes, o resultado na estampagem foi muito ruim, levando os mesmos a questionarem a qualidade do material fornecido. Por que nos testes com material 439 2D o material foi aprovado e com material 439 lixado o desempenho era tão inferior? É possível se ter material 439 lixado adequado para esta aplicação tão exigente? Em função desta necessidade, foi então iniciado um estudo no Centro de Pesquisa da ArcelorMittal Inox Brasil visando desenvolver o aço inox ferrítico 439 com acabamento lixado para aplicações de linha branca, particularmente tampas de fogão, onde o material precisasse de alto desempenho em estampagem e conformação.

OBJETIVOS

Desenvolver o aço 439 com acabamento lixado (I8) para que seja usado em aplicações da linha branca, particularmente em mesas de fogões de geometria complexa, substituindo o aço 304.

Promover o desenvolvimento do processo produtivo de forma a se ter uma otimização das propriedades do produto, principalmente às ligadas à estampagem como o alongamento.

Auxiliar no desenvolvimento de novas aplicações do aço 439, principalmente em substituição ao aço 304.

DESENVOLVIMENTO

TESTES INICIAIS NOS CLIENTES

A sugestão dada aos clientes para a utilização do aço inoxidável ferrítico 439 como substituto do aço inox austenítico 304 foi baseada em um estudo interno realizado no Centro de Pesquisas comparando a resistência à oxidação destes dois aços com acabamento I8 (lixado) (Gonçalves, 2004). A principal conclusão deste estudo, baseada na análise visual e em testes de calorimetria, mostrava que o aço 439 apresentava comportamento ligeiramente superior ao aço 304, podendo ser aplicado em

mesas de fogão. Porém, aspectos ligados ao comportamento mecânico destes materiais não foram abordados no referido estudo.

Os primeiros lotes experimentais de aço 439 lixado foram testados em fogões de alto padrão, onde o design arrojado obriga altas solicitações da chapa metálica durante a estampagem. Um exemplo deste tipo de fogão (marca Electrolux) e um detalhe de mesa estampada em aço 439 (marca Whirlpool), são mostrados nas figuras 1a e 1b.



Figura 1 – a) Fogão de alto padrão Electrolux – duplo forno, todo em inox.
b) Mesa de fogão em aço 439, logo após a primeira etapa de estampagem – cliente Whirlpool.

Estes lotes experimentais de 439 lixado haviam sido produzidos de acordo com o fluxograma padrão de material lixado, ou seja, seguindo uma metodologia criada principalmente para os aços 304. Nos clientes, os principais problemas ocorreram logo na primeira operação de estampagem, com o aparecimento de trincas nos lugares onde os raios de estampagem eram menores (mais críticos). Salienta-se que quando do uso do aço 304 não ocorriam trincas similares nestes produtos, mostrando o bom desempenho deste aço quanto à estampagem.

MELHORIAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO 439 LIXADO

O desempenho do aço inox 439 lixado na estampagem causou estranheza a todos os envolvidos no processo. Este aço possui particularmente uma alta capacidade de estampagem, combinando uma boa aptidão ao embutimento, capacidade de “entrar” para dentro da matriz sem afinar a espessura, propriedade ligada à boa textura cristalográfica, aliada a uma também adequada aptidão ao

estiramento, capacidade de se deformar plasticamente sem romper, propriedade evidenciada pelo bom alongamento em testes de tração. A fim de esclarecer se este comportamento era algo inerente ao material ou devido a problemas durante o processamento dos mesmos, foram realizados testes em blanks retirados dos lotes experimentais nos clientes. Os resultados do 439 lixado são mostrados na tabela I, onde são comparados com os valores normalmente obtidos para o aço 439 recozido.

Tabela I – Comparação entre o 439 lixado e o 439 recozido.

	439 Recozido	439 Lixado
Alongamento (%)	32-34	24-26
Lim. Esc. (MPa)	290-320	380-400
Lim. Resist. (MPa)	440-460	480-500
Anisotropia (rN)	1,60	1,55
Dureza (HRB)	75	87 (lado lixado) 77 (lado não lixado)

A análise do material lixado deixou evidente dois pontos. O primeiro, mais relevante, mostra que as propriedades mecânicas tradicionais foram severamente afetadas no material lixado. Ênfase especial pode ser dada à queda acentuada do alongamento, o que prejudica fortemente o desempenho no processo de estampagem onde há necessidade de estiramento, como nos raios de curvatura das peças. O segundo ponto a ser destacado é a pouca variação do coeficiente de anisotropia na amostra lixada, mostrando que não houve nada relativo à textura cristalográfica que poderia estar influenciando o comportamento do material. Logo, os estudos foram centrados em se descobrir as origens das perdas de alongamento e aumento dos limites de escoamento e resistência.

A primeira análise recaiu sobre o fluxo de produção do material lixado. Após passar pela linha de recozimento e decapagem final (RB4), com passe de encruamento para dar melhor planicidade ao material, a bobina seguia para a linha de esmerilhamento (EB1). Neste equipamento, era feito o processo de esmerilhamento conforme a prática do aço 304, visando um acabamento uniforme ao longo de todo o material. Em seguida, o material ia para o laminador de encruamento LE1, para novo passe de encruamento, principalmente para

eliminar possíveis ondulações e estufamentos. Por último, o material seguia para o corte em tiras (TLs) e posteriormente em blanks (TTs). O fluxo padrão era o seguinte:

RB4 (com LE) → EB → LE → TL → TT → cliente

A hipótese inicial mais evidente recaiu sobre um possível excesso de encruamento, uma vez que o material passava duas vezes nos laminadores de encruamento. Fez-se então uma melhoria do processo de recozimento final visando a garantir que o material saísse deste equipamento sem ondulações que inviabilizassem o processo de esmerilhamento posterior.

Fizeram-se então análises nas espessuras 0,50 e 0,70mm de aço 439, na condição logo após recozimento (acabamento I2), esmerilhamento (acabamento I6) e encruamento final (acabamento I8). Os resultados são mostrados nas tabelas II e III.

Tabela II – Propriedades mecânicas do aço 439 para diferentes acabamentos de superfície e etapas de processamento na espessura 0,50mm.

	I2 (recozido)	I6 (I2+lixamento)	I8 (I6+LE)
Along. (%)	30	24	24
σ_e (MPa)	301	368	389
σ_r (MPa)	466	481	485
σ_e / σ_r	0,65	0,77	0,80
Dur. (HRB)	78	87 (lado lixado) 79 (não lixado)	87 (lado lixado) 83 (não lixado)

Tabela III – Propriedades mecânicas do aço 439 para diferentes acabamentos de superfície e etapas de processamento na espessura 0,70mm.

	I2 (recozido)	I6 (I2+lixamento)	I8 (I6+LE)
Along. (%)	34	27	26
σ_e (MPa)	326	363	383
σ_r (MPa)	455	484	497
σ_e / σ_r	0,71	0,75	0,77
Dur. (HRB)	77	87 (lado lixado) 77 (não lixado)	86 (lado lixado) 80 (não lixado)

Para grande surpresa, não era o passe extra de encruamento o principal responsável pela mudança nas propriedades mecânicas, mas sim o processo de esmerilhamento. Como o processo de esmerilhamento poderia ser tão

severo a ponto de reduzir até 7 pontos percentuais no alongamento dos aços inox 439? O que na verdade estaria acontecendo neste processo? Ressalta-se ainda a grande diferença entre as durezas das faces lixada e não lixada, fruto da deformação localizada na face esmerilhada.

Outro ponto a considerar, de importância maior quando o material é submetido a estiramentos como nos raios das peças, é a relação LE/LR. Valores mais baixos normalmente indicam que o material tem maior capacidade de deformação antes de atingir a ruptura. Percebe-se nos materiais lixados que há um grande aumento deste valor, indicando perda de capacidade de estampagem devido ao processo de lixamento.

Foram realizadas então análises microestruturais e de superfície no material lixado e estes foram comparados com os materiais não lixados. Em testes de dobramento até 180° realizados em laboratório, foi observado o aparecimento de pequenas trincas na face lixada após a conformação, o que não é evidenciado no material não lixado. Isto é mostrado em detalhes nas figuras 2 e 3.

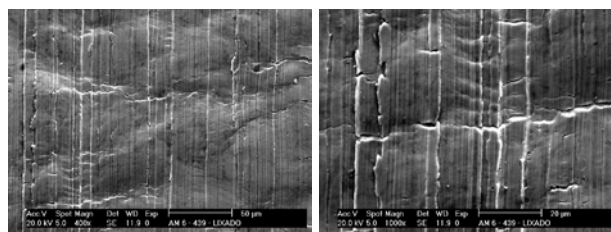


Figura 2 – Observação da superfície mais solicitada após dobramento de 180° em material 439 lixado.

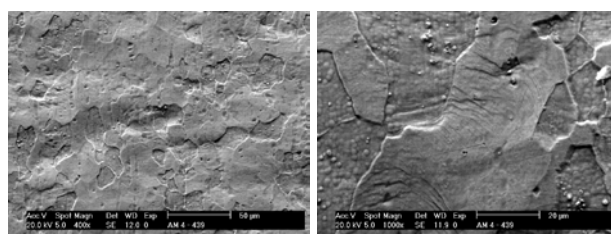


Figura 3 – Observação da superfície mais solicitada após dobramento de 180° em material 439 recozido (não lixado).

Estas trincas denotam uma menor capacidade de deformação do material, sendo pontos concentradores de tensão e possíveis lugares de

início de rupturas durante processos de estampagem que exigem muito dos materiais, como os verificados nas mesas de fogão.

Samuels [1982] mostra que quando uma superfície sólida é submetida localmente a uma intensa deformação por processos de arrancamento de metal por agentes abrasivos, como o esmerilhamento, ocorre uma elevada modificação microestrutural na camada superficial, sendo a região afetada da ordem de alguns micrometros de profundidade. Segundo Kompella et al [2001], forma-se nesta região uma sub-microestrutura, composta de pequenos subgrãos muito deformados e de elevada dureza. A intensidade e tipo de processo de esmerilhamento determinam neste caso a profundidade da camada deformada e a sub-microestrutura resultante.

Embora de pequenas dimensões, esta região deformada apresenta comportamento mecânico bastante diferente do material sem lixamento, sendo capaz de modificar o comportamento global do material, ou seja, reduzindo seu alongamento e elevando os limites de resistência e escoamento. Uma forma esquemática de compreender este comportamento é mostrada na figura 4. Nota-se que, como o material precisa se deformar conjuntamente, a região afetada pelo esmerilhamento atinge em menores deformações o limite de resistência, iniciando processos de trincamento que terminam rompendo o material bem antes dos limites para o material não lixado.

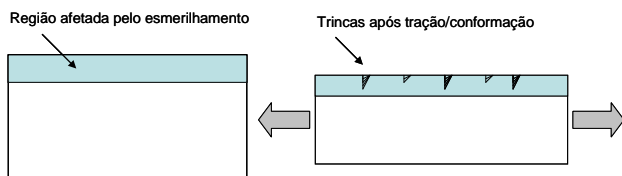


Figura 4 – Comportamento da região afetada pelo esmerilhamento após processos de conformação, como a tração.

Como não se tinha conhecimento que o processo de esmerilhamento tinha tanta influência nas propriedades mecânicas finais dos materiais, o processo utilizado para o aço 439 tinha sido realizado exatamente igual ao preconizado para o aço 304. Porém, o aço 304

possui sobra de propriedades mecânicas, principalmente um alongamento acima de 50%. Nestes aços austeníticos, perda de 7 a 10% de alongamento ainda os fazem excelentes para os processos que exijam conformação acentuada. Percebeu-se então que era preciso fazer estudos junto ao processo de esmerilhamento a fim de se determinar a prática mais adequada para os aços inox 439. Esta prática compreenderia então tanto a qualidade do acabamento quanto a obtenção de boas propriedades mecânicas no produto lixado.

Como a perda de propriedades na linha de esmerilhamento era acentuada, foram realizados inúmeros testes visando à identificação de todos os possíveis pontos que poderiam influenciar nos resultados finais. Para isto, foram feitos lixamentos em tiras de aço 439 variando cada condição do processo e em seguida, foram retiradas amostras para ensaios de tração e dureza da condição analisada. Os resultados mostraram diferentes fontes de perda de propriedades mecânicas, sendo então feita uma completa mudança na prática padrão. A nova prática visou principalmente diminuir a intensidade do lixamento e reduzir a camada afetada por este tipo de deformação. Por isto foram otimizadas a corrente por lixadeira, o número de lixadeiras, o uso de lixas mais novas ou usadas, a velocidade da linha, a tensão da tira e o sentido de rotação das cadeiras de lixamento. Ressalta-se que estas mudanças foram feitas sem a perda de qualidade da superfície lixada, ponto muito importante para os clientes de produto lixado.

Na prática industrial, também foram implementados outros pontos importantes: a retirada do passe de encruamento que antecede o processo de lixamento, a otimização do processo de recozimento final (RB4), assim como a redução no nível de alongamento imposto no material no processo final de encruamento (LE1). A eliminação do passe de encruamento antes do esmerilhamento só foi possível através da otimização da prática de recozimento final na linha recozimento RB4, a fim de se garantir uma tira isenta de ondulações e que fosse apta ao processo de esmerilhamento. Um controle mais rigoroso do resfriamento após os fornos foi necessário, com grande sucesso na

planicidade do material sendo obtido. Desta forma, foi retirado o passe de encruamento na RB4, mas com garantia de boa planicidade do material para esmerilhamento.

A otimização do recozimento final do aço 439 foi realizada visando se ter maior folga de propriedades mecânicas que poderiam ser “perdidas” nos processos de esmerilhamento e encruamento posteriores. Objetivou-se garantir alongamentos acima de 32% na condição após recozimento. Porém, não se aumentou a temperatura de recozimento para não ocorrer o crescimento excessivo de grão e prejudicar o aspecto superficial do material após conformação. Metais com granulação grosseira (ASTM menor que 7) apresentam superfície rugosa após processos de conformação, sendo este fenômeno chamado comumente de “casca de laranja” devido às semelhanças dos aspectos superficiais. Desta forma, a prática padrão foi apenas ajustada para que se procurasse trabalhar dentro da faixa especificada, mas próxima do limite superior. Com isto, se garantiu alongamento superior a 32% e tamanhos de grão adequados nos aços 439.

Após todas as otimizações industriais, ficou acertado que todo o 439 lixado para aplicações de linha branca seriam produzidos desta maneira e com o seguinte fluxo de produção:

RB4 (sem LE) → EB → LE → TL → TT → cliente

As propriedades mecânicas garantidas e os valores típicos para as espessuras 0,50 e 0,70mm após otimização dos processos são mostrados na tabela IV. Pode-se observar que o alongamento ficou nitidamente superior ao observado sem as otimizações, bem como uma significativa redução do limite de escoamento. Demonstrando que o processo de esmerilhamento passou a ser menos severo, pode-se verificar também a sensível queda na dureza da face lixada, para as duas espessuras mostradas na tabela IV.

Tabela IV – Propriedades mecânicas típicas para as espessuras 0,50 e 0,70mm e especificação padrão para o produto 439 lixado, aplicação em linha branca, após otimização do processo industrial.

	0,50 mm	0,70 mm	Padrão 439 I8
Alongamento	30%	31%	> 28%
Lim. Escoamento	335 MPa	325 MPa	< 350MPa
Lim. Resistência	470 MPa	450 MPa	-
Dureza (face lixada)	81 HRB	79 HRB	-

Observou-se que o processo de lixamento modifica mais as propriedades mecânicas para materiais mais finos, o que está ligado a maior influência proporcional da região deformada por abrasão nas chapas de menores espessuras. Por isto se obtém valores melhores de alongamento para espessuras mais elevadas. De uma forma geral, o que se percebe atualmente é que a garantia padrão para 439 lixado é adequada para as aplicações de linha branca, particularmente mesas de fogões.

Após o acompanhamento de uma quantidade maior de lotes de 439 lixado pôde-se verificar que o processo otimizado provoca uma perda entre 1 a 3 pontos percentuais no alongamento e um aumento ao redor de 40 MPa no limite de escoamento, quando se compara material lixado com material com acabamento I2 (logo após a saída do recozimento). Comparativamente ao material do início do desenvolvimento, houve uma grande melhora das propriedades ligadas à estampagem.

MELHORIA DOS PROCESSOS DE ESTAMPAGEM NOS CLIENTES

Em paralelo às melhorias do processo industrial, foram tomadas ações diretamente junto aos clientes visando à transferência de conhecimento sobre a estampagem dos aços inox ferríticos. Os processos anteriores utilizavam aço inoxidável austenítico 304, cujos procedimentos de estampagem são bastante diferentes dos aços inox ferríticos. Os austeníticos são estampados principalmente usando sua alta capacidade de estiramento, ou seja, afinamento da espessura e boa distribuição da deformação, podendo ser feitas peças de maior complexidade e profundidade. De forma

diferente, os aços inoxidáveis ferríticos são mais utilizados em processos de estampagem onde predomina o embutimento, que se expressa através de uma maior resistência da chapa ao afinamento. Este comportamento é intrinsecamente dependente da textura cristalográfica do material. No entanto, os processos de estampagem são uma combinação destes dois fenômenos, e em geral, os austeníticos apresentam melhores propriedades de estampagem.

Houve a necessidade dos clientes de modificação do ferramental de estampagem, principalmente as matrizes e punções. Os quebra-rugas são muito elevados em estampagens de aços austeníticos, prendendo completamente o material que vai se conformando por estiramento. No caso dos ferríticos, era importante mostrar que o material precisava “entrar” para dentro da prensa e para isto os quebra-rugas tinham que ser os menores possíveis (apenas para evitar o enrugamento do material). Apesar de ter capacidade de estiramento, nos inox ferríticos ela é bem menor que nos austeníticos. Há a necessidade de explorar a excelente capacidade de embutimento dos ferríticos combinada à capacidade limitada de estiramento para se ter sucesso na estampagem de peças complexas nestes materiais. Como forma de reduzir os problemas ligados à capacidade de estiramento menor dos aços 439, foi sugerida aos clientes a utilização de raios de curvatura mais suaves nas dobras.

Outros pontos importantes implantados nos clientes foram a menor pressão de estampagem e a maior lubrificação da peça nos pontos críticos durante a estampagem dos aços inox ferríticos 439.

RESULTADOS APÓS OTIMIZAÇÕES DAS PROPRIEDADES DO 439 LIXADO

Através da combinação de um 439 lixado otimizado e a utilização de procedimentos mais adequados para a estampagem nos clientes, o processo de estampagem do aço 439 passou a ser realizado de forma normal pelos clientes fabricantes de mesas de fogão. Ao longo do ano de 2007, a maioria dos clientes nacionais

Esta substituição com sucesso do aço 304 lixado das mesas de fogão para 439 lixado vem ao encontro à visão da ArcelorMittal Inox Brasil de estimular o consumo dos aços inox ferríticos. No segmento de linha branca, o aço 304 correspondia por 13% do material vendido. Com a recente substituição do 304 das mesas de fogão, este valor deve fechar 2008 abaixo de 2%.

Do ponto de vista dos clientes, a substituição do aço 304 lixado pelo 439 lixado vem sendo bastante elogiada pela rapidez com que foi implantada e pelo retorno que tem dado para eles. Como o valor de venda do 439 lixado é bem mais barato que o 304 lixado, há uma significativa redução de custo para os clientes, com melhoria substancial da competitividade da cadeia, algo também dentro dos objetivos da ArcelorMittal Inox Brasil.

Em contatos com os clientes eles salientaram que tal modificação permitiu que eles mantivessem e mesmo aumentassem o mercado, principalmente frente à concorrência de materiais importados, cuja venda atual é facilitada pelo dólar desvalorizado frente ao real.

Salienta-se ainda que a ArcelorMittal Inox Brasil produz um aço 439 com excelentes características, como a melhor qualidade superficial (menor incidência de esfoliação por exemplo), fruto da dupla estabilização ao nióbio e titânio, enquanto o 439 tradicional é estabilizado apenas ao titânio. Aliando a isto as excelentes propriedades mecânicas, agora também disponíveis para o produto lixado, trata-se de um produto de performance destacada no mercado dos aços inox e uma excelente opção de escolha para inúmeras aplicações.

Outro ponto a ser considerado é a oferta de material ferrítico em segmento tradicionalmente atendido por aços austeníticos, e onde havia a ameaça de utilização pelos clientes de aços austeníticos ao manganês (série 2XX), a fim de reduzir custos em relação ao 304. Como o 439 lixado é muito mais barato que o mais barato 2XX, passa a ser a melhor opção para a confecção de peças para este segmento.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do aço 439 lixado para a fabricação de mesas de fogão complexas em substituição ao aço 304 lixado se mostrou um grande sucesso.

O processo de esmerilhamento convencional para o 304 diminui significativamente o alongamento e aumenta o limite de escoamento quando aplicado no aço 439. Foram feitas modificações nas condições de esmerilhamento além de otimizações do fluxo produtivo e dos processos de recozimento (RB4) e encruamento (LE), as quais permitiram a obtenção de um 439 lixado com ótimo desempenho nos processos de estampagem de mesas de fogão complexas. Pode-se afirmar que há atualmente apenas uma pequena perda de propriedades quando se efetua o lixamento nos aços 439.

As experiências realizadas no processo de esmerilhamento, contribuíram para aumentar o conhecimento sobre esta etapa de produção, uma vez que, na sua concepção, este equipamento era utilizado apenas para remoção de defeitos grosseiros antes da laminação a frio. Desta forma, o conhecimento adquirido pôde ser replicado para outros produtos que possuem um fluxo similar a este.

A entrega de produtos de alto desempenho em combinação a uma assistência técnica eficiente sobre a melhor maneira de utilização dos aços inox ferríticos permitiu aos clientes a substituição do 304 lixado pelo 439 lixado, representando uma alta redução de custo para a cadeia produtiva, com conseqüente manutenção/aumento do mercado de fogões para os clientes.

Este desenvolvimento mostrou também a agilidade da ArcelorMittal Inox Brasil em fornecer soluções para redução do custo nos clientes, estando este desenvolvimento alinhado com a visão de priorização aos aços inox ferríticos.

BIBLIOGRAFIA

GONÇALVES, Isabel Noemi. Análise comparativa da resistência à oxidação dos aços 439 e 304 com acabamento I8. Relatório Interno RT10-358/2004.

KOMPELLA, S., MOYLAN, S. P., CHANDRASEKAR, S. Mechanical properties of thin surface layers affected by material removal processes. Surface and Coatings Technology. Volumes 146-147, September-October 2001, p. 384-390.

SAMUELS, L.E. Metallographic Polishing by Mechanical Methods, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1982.

Contato:

Tarcísio Reis de Oliveira

tarcisio.oliveira@arcelormittal.com.br

Praça 1º de Maio, nº 9 - Centro

35180-018 – Timóteo - MG