

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE Y_2O_3 NA RESISTÊNCIA À OXIDAÇÃO DO AÇO INOXIDÁVEL AISI 316L

Lygia Figueiredo
lygia.fig@gmail.com

Resumo. O objetivo deste trabalho é estudar a influência da adição de 1% em massa de óxido de ítrio sobre a oxidação do aço inoxidável AISI 316L. As ligas foram confeccionadas por metalurgia do pó. Foram realizados ensaios isotérmicos de oxidação a 900 e a 1000°C por até quase 50 horas. O comportamento de oxidação foi analisado por meio do ganho de massa por área em função do tempo de ensaio. As amostras após oxidação também foram analisadas em microscópio óptico e eletrônico de varredura e foi feita análise EDS (espectroscopia de energia dispersiva de raios X) para identificar a composição química dos substratos e dos óxidos formados nas ligas. Para avaliar o efeito nas propriedades mecânicas foram realizados ensaios de dureza instrumentada nos óxidos formados nas ligas.

Foi observado que a adição de óxido de ítrio aumentou a resistência à escamação para o ensaio a 1000°C e pode ter diminuído a formação de Cr_2O_3 volátil na liga. Além disso, as propriedades mecânicas da camada óxida formada nas superfícies após ensaio de 1000°C por 44 horas foram superiores na liga AISI 316L+ Y_2O_3 .

Palavras chave: Elementos de terras-raras, camada óxida, aço inoxidável AISI 316L

1. Introdução

As ligas metálicas utilizadas em altas temperaturas podem reagir com o ambiente a que estão expostas e dessa forma sofrerem degradação química. Para resistir a essa degradação, os óxidos formados a altas temperaturas nessas ligas devem possuir propriedades mecânicas adequadas. Para aumentar a resistência à oxidação, essas ligas contêm outros elementos em quantidades suficientes para promover a formação de óxidos mais protetores como Cr_2O_3 , Al_2O_3 e, às vezes, SiO (Hou e Stringer, 1987).

Para ligas Fe-Cr, trabalhos da literatura indicam que pequenas adições de elementos de terras-raras podem melhorar muito a resistência a oxidação dos mesmos (Pfeil, 1937). A adição de elementos de terras-raras a ligas Fe-Cr pode: a) melhorar a oxidação seletiva do cromo, pela diminuição da quantidade de Cr requerida para formar a camada protetora de Cr_2O_3 ou por reduzir a formação de metal base contendo óxidos na camada externa; b) reduzir a taxa de crescimento da camada de óxido de cromo, principalmente em temperaturas acima de 900°C; c) mudar o mecanismo de transporte através da camada de preferencialmente do metal para o exterior para preferencialmente do oxigênio para o interior; d) aumentar a resistência da camada óxida a escamação (Whittle e Stringer, 1980).

O objetivo deste trabalho é entender o efeito da adição de óxido de ítrio ao aço AISI 316L no comportamento de resistência à oxidação. Para isso foram realizados ensaios de oxidação com ligas AISI 316L e AISI 316L+ Y_2O_3 e análise das propriedades mecânicas dos óxidos por meio de dureza instrumentada.

2. Metodologia

Foram confeccionadas ligas AISI 316L e AISI 316L+ Y_2O_3 por metalurgia do pó no Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Para a confecção da liga AISI 316L+ Y_2O_3 , foram misturados pós de AISI 316L (0,03 C, 16 – 18% Cr, 2% máx. Mn, 2-3% Mo, 10-14% Ni, 0,045% P, 1% máx. Si, 0,03% máx. S) com 1% em massa de pó de óxido de ítrio de pureza 99,99%. A seguir os pós foram compactados em uma prensa uniaxial sob pressão de 400MPa e foram sinterizados de acordo com o seguinte ciclo: aquecimento até 1280°C por duas horas, com patamar de 30 minutos, em atmosfera dinâmica de argônio, e resfriamento dentro do forno.

Para analisar as ligas antes da oxidação, as amostras foram cortadas e preparadas metalograficamente, sendo realizadas etapas de lixamento em lixa de SiC de granas #220, #600 e #1200 por 2 minutos com força de 25N e velocidade de 300rpm, e duas etapas de polimento com as amostras uma etapa de polimento com lixa de SiC de grana #1200 e duas etapas de polimento, uma com solução diamantada de 3 μ m e outra com sílica coloidal de ¼ de μ m. As amostras foram atacadas quimicamente com 10g de ácido oxálico e 100mL de água em processo eletrolítico. A seguir as amostras foram observadas em microscópio óptico e foi medida a dureza Vickers em escala macro utilizando uma carga de 20 Kgf com o microdurômetro da marca Buehler, e a dureza Vickers em escala micro utilizando uma carga de 5g com um microdurômetro da marca Buehler.

Antes do ensaio de oxidação foi realizado o acabamento superficial das amostras que consistiu de lixamento em lixa de SiC de granas #220, #600 e #1200 e depois as amostras foram limpas em ultrassom e secas para depois pesá-las em balança de precisão 0,0001g. Os ensaios de oxidação foram realizados em forno tipo mufla sem controle de atmosfera a 900 e a 1000°C. O tempo de permanência variou entre 16, 25, 40 e 48 horas para o ensaio a 900°C e entre 19, 28 e 44 para o ensaio a 1000°C. As amostras foram resfriadas ao ar.

Após os ensaios de oxidação realizou-se a limpeza das amostras com álcool etílico em ultrassom por 3 minutos. A seguir as amostras foram secas em fluxo de ar quente e pesadas em balança de precisão 0,0001g. Com isso foi possível observar o ganho de massa por unidade de área em função do tempo de oxidação das amostras de forma a caracterizar o comportamento da oxidação. Após a pesagem, as amostras foram cortadas para que se pudesse observar a seção transversal das mesmas. Todas as amostras foram embutidas em resina de cura a frio e foram preparadas

superficialmente. A preparação superficial consistiu em fazer uma etapa de lixamento em lixa de SiC de grana #1200, uma etapa de polimento com solução diamantada de 3µm e uma última etapa de polimento com sílica coloidal de ¼ de µm. Em seguida, as amostras foram observadas em microscópio óptico da marca Olympus, modelo BX60MF. Paralelamente, foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura de marca Philips modelo XL 30, acoplado a um equipamento de análises de micro-regiões por energia dispersiva (EDS) para identificação dos constituintes e dos gradientes de composição química encontrados nos óxidos e nos substratos das amostras. Foram analisados os óxidos formados nas superfícies para os ensaios realizados a 1000°C e os óxidos formados nos poros das amostras para os ensaios realizados a 900°C. Não se analisou os óxidos formados sobre a superfície das amostras oxidadas a 900°C porque a espessura do óxido era muito pequena, de forma a não ser possível encontrar regiões onde a análise da composição pudesse ser realizada.

A dureza dos óxidos formados tanto na superfície quanto nos poros das amostras oxidadas por 16 e 48 horas foi determinada por meio de ensaios instrumentados de dureza. Foi utilizado o equipamento Fischerscope H100V com penetrador de diamante Vickers. Os parâmetros utilizados para os ensaios estão descritos na Tab. (1).

Tabela 1. Parâmetros para os ensaios de dureza instrumentada

Número de medições	de 8 a 22
Carga máxima (mN)	50
Tempo de carregamento (s)	6
Tempo de manutenção a carga máxima (por ciclo)(s)	60
Tempo de descarregamento (s)	10

3. Resultados

3.1. Amostras antes da oxidação

A Fig. (1) mostra a superfície das ligas antes do ensaio de oxidação e após o ataque químico.

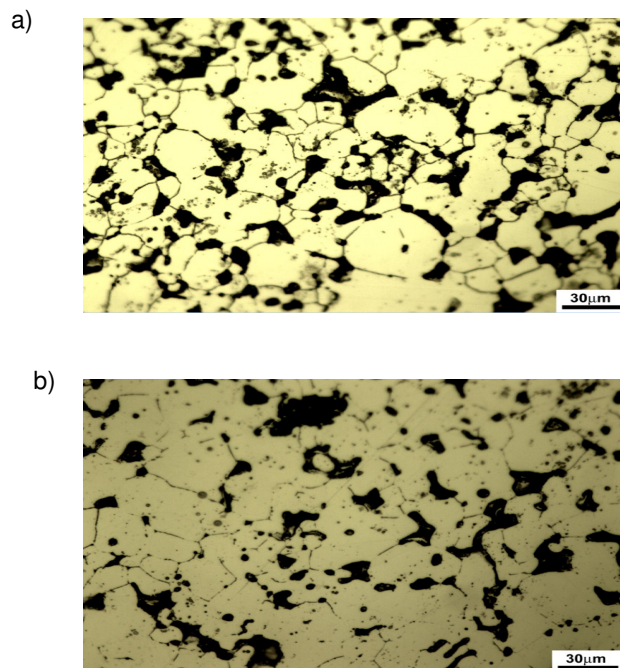


Figura 1. Estrutura das ligas antes da oxidação, a) AISI 316L+Y₂O₃; b) AISI 316L

Na Fig. (1b)), as regiões mais escuras são os poros, típicos em aços inoxidáveis confeccionados por metalurgia do pó. Os aglomerados de Y₂O₃ estão localizados entre os grãos austeníticos e são grandes, conforme mostra a Fig. (1a)).

A Tab. (2) mostra o resultado das medições de micro e macro dureza para as duas ligas. A adição do óxido de ítrio aumentou a dureza da liga.

Tabela 2. Dureza Vickers das amostras antes da oxidação

	Macro dureza (HV)		Micro dureza (HV)	
	316L	316L+Y ₂ O ₃	316L	316L+Y ₂ O ₃
Média	80,54	87,77	157,85	162,59
Desvio Padrão	1,99	3,80	11,26	11,36

3.2. Ganho de massa

A Fig. (2) mostra o ganho de massa por área em função do tempo de oxidação das ligas.

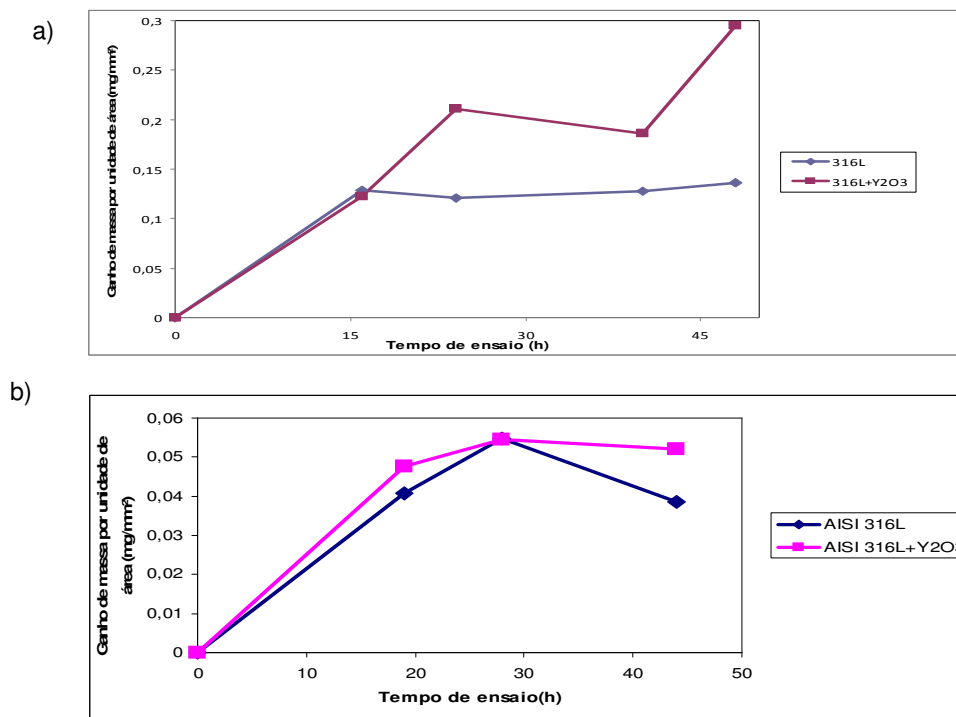


Figura 2. Ganho de massa por área em função do tempo de oxidação, a) ensaio a 900°C, b) ensaio a 1000°C.

Para o ensaio a 900°C o ganho de massa/área diminuiu para 40h de ensaio na amostra com o óxido de ítrio e para 25h de ensaio na amostra sem o óxido. Isto pode ter ocorrido devido à formação de produtos de oxidação voláteis. Nenhum dos óxidos formados apresentou escamação, ou seja, não houve desprendimento do óxido formado. Pela Fig. (2a) observa-se que a taxa de oxidação nas ligas com adição do óxido de ítrio só foi inferior à liga sem adição para 15 horas de ensaio. Com esse resultado pode-se supor que ocorre formação de CrO₃ volátil na liga AISI 316L em uma velocidade superior a da liga AISI316L+Y₂O₃ e com isso a primeira estaria perdendo maior quantidade de cromo. Dessa forma, a liga AISI 316L+Y₂O₃ não teria um maior ganho de massa/área, mas sim uma menor perda de massa/área. Esse resultado se assemelha ao resultado obtido por Pillis (1999), no qual o ganho de massa para a liga AISI 316L foi superior ao da liga AISI 316L+Y₂O₃ até tempo de oxidação de 20 horas.

Nos ensaios a 1000°C, todas as ligas apresentaram escamação, sendo esta mais intensa para a liga AISI 316L. O óxido escamado resultante da oxidação da liga AISI 316L era em forma de grandes lascas, já o óxido escamado resultante da liga com adição do óxido de ítrio era mais fino, em forma de pó grosso. O resultado de ganho de massa por área apresentado na Fig. (2b)) não considerou a massa do óxido escamado, devido à dificuldade em obter um valor preciso para isso. Por isso o valor de ganho de massa por área obtido com esse ensaio foi inferior ao obtido no ensaio a 900°C. As amostras oxidadas por 44 horas apresentaram maior quantidade de óxido escamado, o que pode ser uma possível explicação para o ganho de massa ter diminuído com esse tempo de oxidação.

3.3. Microscopia óptica

As Fig. (3) até Fig. (6) mostram as seções transversais das amostras após os ensaios de oxidação. Observa-se que há a presença de poros interconectados oxidados. Em alguns trechos da superfície não há óxido e em algumas ligas não foi possível observar nenhuma camada óxida. Uma explicação para esse fato é que o óxido tenha se destacado durante o procedimento de corte e/ou lixamento/polimento após o ensaio.

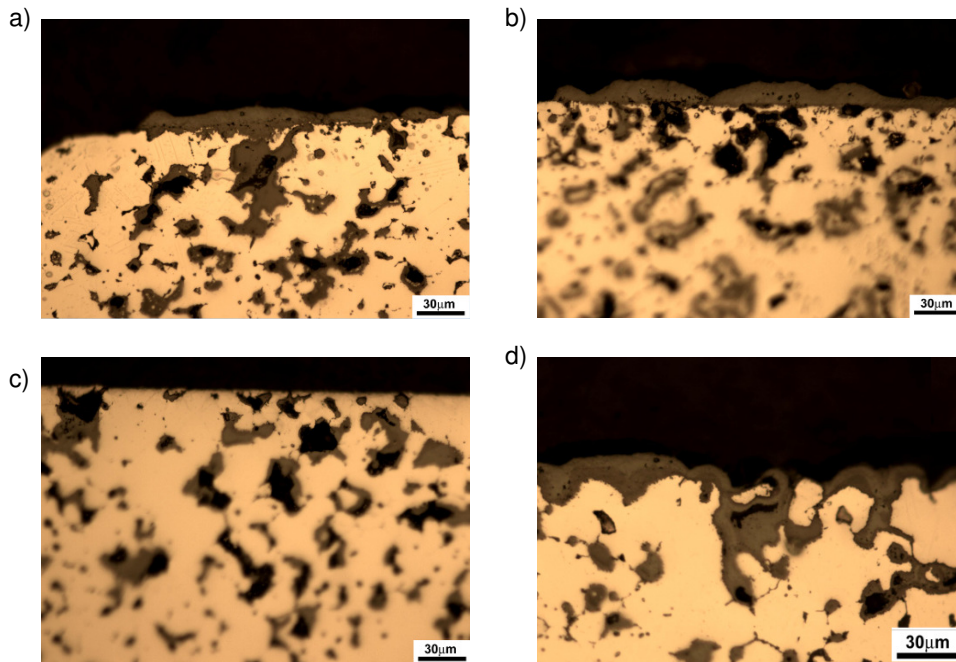


Figura 3. Seção transversal da liga AISI 316L após ensaios de oxidação a 900°C. a) após 16h de ensaio; b) após 25h de ensaio; c) após 40h de ensaio; d) após 48h de ensaio.

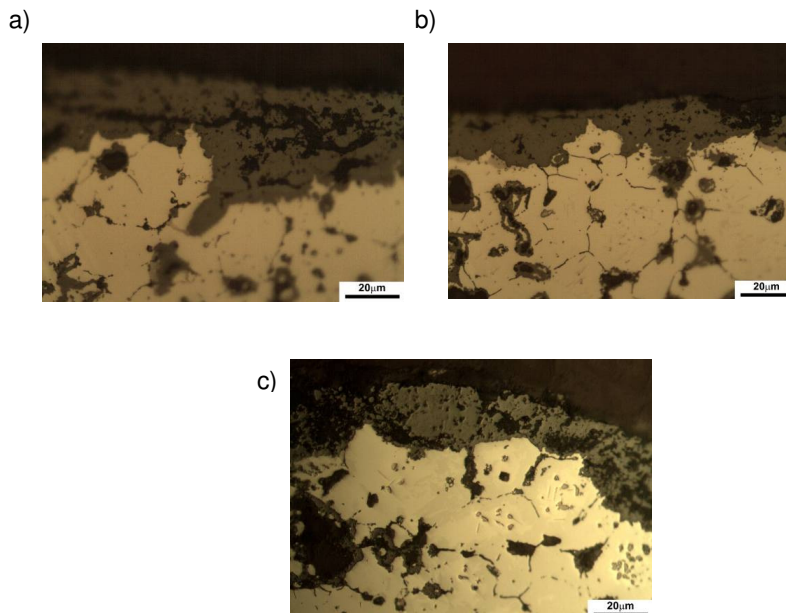


Figura 4. Seção transversal da liga AISI 316L após ensaios de oxidação a 1000°C. a) após 19h de ensaio; b) após 28h de ensaio; c) após 44h de ensaio

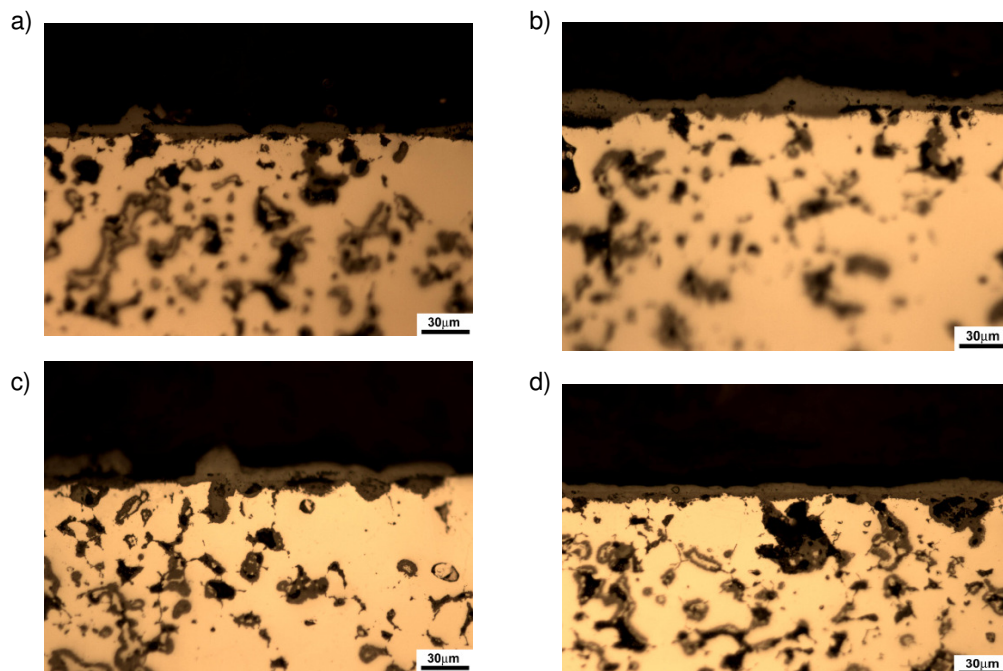


Figura 5. Seção transversal da liga AISI 316L+Y₂O₃ após ensaios de oxidação a 900°C. a) após 16h de ensaio; b) após 25h de ensaio; c) após 40h de ensaio; d) após 48h de ensaio.

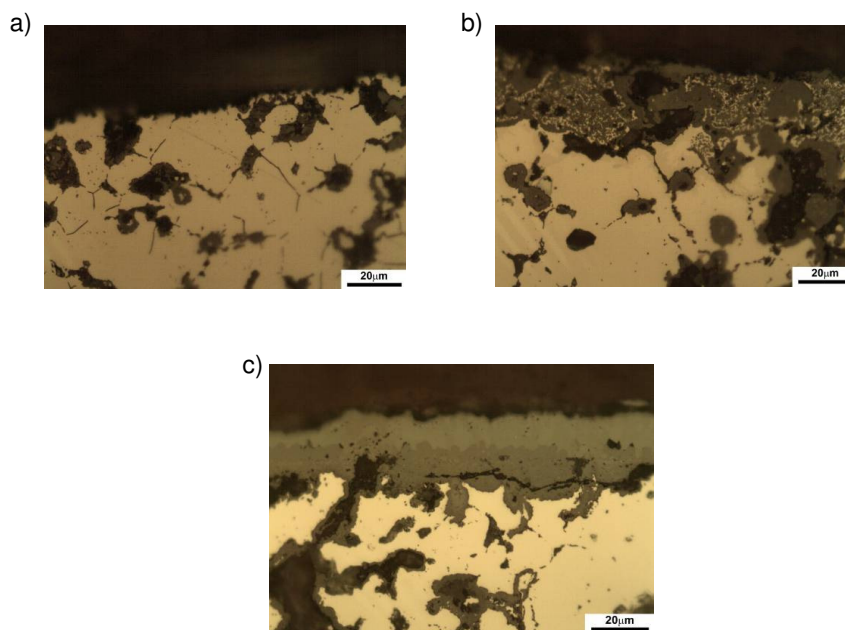


Figura 6. Seção transversal da liga AISI 316L+Y₂O₃ após ensaios de oxidação a 1000°C. a) após 19h de ensaio; b) após 28h de ensaio; c) após 44h de ensaio.

Na Fig. 6 c) observa-se que o óxido apresentou duas colorações distintas. Provavelmente houve a formação de dois tipos de óxidos. Também são observados pontos mais claros na camada óxida na Fig. 6 b). Esses pontos podem demonstrar que a composição química do óxido formado não foi uniforme.

3.4. Microscopia eletrônica de varredura

A Fig. (7) mostra as micrografias eletrônicas de varredura das superfícies das ligas AISI 316L e AISI 316L+Y₂O₃, respectivamente, oxidadas por 48 horas a 900°C. Observa-se que o óxido formado sobre a superfície da liga AISI 316L

se apresenta em forma de pontas e o óxido formado sobre a superfície de AISI 316L+Y₂O₃ se apresenta em formas mais circulares.

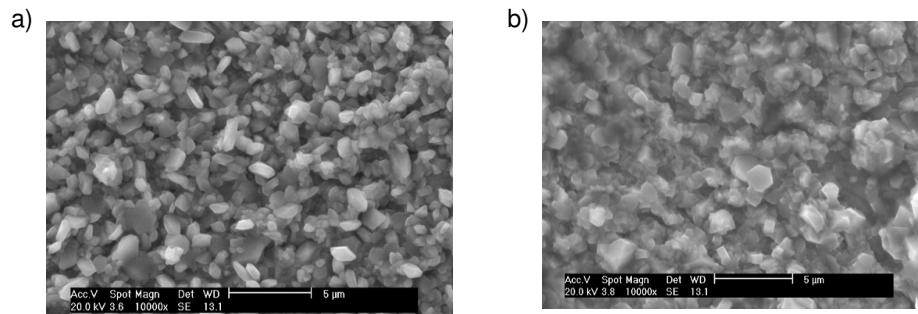


Figura 7 - Micrografia eletrônica de varredura da liga oxidada 900°C por 48 horas. a) liga AISI 316L; b) liga AISI 316L+Y₂O₃.

Com a análise EDS dos substratos das ligas para as duas temperaturas de oxidação, observou-se a composição química dos substratos de ambas as ligas são semelhantes e não se alteram muito conforme aumenta a duração do ensaio de oxidação. Observou-se também que não houve a presença do elemento ítrio para o ensaio com duração de 44 horas a 1000°C e nos outros ensaios a quantidade do elemento é baixa. O óxido de ítrio pode não ter sido distribuído uniformemente por toda a liga. Já a análise EDS dos óxidos formados nos poros das ligas após oxidação a 900°C mostrou que as composições químicas se assemelham até 25 horas de ensaio. Para 40 horas de ensaio, a composição do óxido formado na liga AISI 316L apresentou grande quantidade de cromo, o mesmo acontece para a liga AISI 316L+Y₂O₃ oxidada por 48 horas. A presença do elemento ítrio foi observada para todos os tempos de duração dos ensaios, porém a quantidade variou para cada tempo de oxidação.

A análise EDS da camada óxida formada sobre a liga AISI 316L após ensaio de oxidação a 1000°C mostrou que a composição química se alterou bastante conforme aumentou a duração do ensaio. O níquel foi observado em grande quantidade para o ensaio com duração de 19 horas. A quantidade de cromo aumentou em 28 horas de ensaio, mas diminuiu novamente para 44 horas de ensaio. Para a liga AISI 316L+Y₂O₃, a quantidade de cromo foi alta para 19 e 28 horas de ensaio, porém também diminuiu com 44 horas de oxidação. Uma possível explicação para esse efeito é que pode ter sido formado CrO₃, que é um produto de reação volátil. Para 19 horas de ensaio não foi observada a presença de ítrio e com 28 horas de ensaio a quantidade de ítrio foi alta. Uma hipótese é que o óxido de ítrio não tenha sido distribuído uniformemente por toda a liga.

3.5. Ensaios de Dureza Instrumentada

As Fig. (8) até Fig. (12) mostram a curva carga versus profundidade de penetração para o óxido formado nos poros em ambas as ligas após ensaio a 900°C após 16h e 48h de ensaio, para a camada óxida formada sobre a liga AISI 316+Y₂O₃ após oxidação a 900°C, para os óxidos formados nos poros de ambas as ligas após ensaio de oxidação a 1000°C por 44 horas e para a camada óxida formada nas ligas AISI 316L e AISI 316L+Y₂O₃ após 44 horas de oxidação a 1000°C.

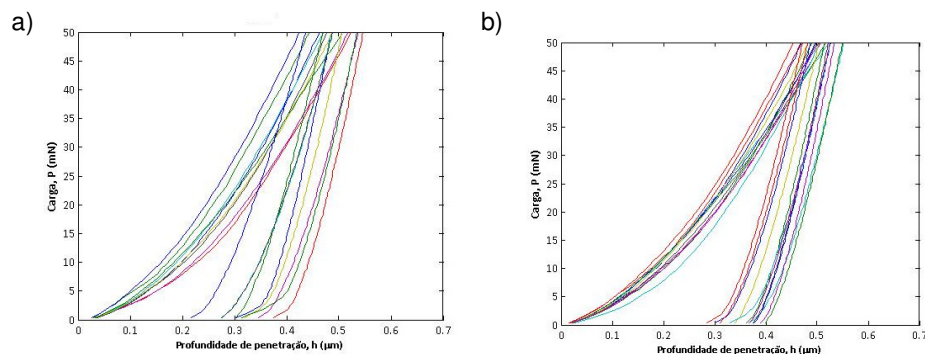


Figura 8. Curva Carga x Profundidade de Penetração para o óxido formado nos poros das amostras após 16h de oxidação a 900°C. a) AISI 316L; b) AISI 316L+Y₂O₃.

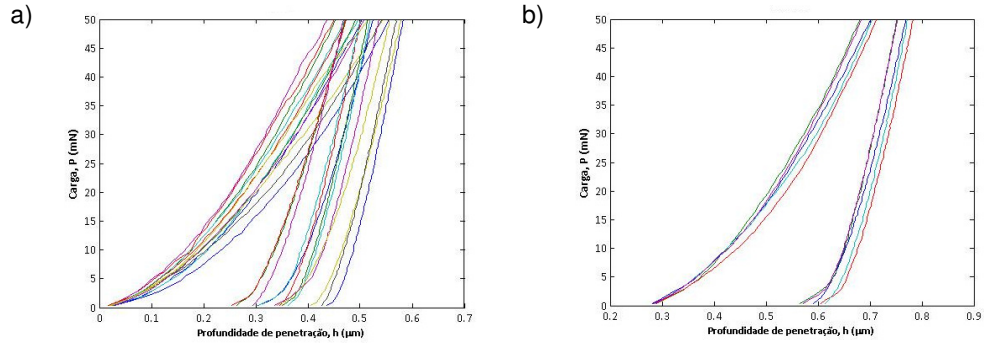


Figura 9 - Curva Carga x Profundidade de Penetração para o óxido formado nos poros das amostras após 48h de oxidação a 900°C. a) AISI 316L; b) AISI 316L+Y₂O₃.

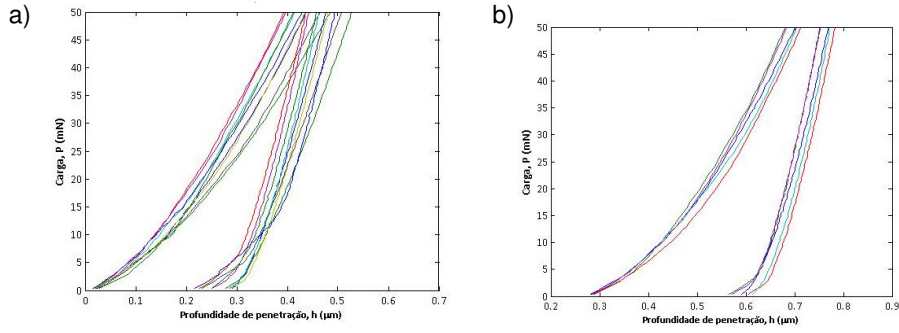


Figura 10 - Curva Carga x Profundidade de Penetração para a camada óxida formada sobre a liga AISI 316L+Y₂O₃ após oxidação a 900°C. a) após 16 horas de ensaio; b) após 48h de ensaio.

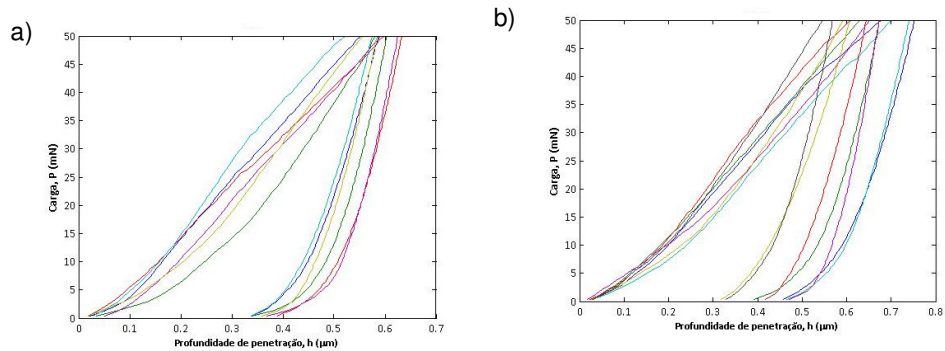


Figura 11 - Curva Carga x Profundidade de Penetração para o óxido formado nos poros das amostras após 44h de oxidação a 1000°C. a) AISI 316L; b) AISI 316L+Y₂O₃.

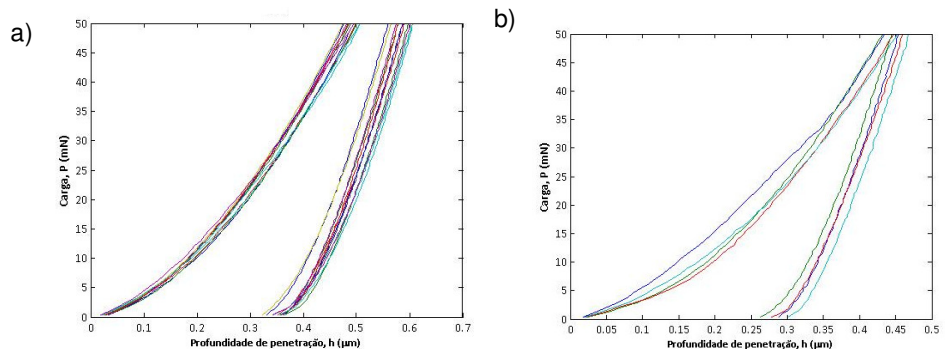


Figura 12 - Curva Carga x Profundidade de Penetração para o óxido formado sobre as superfícies das amostras após 44h de oxidação a 1000°C. a) AISI 316L; b) AISI 316L+Y₂O₃

A Tab. (3) e a Tab. (4) mostram os resultados das propriedades mecânicas obtidas com os ensaios de dureza instrumentada.

Tabela 3 - Propriedades Mecânicas obtidas a partir do ensaio instrumentado de dureza para amostras oxidadas a 900°C

Liga	Tempo de ensaio (h)	E (GPa)		HV (GPa)		HP (GPa)		η	
		Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão
AISI 316L (poros)	16	184,7	19,2	10,4	2,6	11,8	3,0	43	7
	48	179,6	18,4	9,0	2,1	10,2	2,3	39	6
AISI 316L+Y ₂ O ₃ (poros)	16	185,8	12,7	8,9	1,3	10,0	1,5	36	4
	48	224	25,2	12,2	1,4	13,8	1,5	43	2
AISI 316L+Y ₂ O ₃ (camada)	16	185,4	37,6	12,1	1,2	13,7	1,4	50	4
	48	113,7	5,9	3,5	0,1	4,0	0,1	48	2

Tabela 4 - Propriedades Mecânicas obtidas a partir do ensaio instrumentado de dureza para amostras oxidadas a 1000°C

Liga	Tempo de ensaio (h)	E (GPa)		HV (GPa)		HP (GPa)		η	
		Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão	Médio	Desvio padrão
AISI 316L (camada)	44	118,0	6,4	7,4	0,5	8,4	0,5	54	1
AISI 316L+Y ₂ O ₃ (camada)	44	213,0	12,2	12,5	0,7	14,1	0,8	44	3

As curvas obtidas na Fig. 11 não foram satisfatórias, dada a forma apresentada. Uma explicação é que foram medidos dois tipos de materiais com uma mesma indentação. Por isso esses resultados foram desconsiderados.

Quando comparados os óxidos formados nos poros de ambas as ligas após oxidação a 900°C, observa-se que o módulo de elasticidade (E) da liga AISI 316L+Y₂O₃ é ligeiramente superior ao da liga AISI 316L para 16 horas de ensaio e muito superior para 48 horas de ensaio. A dureza Vickers (HV) da liga AISI 316L é superior para 16 horas de ensaio e inferior para 48 horas de ensaio em comparação a liga AISI 316L+Y₂O₃. O mesmo comportamento é observado para a dureza plástica (HP) e para o η. A dureza plástica é obtida pela carga máxima dividida pela área de contato e o η mede o comportamento elástico do material. Assim, pode-se falar que a adição de óxido de ítrio aumentou a dureza e o η do óxido formado no poro somente para tempo de oxidação maior. Observa-se que as propriedades mecânicas do óxido formado na liga AISI 316L+Y₂O₃ melhoraram com o aumento da duração do ensaio, o oposto ocorre para a liga AISI 316L. A camada óxida formado sobre a superfície da liga AISI 316L+Y₂O₃ apresentou dureza e η maiores para menor duração de ensaio.

Observa-se que o óxido formado nos poros da liga AISI 316L possui propriedades mecânicas superiores ao óxido formado nos poros da liga AISI 316L+Y₂O₃ para ensaio de oxidação a 1000°C por 44 horas. Esse comportamento se assemelha ao ensaio a 900°C por 16 horas. Já o óxido formado na superfície da liga AISI 316L+Y₂O₃ após ensaio de

oxidação a 1000°C por 44 horas apresenta propriedades mecânicas superiores ao óxido formado na superfície da liga AISI 316L.

4. Discussão

Ambas as ligas apresentam muitos poros em suas microestruturas. Esse efeito é observado em geral em ligas confeccionadas por metalurgia do pó.

Como efeito da adição de óxido de ítrio na liga AISI 316L na resistência a oxidação pode-se citar a possibilidade de diminuição da formação de compostos voláteis, como o CrO_3 , e o aumento da resistência à escamação. O primeiro efeito se observou nos ensaios de oxidação a 900°C e o segundo efeito em ensaios a 1000°C (Figura 2).

A camada óxida formada nas duas ligas não foi contínua, apresentando trechos de maior e menor espessura e também trechos onde não havia óxido. Uma explicação é que a camada óxida tenha se destacado durante o processo de corte e/ou lixamento/polimento das amostras.

As duas ligas apresentaram boa resistência à escamação para o ensaio a 900°C. Uma explicação para esse efeito é que o óxido apresentou espessura fina e as ligas tinham muitos poros na sua superfície, os quais acomodaram o óxido, reduzindo o nível de tensão na camada oxidada. Além disso, esses poros permitiram a formação de “pegs” na interface metal/óxido, que possibilitaram que a camada oxidada ficasse mais aderida ao substrato metálico por um efeito de encaixamento mecânico (Pillis, 1999).

A composição química obtida por análise EDS do substrato de ambas as ligas após os ensaios de oxidação não variou muito em função da temperatura de ensaio de oxidação e da duração do ensaio. Já as composições químicas dos óxidos formados nos poros das ligas não foram semelhantes para o ensaio a 900°C. A liga AISI 316L apresentou maior quantidade de cromo para o ensaio de 40 horas e a liga AISI 316L+Y₂O₃ apresentou maior quantidade de cromo para o ensaio de 48 horas. A composição da camada óxida formada nas ligas oxidadas a 1000°C também não se assemelharam. A quantidade de cromo nessas condições foi maior para o ensaio de 44 horas. A porcentagem de ítrio variou muito para todas as condições de oxidação. As regiões de análise podem ter influenciado o resultado da composição química obtida com a análise EDS de todas as amostras.

Os resultados obtidos sugerem que a adição de óxido de ítrio aumentou em geral as propriedades mecânicas da camada óxida formada no ensaio a 1000°C com duração de 44 horas. Em relação ao óxido formado nos poros da liga, o óxido de ítrio elevou as propriedades mecânicas para a condição de 48 horas de ensaio a 900°C. Nas outras condições analisadas, os resultados indicaram que a adição de óxido de ítrio diminuiu em geral as propriedades mecânicas dos óxidos formados.

5. Conclusões

1. A adição de óxido de ítrio pode ter diminuído a formação de CrO_3 , que é volátil, durante a oxidação das ligas. Por isso, o ganho de massa por área em função do tempo de oxidação foi maior para a liga AISI 316L+Y₂O₃.
2. A adição de óxido de ítrio aumentou a resistência à escamação da liga AISI 316L para os ensaios a 1000°C. O óxido formado na liga sem o óxido de ítrio apresentou-se em forma de lascas e o óxido formado na outra liga era em forma de pó.
3. A espessura da camada óxida em ambas as ligas não foi constante, apresentando trechos onde não havia óxido.
4. A composição química dos substratos de ambas as ligas após os ensaios de oxidação foi semelhante.
5. Os resultados sugerem que a adição de óxido de ítrio aumentou em geral as propriedades mecânicas da camada óxida formada no ensaio a 1000°C com duração de 44 horas.
6. Os resultados indicaram que o óxido de ítrio pode ter elevado as propriedades mecânicas do óxido formado nos poros para a condição de 48 horas de ensaio a 900°C e diminuído em geral as propriedades mecânicas dos óxidos formados nos poros para as amostras oxidadas a 900°C por 16 horas.

6. Agradecimentos

A autora agradece ao apoio de funcionários e professores do Laboratório de Fenômenos de Superfície da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo pelas amostras gentilmente cedidas.

7. Referências

- Hou, P. Y. ; Stringer, J. (1987), ‘The effect of surface-applied reactive metal oxides on the high temperature oxidation of alloys’, **Materials Science and Engineering**, 87, 295-302.
- Pfeil, L.B., (1937) UK Patent no. 459848.

- Pillis, M. F. (1995). 'Influência da adição de terras raras sobre a Resistência à oxidação de ligas formadoras de cromia' **Tese (mestrado)**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo.
- Vardavoulias, M., Jeandin, M., Velasco, F. e Torralba, J.M. (1996). 'Dry sliding wear mechanism for P/M austenitic stainless steel and their composites containing Al₂O₃ and Y₂O₃ particles'. **Tribology International**, Vol. 29, No.6, 499-506.
- Whittle, D.P.; Stringer, J. (1980) 'Improvements in high temperature oxidation resistance by additions of reactive elements or oxide dispersions'. **J.Philos.Trans.R.SocLondon**, Ser.A, 295, p. 309-329.

INFLUENCE OF Y₂O₃ ADITTION ON THE OXIDATION RESISTANCE OF THE ALLOY AISI 316L

Lygia Figueiredo

lygia.fig@gmail.com

The influence of the addition of 1% Wt of yttrium oxide to the alloy AISI 316L was studied. The alloys were fabricated by powder metallurgy. Isothermal oxidation tests at 900 and 1000°C were performed for almost 50 hours. Samples after oxidation were analyzed by optical and scanning electron microscopes and an Energy dispersive Spectroscopy (EDS) analysis was made to identify the chemical composition of the substrate and the oxides formed in the alloys. To evaluate the effect on the mechanical properties, instrumented hardness tests were performed on the oxides formed in the alloys.

It was observed that the addition of yttrium oxide increases the resistance to scaling for the test at 1000 ° C and may have decreased the formation of volatile CrO₃ in the alloy. Moreover, the mechanical properties of the oxidized layer formed on the surfaces after testing 1000 ° C for 44 hours were higher in alloy AISI 316L + Y₂O₃.

Keywords: *rare-earth elements, oxide layer, alloy AISI 316L*