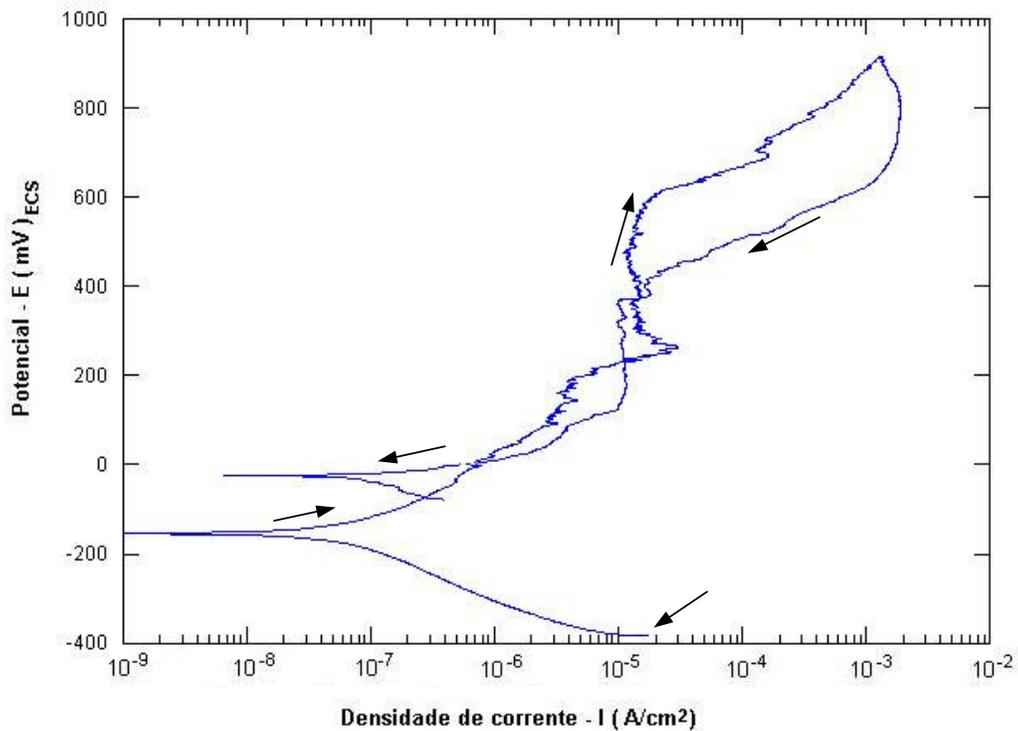




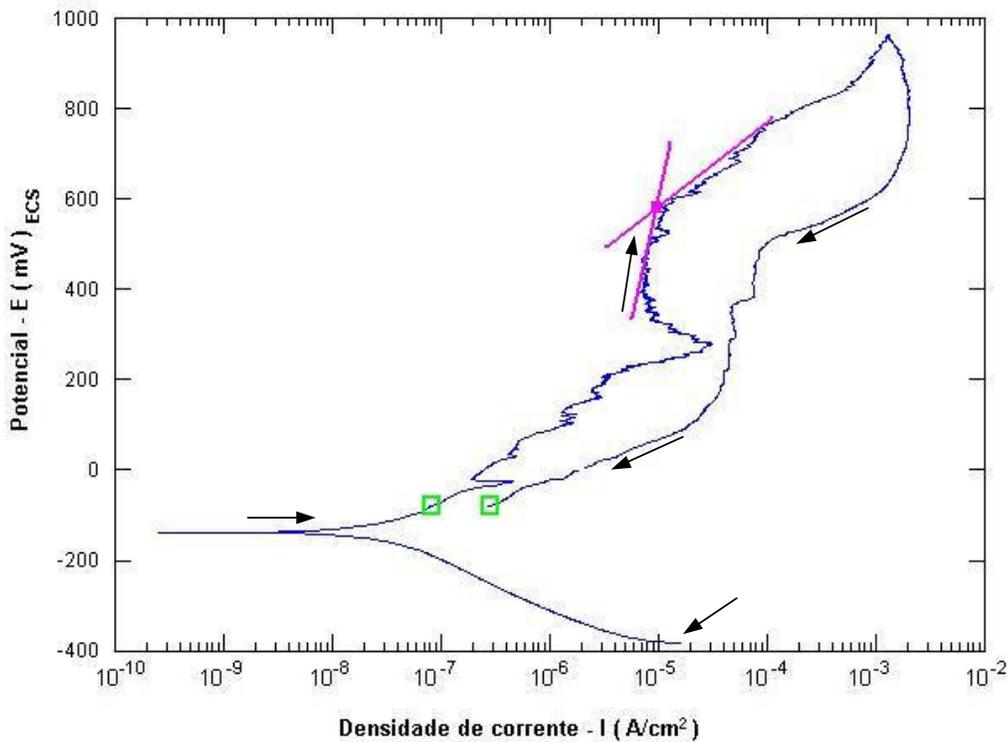
#### **4.2.4. Ensaio de polarização cíclica em solução 0,3 M NaCl + 0,3 M NaBr com $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$**

Os ensaios de polarização cíclica  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$  nesta solução geraram as curvas de potencial por densidade de corrente mostradas nas Figuras 37 a 39. Para o aço SAF 2205 (Figuras 37 e 38) notam-se baixos valores de potencial de pite e proteção, e elevado trabalho para a repassivação dos pites formados, sugerindo pouca resistência a este tipo de corrosão. Para o aço SAF 2507 (Figura 39), contudo, é nítido o elevado aumento do potencial de pite, e a grande redução do trabalho para repassivação dos pites iniciados: isto mostra que na solução 0,3 M NaCl + 0,3 M NaBr a resistência à corrosão por pite destes materiais é bem diferenciada. Nas Tabelas 12 e 13 encontram-se resumidos para os dois aços estudados nesta solução, os valores de potenciais de corrosão, pite e proteção, assim como o trabalho de repassivação dos pites (U), a resistência à polarização ( $R_p$ ), a densidade de corrente no potencial de corrosão ( $I_{\text{corr}}(R)$ ), e seus respectivos desvios padrão.

Para a obtenção dos resultados de potencial de pite nos ensaios de polarização cíclica  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ , fez-se necessário uma aproximação das “retas tangentes” para a sua obtenção, devido a grande irregularidade dos gráficos obtidos, conforme mostrado na Figura.



**Figura 37:** Curva de polarização cíclica da amostra de SAF 2205 solubilizada em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr. As setas indicam o sentido da polarização.

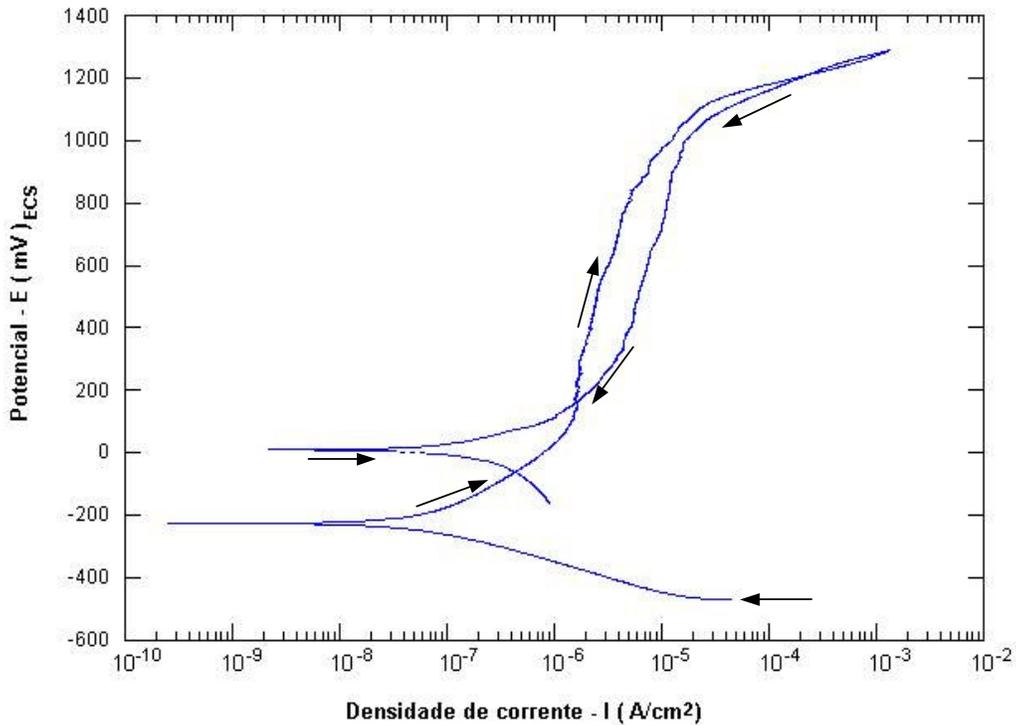


**Figura 38:** Curva de polarização cíclica da amostra de SAF 2205 solubilizada em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr. As setas indicam o sentido da polarização. As retas em rosa mostram a aproximação realizada para obtenção dos potenciais de pite. Os quadrados verdes mostram o início e o fim admitido para obtenção da área U ou trabalho de repassivação dos pites. Não existe potencial de proteção devido a alta corrosão no material.

**Tabela 12 – Resultados dos ensaios de polarização cíclica no aço SAF 2205**

Material	E* ( I=0 ) mV	E pite mV	★E prot1 mV	★E prot2 mV	U mC	Rp K Ohms	Icorr (R) nA
2205	-214 ±77	634 ±67	-41 ±40	-99 ±65	716 ±196	514 ±363	98 ±102

★ Valores obtidos com uma média de três números, os demais formam a média para seis números. Esta diferença deve-se ao fato de que três das seis curvas obtidas para este aço, nesta solução, foram semelhantes à mostrada na Figura 38, onde nota-se a ausência de potenciais de proteção.



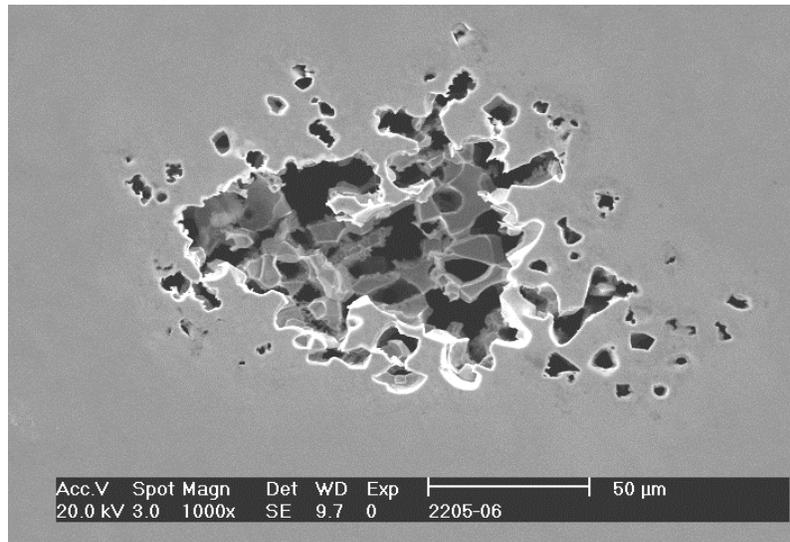
**Figura 39:** Curva de polarização cíclica da amostra de SAF 2507 solubilizada em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr. As setas indicam o sentido da polarização.

**Tabela 13 – Resultados dos ensaios de polarização cíclica no aço SAF 2507**

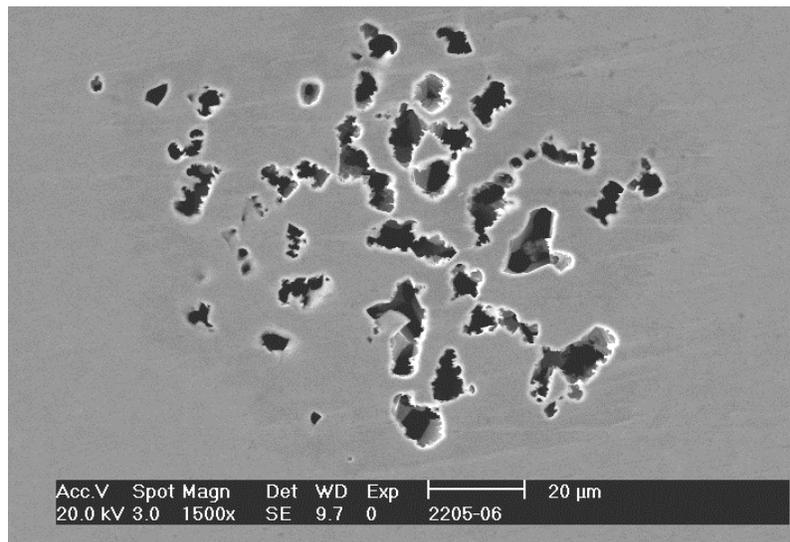
Material	$E^* (I=0)$	$E_{\text{pite}}$	$E_{\text{prot1}}$	$E_{\text{prot2}}$	$U$	$R_p$	$I_{\text{corr}} (R)$
	mV	mV	mV	mV	mC	K Ohms	nA
2507	$-243 \pm 53$	$1093 \pm 22$	$421 \pm 435$	$111 \pm 151$	$109 \pm 17$	$503 \pm 310$	$81 \pm 75$

A superfície dos corpos-de-prova após os ensaios de polarização cíclica foram analisadas por microscopia óptica e eletrônica de varredura com elétrons secundários e/ou retroespalhados, para avaliar a extensão dos danos causados pela corrosão por pite, os resultados destas análises podem ser observados nas Micrografias 4.15 a 4.18.

É interessante observar que ocorre ataque a microestrutura de todas as amostras sendo nítido o ataque seletivo de uma das fases, identificada por EDS como ferrita.



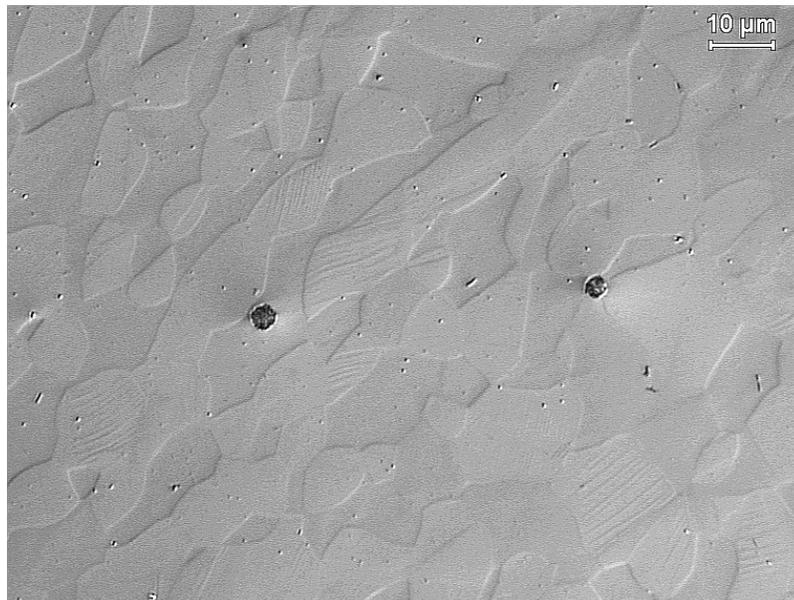
**Micrografia 4.15.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2205 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{irev} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$



**Micrografia 4.16.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2205 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{irev} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$



**Micrografia 4.17.** Superfície da amostra do aço SAF 2507 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta_{irev} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ .



**Micrografia 4.18.** Superfície da amostra do aço SAF 2507 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta_{irev} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ . A imagem caracteriza o início da corrosão por pite como corrosão seletiva da ferrita.



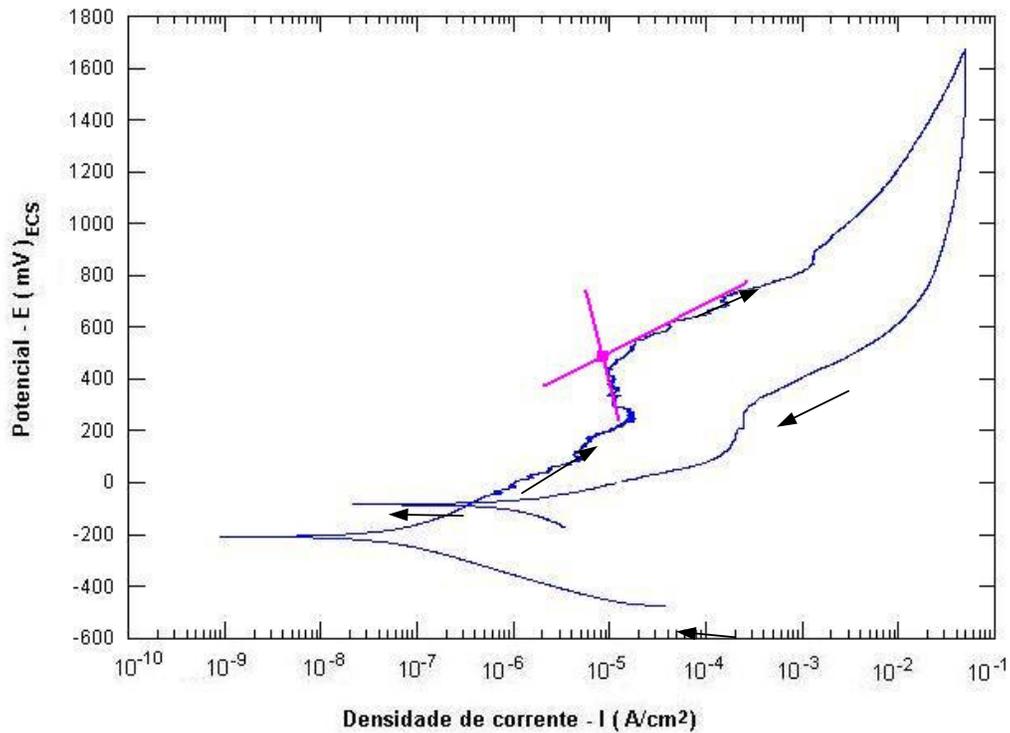
#### 4.2.5. Ensaios de polarização cíclica em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com

$$\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$$

Os ensaios de polarização cíclica  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$  nesta solução geraram as curvas de potencial por densidade de corrente mostradas nas Figuras 40 e 41. Nas Tabelas 14 e 15 encontram-se resumos para os dois aços estudados nesta solução, os valores de potenciais de corrosão, pite e proteção, assim como o trabalho de repassivação dos pites (U), a resistência à polarização ( $R_p$ ), a densidade de corrente no potencial de corrosão ( $I_{\text{corr}}(R)$ ), e seus respectivos desvios-padrão.

Para a obtenção dos resultados de potencial de pite nos ensaios de polarização cíclica  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$  no aço SAF2205, fez-se necessário uma aproximação das “retas tangentes” para a sua obtenção, devido a grande irregularidade dos gráficos obtidos, conforme mostrado na Figura 40. Diferente deste aço, no SAF 2507 não foi necessário uma aproximação, conforme mostrado na Figura 41.

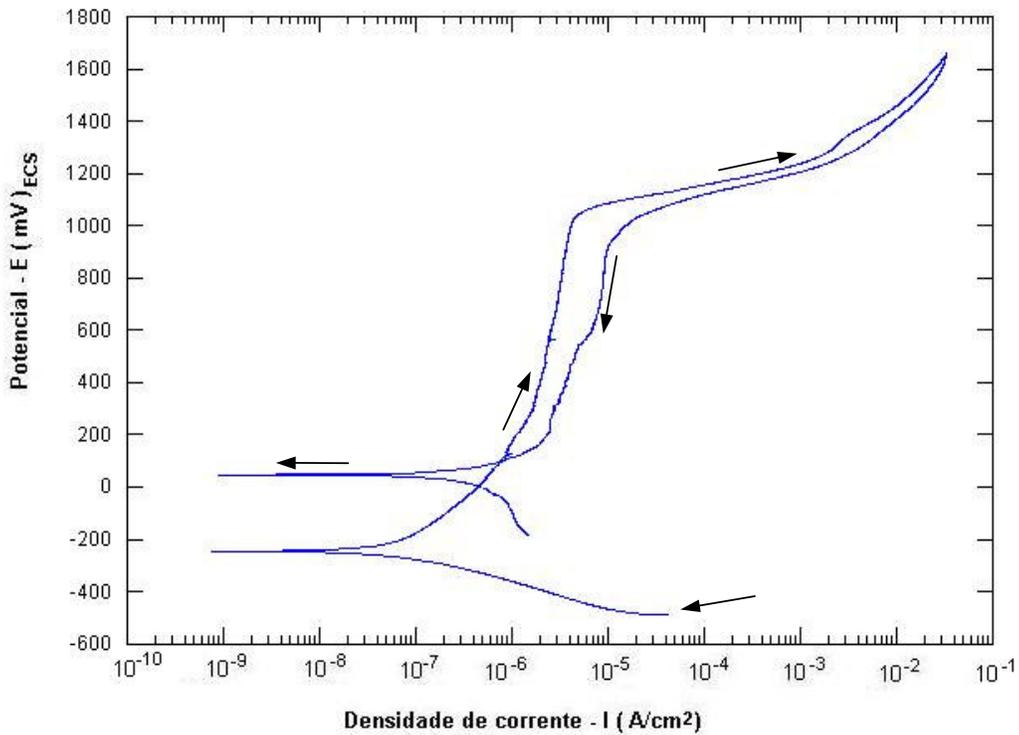
A superfície dos corpos-de-prova após os ensaios de polarização cíclica foram analisadas por microscopia óptica e eletrônica de varredura com elétrons secundários e/ou retroespalhados, os resultados destas análises podem ser observados nas Micrografias 4.19 a 4.23 onde pode ser verificado o ataque mais intenso no aço SAF 2205.



**Figura 40:** Curva de polarização cíclica da amostra de SAF 2205 solubilizada em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr. As setas indicam o sentido da polarização. As retas em rosa mostram a aproximação realizada para obtenção dos potenciais de pite.

**Tabela 14 – Resultados dos ensaios de polarização cíclica no aço SAF 2205**

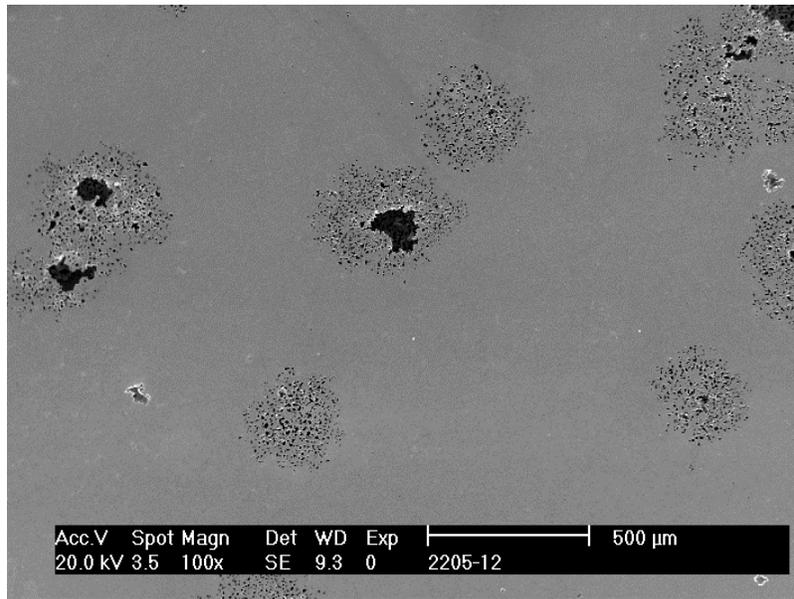
Material	E* ( I=0 )	E pite	E prot1	E prot2	U	Rp	Icorr (R)
	mV	mV	mV	mV	mC	K Ohms	nA
2205	-218	503	-76	-79	41350	618	35



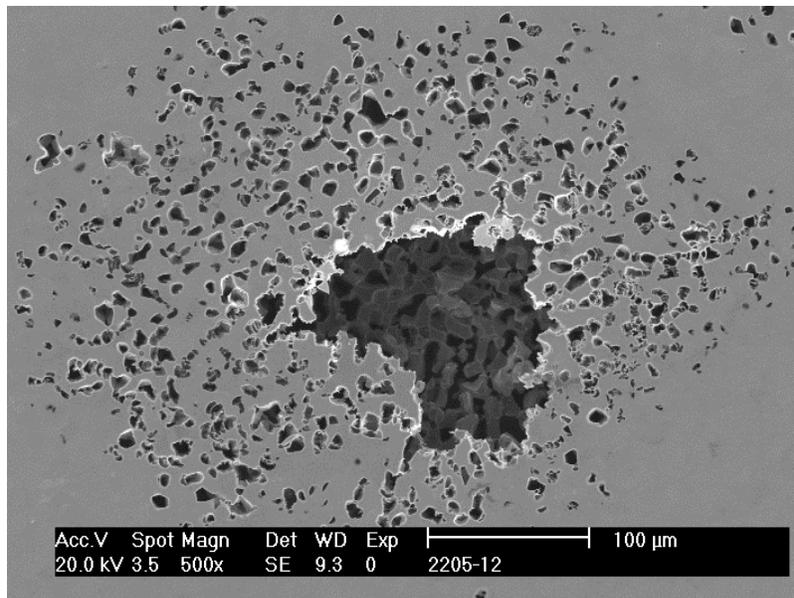
**Figura 41:** Curva de polarização cíclica da amostra de SAF 2507 solubilizada em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr. As setas indicam o sentido da polarização.

**Tabela 15 – Resultados dos ensaios de polarização cíclica no aço SAF 2507**

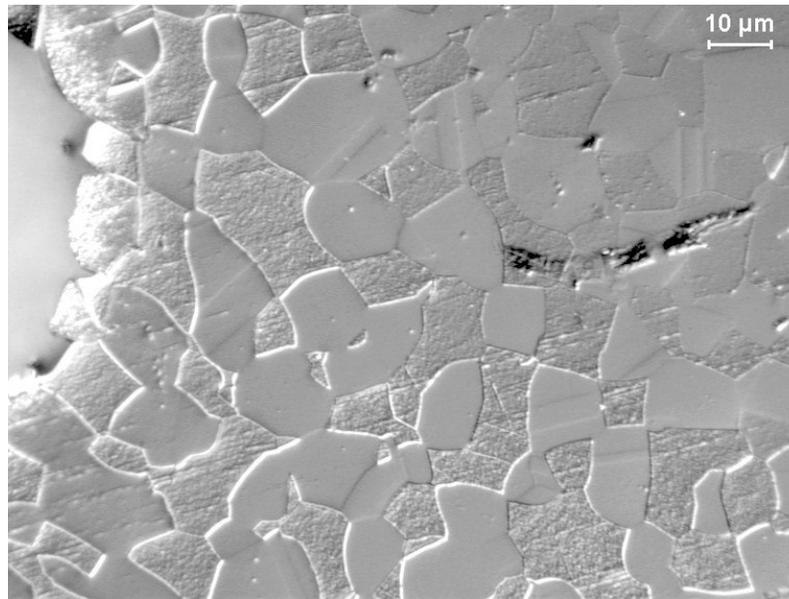
Material	$E^* (I=0)$	E pite	E prot1	E prot2	U	Rp	Icorr (R)
	mV	mV	mV	mV	mC	K Ohms	nA
2507	-243	1060	98	35	9124	552	39



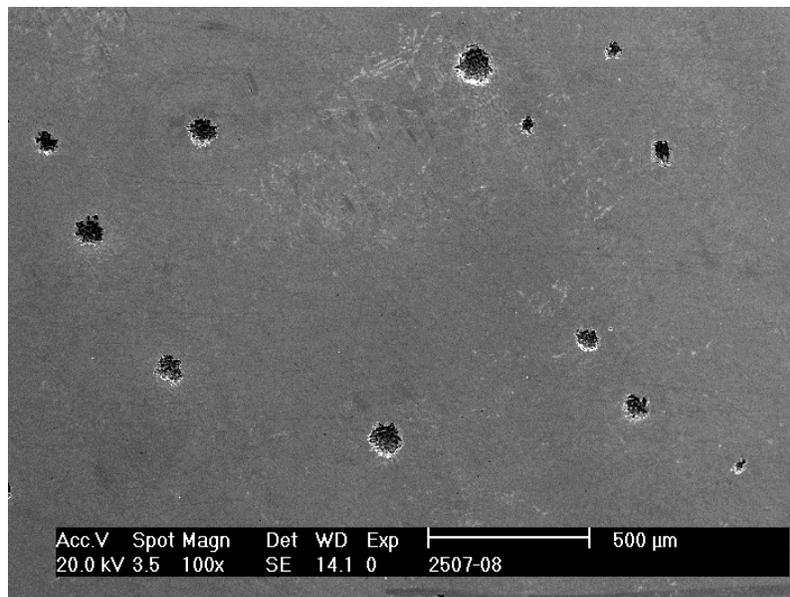
**Micrografia 4.19.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2205 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{irev} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$



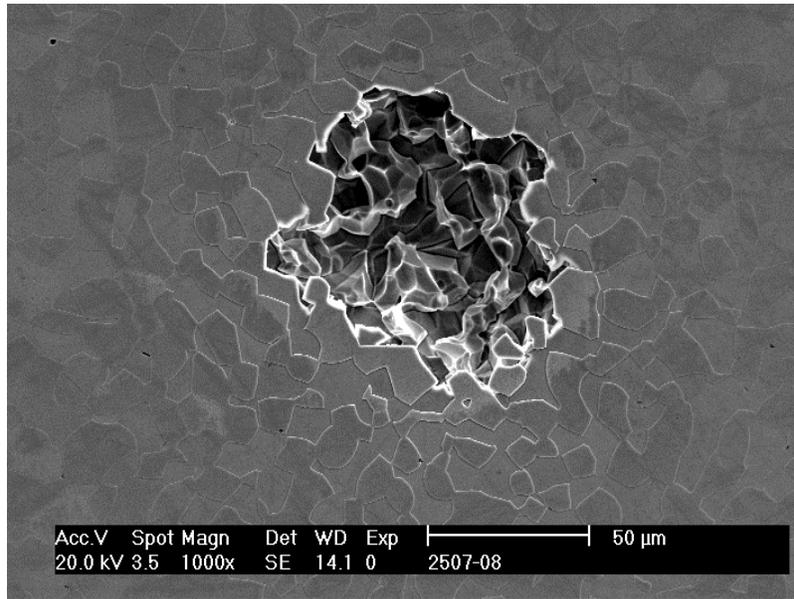
**Micrografia 4.20.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2205 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{irev} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$ . A corrosão seletiva em uma das fases é visualizada.



**Micrografia 4.21.** Superfície da amostra do aço SAF 2205 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta_{irev} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$ . A presença de maclas na fase não corroída confirma a corrosão seletiva da ferrita.



**Micrografia 4.22.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2507 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{irev} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$



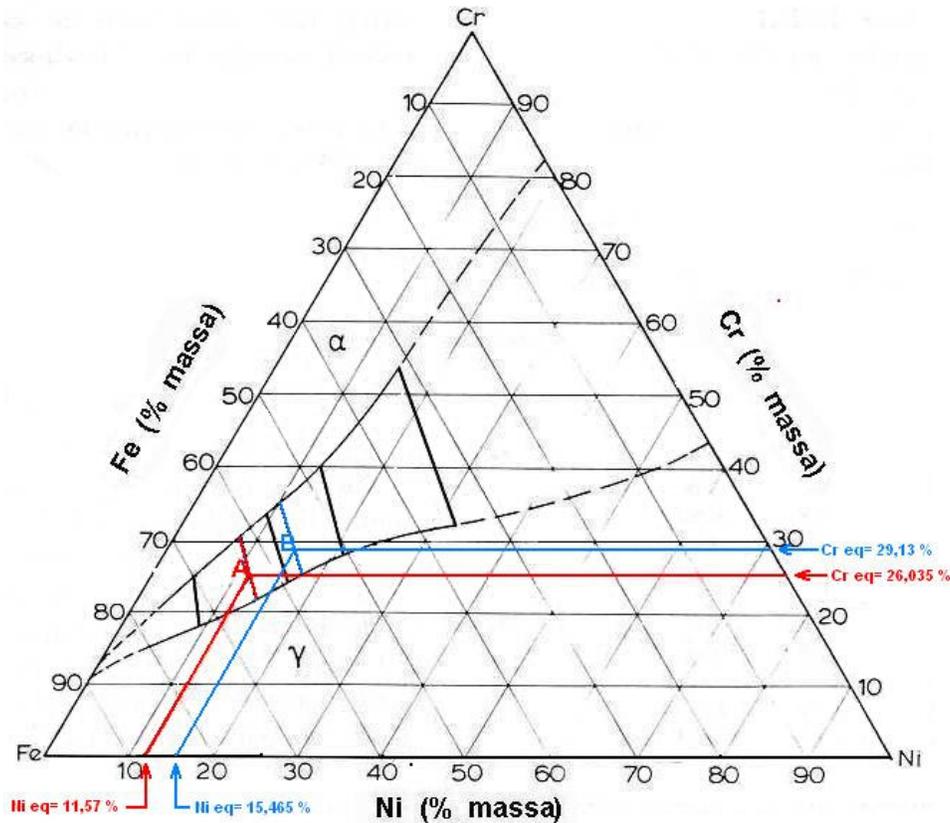
**Micrografia 4.23.** Imagem de elétrons secundários que caracterizam a corrosão por pite no aço SAF 2507 em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta_{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$ .

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1. Caracterização microestrutural e metalurgia física

As micrografias 4.1 e 4.2, referentes aos aços solubilizados SAF 2205 e SAF 2507, respectivamente, identificam as fases ferrita e austenita presentes, e não apresentam diferenças significativas quanto ao volume destas, exceto pela observação de seus tamanhos de grãos, ligeiramente maiores no aço SAF 2507 .

Através da composição química dos materiais, dada pela Tabela 1, e utilizando os conceitos de cromo e níquel equivalentes propostos por *DeLong (SOLOMON E DEVINE, 1982)*, pode-se afirmar que o cromo equivalente do aço SAF 2205 vale 26,035%, e o níquel equivalente 11,57%, e para o aço SAF 2507 o cromo equivalente vale 29,13%, e o níquel equivalente 15,465%. Adotando-se estes valores, sabendo-se que os aços foram solubilizados a 1100°C e utilizando-se sobre a Figura 5 as linhas fornecidas por *RAYNOR E RIVLIN (1988)* que definem o equilíbrio entre  $\alpha$  e  $\gamma$  (*tie-lines*), além da composição de cromo e níquel “equivalentes” do aço SAF 2205 e do aço SAF 2507 obtém-se a Figura 42. Se as *tie-lines* que passam pelos pontos A e B da Figura 41 forem paralelas à traçada ao centro destes, utilizando-se da regra das alavancas tem-se que o aço SAF 2205 deve apresentar aproximadamente 39% em massa de ferrita e 61% de austenita; e o aço SAF 2507 deve apresentar aproximadamente 36,5% de ferrita e 63,5% de austenita, resultados estes diferentes dos encontrados no ferritoscópio (Tabela 3) e na análise quantitativa (Tabela 4). Portanto, a utilização de Cr e Ni “equivalentes” e do diagrama ternário Fe-Cr-Ni para encontrar as frações volumétricas de ferrita e austenita nestes aços não é conveniente.



**Figura 42 :** Seção isotérmica a 1100°C do ternário Fe-Cr-Ni, mostrando as “tie-lines” no campo  $\alpha / \gamma$ . O ponto A e B representam a composição (em cromo e níquel equivalentes) dos aços SAF 2205 e SAF 2507, respectivamente (RAYNOR E RIVLIN, 1988).

A fração volumétrica de ferrita das amostras foi levantada com o auxílio de um ferritoscópio (procedimento descrito no item 3.3.2). A partir dos resultados mostrados na Tabela 3, confirmou-se que as quantidades de ferrita para ambos os aços são maiores que as de austenita.

Para comprovar os dados obtidos pelo ferritoscópio, foi realizada a estereologia quantitativa das amostras, cujos resultados mostrados na Tabela 4 também mostram maiores quantidade de ferrita do que de austenita para ambos os aços. Contudo, percebe-se que o teste com ferritoscópio é menos trabalhoso, pois a sua medição foi 85% mais rápida que na estereologia quantitativa.

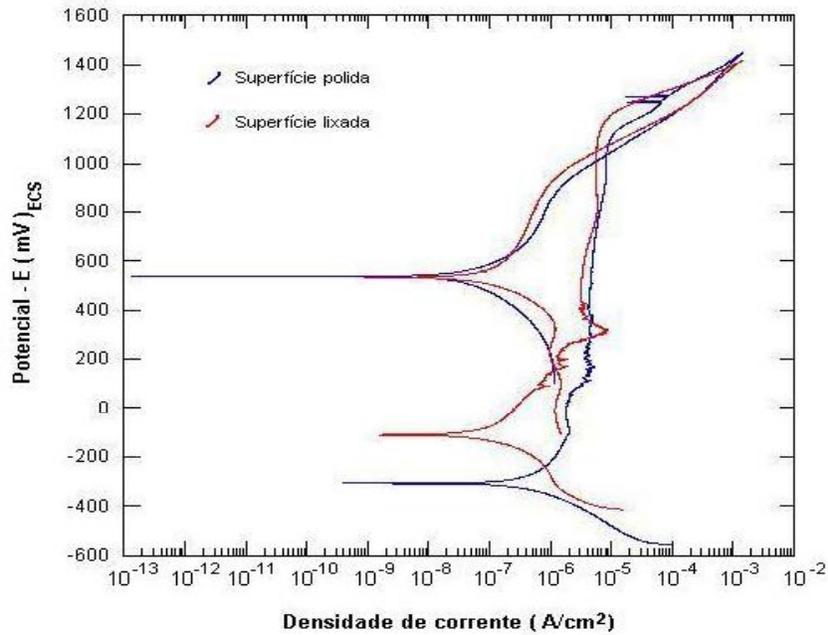


O teste de microdureza realizado nos materiais conferiu que o aço SAF 2507 tem maior dureza que o aço SAF 2205. Observando a composição química dos materiais na Tabela 1, verificou-se que o SAF 2507 tem mais elementos de liga em solução sólida, e por este motivo deveria apresentar maior dureza.

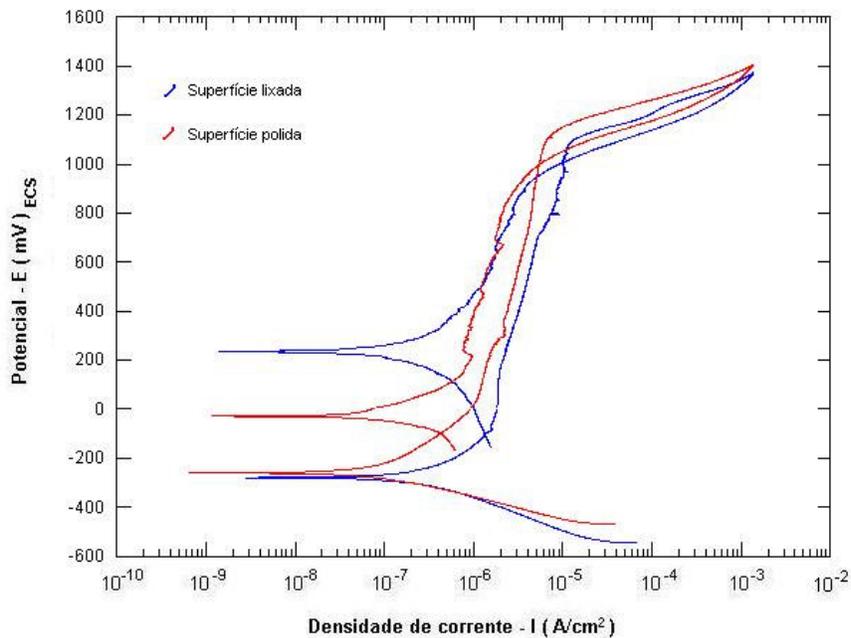
Os resultados dos ensaios de tração mostraram que o SAF 2205 apresenta limite de escoamento, limite de resistência, e limite de ruptura menores que o aço SAF 2507; já o alongamento total em 25 mm é maior para o SAF 2205. Assim como na dureza, os elementos de liga em solução sólida também são responsáveis por esses resultados. O SAF 2507 tem mais elementos de liga em solução sólida, responsáveis pelo endurecimento. No entanto, o aumento destas propriedades no aço SAF 2507 gera uma significativa perda na ductilidade, por isso seu valor de alongamento total em 25 mm é mais baixo que o aço SAF 2205 (Tabela 6).

## **5.2. Comparação dos resultados dos ensaios de polarização cíclica com superfícies lixadas e superfícies polidas**

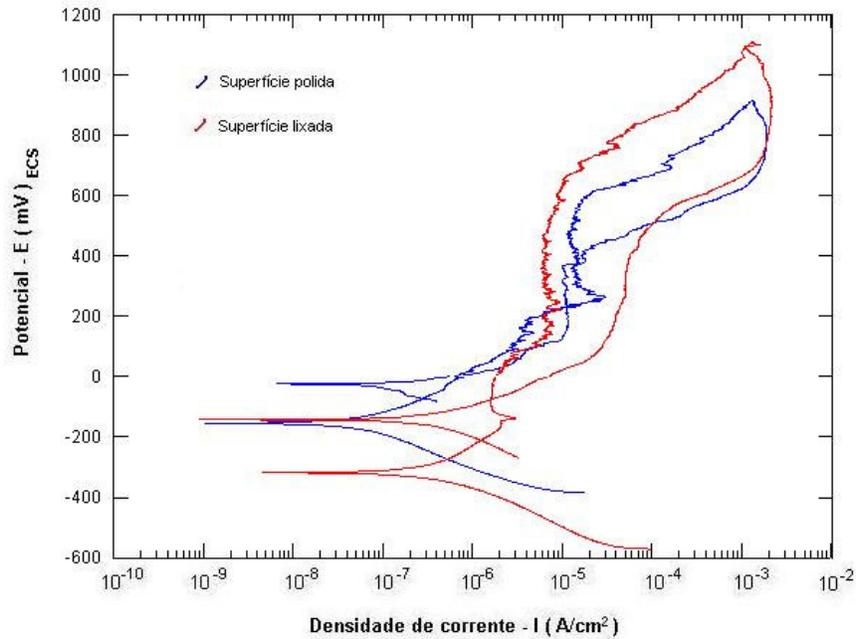
Sobrepondo as curvas obtidas nos ensaios de polarização cíclica com superfície lixada e com superfície polida, separadamente para ambos os aços e soluções, obtém-se as Figuras 43 a 46. Pode-se constatar que ambos os aços, tanto na solução de 3,5% NaCl, quanto na solução de 0,3M NaBr + 0,3M NaCl, geram curvas de polarização semelhantes. Deste modo, verificou-se que o uso de amostras com superfície polida por sílica coloidal não altera a credibilidade dos resultados. Há pequeno desvio, do  $E_{corr}$ , sendo este superior nas amostras polidas, provavelmente pela melhor formação da película passiva nesta condição.



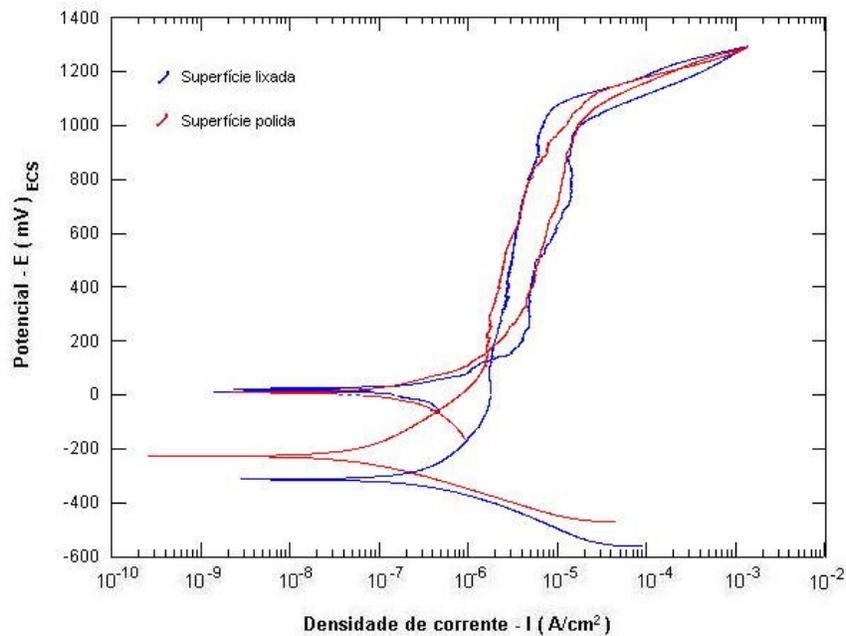
**Figura 43:** Comparação das curvas de polarização cíclica das amostras de SAF 2205 solubilizadas, com superfície lixada (em vermelho) e superfície polida (em azul) em solução 3,5% NaCl.



**Figura 44:** Comparação das curvas de polarização cíclica das amostras de SAF 2507 solubilizadas, com superfície lixada (em azul) e superfície polida (em vermelho) em solução 3,5% NaCl.



**Figura 45:** Comparação das curvas de polarização cíclica das amostras de SAF 2205 solubilizadas, com superfície lixada (em vermelho) e superfície polida (em azul) em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr.



**Figura 46:** Comparação das curvas de polarização cíclica das amostras de SAF 2507 solubilizadas, com superfície lixada (em azul) e superfície polida (em vermelho) em solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr.

### 5.3. Ensaios de polarização cíclica com solução 3,5% NaCl

Nas séries de amostras dos dois aços estudados constatou-se a ocorrência de pites quando da polarização cíclica em solução 3,5% NaCl com  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ , porém estes aparecem em maior quantidade nas amostras do aço SAF 2205, como pode-se constatar nas Micrografias 4.5 a 4.9. Com os dados das Tabelas 8 e 9, obtidos das curvas de polarização cíclica nesta solução como as mostradas nas Figuras 32 e 33 tem-se a comparação da Tabela 16, onde não se nota diferença de comportamento à corrosão por pite, devido provavelmente ao início desta ser associado a evolução de oxigênio. Na mesma tabela comparativa pode-se verificar (em destaque) as insignificantes diferenças para os valores de potencial de pite e de proteção e do trabalho para repassivação dos pites formados para ambos os aços.

**Tabela 16 – Comparação dos resultados dos ensaios de polarização cíclica com solução 3,5% NaCl e  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$  para ambos os aços.**

Material	E* (I=0)	E pite	E prot1	E prot2	U	Rp	Icorr (R)
	mV	mV	mV	mV	mC	K Ohms	nA
2205	-169 ±111	1142 ±27	1023 ±49	475 ±166	145,4 ±29	396 ±305	110 ± 102
2507	-241 ±36	1140 ±24	1004 ±31	352 ±252	168 ±19	478 ±304	64 ±45,5

#### 5.4. Ensaio de polarização cíclica com solução 0,3M (NaCl + NaBr)

Nas séries de amostras dos dois aços estudados constatou-se a ocorrência de muitos pites quando da polarização cíclica em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) com  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$ , como pode-se constatar nas Micrografias 4.15 a 4.23. Com os dados obtidos das curvas de polarização cíclica nesta solução, como as mostradas nas Figuras 37 a 39 e os resultados das Tabelas 12 e 13, fica evidente que o aço SAF2507 é mais resistente à corrosão por pite se comparado ao SAF2205, devido aos elevados valores de potencial de pite e de proteção e ao baixo trabalho para repassivação dos pites formados, resumidos e destacados na Tabela 17.

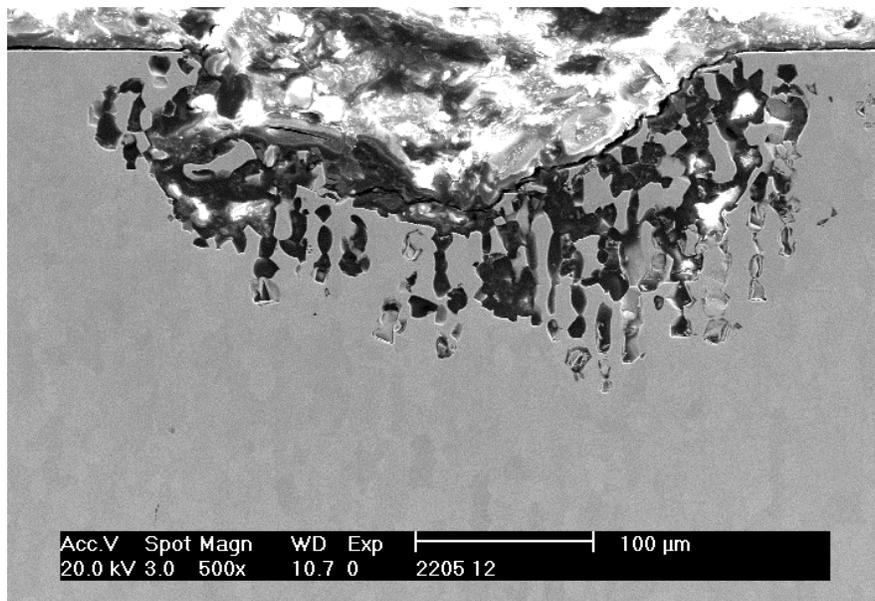
**Tabela 17 – Comparação dos resultados dos ensaios de polarização cíclica com solução 0,3M (NaCl + NaBr) e  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-3} \text{ A/cm}^2$  para ambos os aços.**

Material	E* (I=0)	E pite	E prot1	E prot2	U	Rp	Icorr (R)
	mV	mV	mV	mV	mC	K Ohms	nA
2205	-214 ±77	634 ±67	-41 ±40	-99 ±65	716 ±196	514 ±363	98 ±102
2507	-243 ±53	1093 ±22	421 ±435	111 ±151	109 ±17	503 ±310	81 ±75

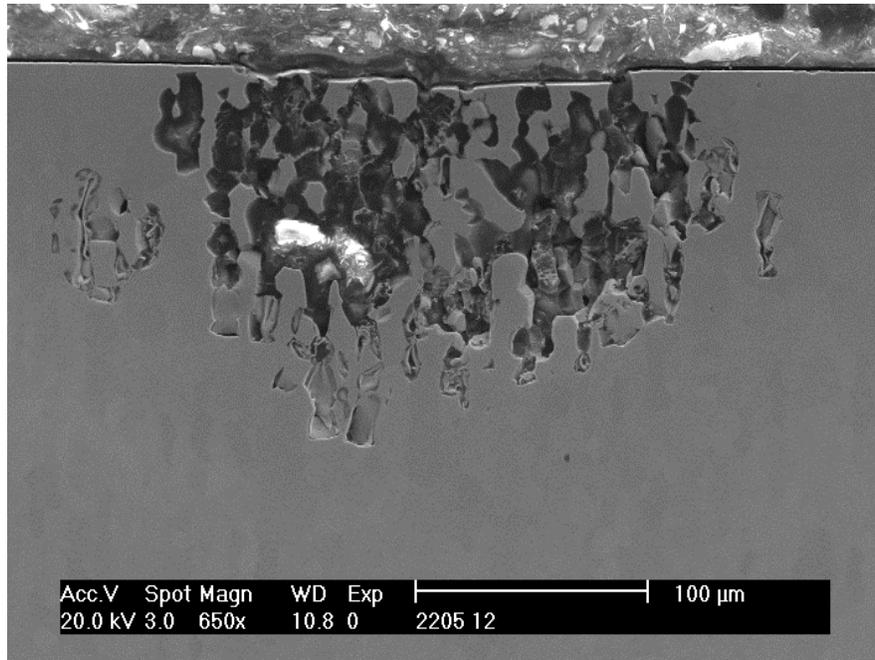
#### 5.4.1. Comprovação do mecanismo de corrosão seletiva em solução 0,3M (NaCl + NaBr) com $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$

Para comprovar a tese da corrosão seletiva como mecanismo de formação e crescimento de pites na fase ferrita, amostras de ambos os aços, foram desembutidas da resina de cura a quente original e seccionadas transversalmente a superfície previamente ensaiada até  $\Delta i^{\text{rev}} = 10^{-1} \text{ A/cm}^2$ . Esta superfície de corte foi então preparada metalograficamente até a revelação da seção transversal das regiões corroídas. A análise destas seções encontra-se nas micrografias 5.1 a 5.4. Fica claro

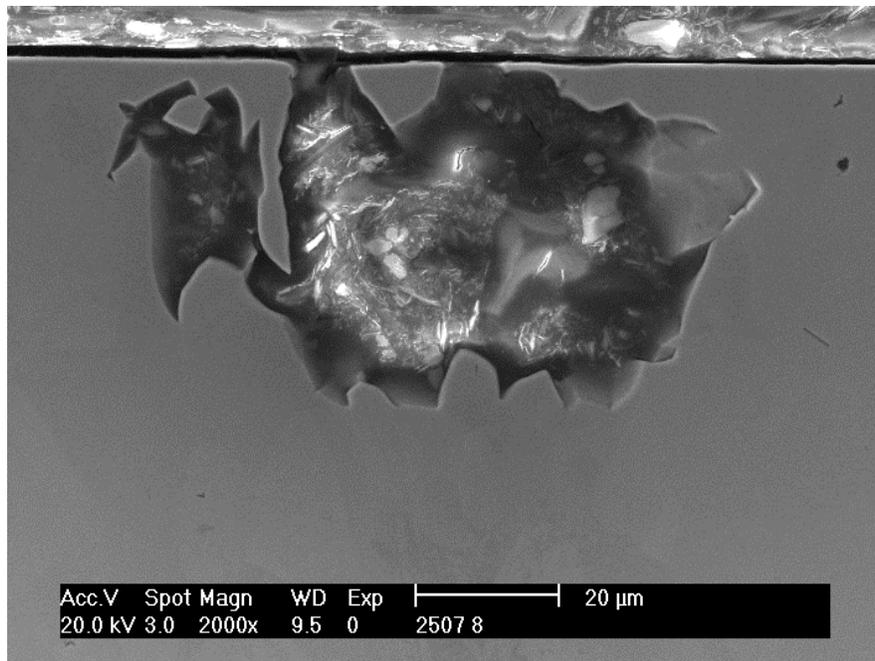
nas Micrografias 5.1 e 5.2 que a corrosão por pite do aço SAF 2205 tem início e propagação como corrosão seletiva da ferrita, fato confirmado através de análise por EDS, porém no aço SAF 2507 devido aos diminutos pites encontrados a propagação não é caracterizada, conforme mostra as Micrografia 5.3 e 5.4. A pequena penetração dos pites no aço SAF 2507 é outro indicativo de sua maior resistência à corrosão por pite.



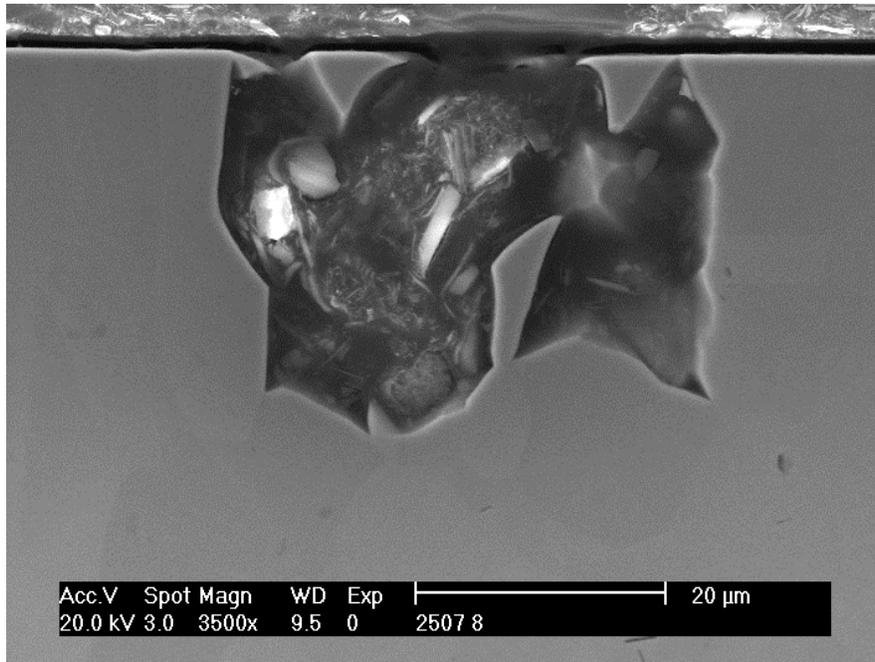
**Micrografia 5.1.** Imagem de elétrons secundários da seção transversal de amostra de SAF 2205 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta i^{\text{rev}}=10^{-1} \text{ A/cm}^2$ .



**Micrografia 5.2.** Imagem de elétrons secundários da seção transversal de amostra de SAF 2205 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta i^{rev}=10^{-1}$  A/cm<sup>2</sup>.



**Micrografia 5.3.** Imagem de elétrons secundários da seção transversal de amostra de SAF 2507 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta i^{rev}=10^{-1}$  A/cm<sup>2</sup>.



**Micrografia 5.4.** Imagem de elétrons secundários da seção transversal de amostra de SAF 2507 após polarização cíclica em 0,3M NaCl + 0,3M NaBr com  $\Delta i^{\text{rev}}=10^{-1}$  A/cm<sup>2</sup>.



## 6. CONCLUSÕES

Conforme proposto nos objetivos deste trabalho, pôde-se verificar maior susceptibilidade à corrosão por pite para o aço SAF 2205 do que para o aço SAF 2507. A ênfase do presente trabalho foi a comparação das diferenças no comportamento de resistência à corrosão por pite dos aços inoxidáveis dúplex SAF2205 e SAF 2507, através de variações eletroquímicas observadas tanto na solução 3,5% NaCl, quanto na solução 0,3M NaCl + 0,3M NaBr, estas foram principalmente explicadas como conseqüência da presença de maior quantidade de elementos de liga em solução sólida para o aço SAF 2507.

Em seguida estão destacadas as conclusões que puderam ser obtidas com o trabalho realizado:

1. O aço SAF 2205 apresenta dureza, limite de escoamento, resistência, e ruptura menores que o aço SAF 2507, pois apresenta menor quantidade de elementos de liga em solução sólida; pelo mesmo motivo, o alongamento total em 25 mm para o SAF 2507 é menor.
2. Em solução de 3,5% NaCl e em solução de 0,3M NaBr + 0,3M NaCl, os ensaios de polarização cíclica em amostras com superfície polida com sílica coloidal tem curva de polarização semelhante a da amostra lixada até granulometria #600. Deste modo, o uso de amostras com superfície polida não altera a credibilidade dos resultados.



3. Em solução 3,5% NaCl a maior resistência à corrosão do aço SAF 2507 não é caracterizada, devido provavelmente ao início da corrosão por pite associada a evolução de oxigênio.
4. A corrosão por pite do aço SAF 2205 tem início e propagação como corrosão seletiva da ferrita. Assim, pode-se afirmar que as fases ricas em cromo são preferencialmente atacadas em potenciais da região transpassiva.
5. Em solução (0,3M NaCl + 0,3M NaBr) fica evidente que o aço SAF2507 é mais resistente à corrosão por pite se comparado ao SAF2205, devido aos elevados valores de potencial de pite e proteção e ao baixo trabalho para repassivação dos pites formados.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEDRIKS, A. John *Corrosion of stainless steels*. John Wiley: NY 1996 2. Ed.  
Cap 1
- SEDRIKS, A. John *Corrosion of stainless steels*. John Wiley: NY 1996 2. Ed.  
Cap 2
- CALLISTER Jr., W. D. *Materials Science and Engineering: na Introduction*.  
Department of Metallurgical Engineering. The University of Utah. 4th Ed. Salt  
Lake City, Utah 1996 Section 12.5
- MAGNABOSCO, R. *Influência da microestrutura no comportamento eletroquímico  
do aço inoxidável SAF 2205*. Tese (Doutorado em engenharia) – Departamento  
de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade de São Paulo, 2001  
p. 6-14
- SOLOMON, H. D. DEVINE Jr., T. M. *Duplex stainless steels – a tale of two  
phases*. In: Duplex stainless steels – conference proceedings. ASM Metals Park:  
Ohio 1982 p. 693-756
- FLOREEN, S. RAYDEN, H. W. *Trans ASM*, 61 1968 p. 489-499
- RAYNOR, G. V. RIVLIN, V. G. *Phase Equilibria in Iron Ternary Alloys*. The  
Institute of Metals, London, 1988 p. 316-332
- POTGIETER, J. H. CORTIE, M. B. *Determination of the Microstructure and Alloy  
Element Distribution in Experimental Duplex Stainless Steels*. Materials  
characterization v.26 1991 p. 155-165



MATEO, A. GIRONÈS, A. KEICHEL, J. LLANES, L. AKDUT, N.  
ANGLADA, M. *Cyclic deformation behaviour of superduplex stainless steels.*  
Materials Science and Engineering A314, 2001 p. 176-185

Página da Internet - <http://www2.steel.sandvik.com/412567390034EAB6/Print/6C6C81CB17425ADCC1256E1F00470FE7?OpenDocument> –

Consultada em 18/01/2003

Página da Internet - <http://www2.steel.sandvik.com/sandvik/0140/internet/se01598.nsf/0/3fa54db2ca59d0764125685b004cebf8?OpenDocument> –

Consultada em 18/01/2003

MEGUID, E. A. Abd El *Pitting Corrosion Behavior of Type 904L Stainless Steel in Sodium Bromide Solutions.* Corrosion – Vol. 53, N° 8 p. 623-630

WOLYNEC, Stephan *Técnicas Eletroquímicas em corrosão.* Universidade de São Paulo, 2003 p. 13-17