

## REFERÊNCIAS

AACH, T.; SCHIEBEL, U.; SPEKOWIUS, G. Digital image acquisition and processing in medical x-ray imaging. *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 8, n. 1, 1999.

ADHE, K.N.; KAIN, V.; MADANGOPAL, K.; GADIYAR, H.S. Influence of sigma-phase formation on the localized corrosion behavior of a duplex stainless steel. *J. Materials Engineering and Performance*, v. 5, n. 4, p. 500-506, 1996.

AGUIAR, D. Processamento do aço inoxidável superduplex UNS S32520 por moagem de alta energia. Dissertação de Mrstrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil, 2008.

ASM INTERNATIONAL. *ASM handbook - metallography and microstructure - vol 9*. ASM International, 2004.

ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. A 240/A 240M:2000. Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications, ASTM International, USA, 2000.

ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, A 800/A 800M – 01. Standard practice for steel casting, austenitic alloy, estimating ferrite content thereof, ferrous castings; ferroalloys, west Conshohocken. vol.01.02, ASTM, 2001.

ATAMERT, S.; KING, J.E. Elemental partitioning and microstructural development in duplex stainless steel weld metal. *Acta Metal. Mater.*, vol. 39, n. 3, p. 273-285, 1991.

ATAMERT, S.; KING, J.E. Super duplex stainless steel, part I, heat affected zone microstructure. *Materials Science and Technology*. v. 8, n° 10, p. 896-911, 1992.

BADJI, R.; MAZA, H.; BELHESSA, B.; BETTAHAR, K.; BOUABDALLAH, M.; BACROIX, B.; KAHLOUN, C. Microstructure and microhardness of welded and annealed 2205 duplex stainless steel. In: *Materiaux 2006*, 13-17 November, 2006, Dijon, France. 2006.

BAIN, E.C.; GRIFFITHS, W.E. An introduction to the iron-chromium-nickel alloys. *Am. Inst. Min. Metall. Eng.*, v. 75, p. 166-211, 1927.

BARBOSA C.A.; MORI, F.Y.; SOUZA, M.H.C.; FALLEIROS, I.G.S. Formação de fase sigma em aço inoxidável austenítico-ferrítico. *Metalurgica-ABM*, v. 32, n. 227, p. 669-673, 1976.

BRANDI, S.D.; PADILHA, A.F. Weldability of duplex stainless steel UNS S 31803. 73rd American Welding Society Annual Meeting, Chicago, USA, p.22-23, 1992.

BÜHLER, H.E.; AYDIN, I. Chapter 3: applications of the interference layer method. In: VANDER VOORT, G.F. (Org.). *Applied metallography*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1986, p. 41-51.

BUSH, D.; BROWN, J.; LEWIS, K. An overview of NACE international standard MR0103 and comparison with MR0175. In: *CORROSION/2004 Annual Conference and Exhibition, Proceedings...* Paper n°04649, New Orleans, Louisiana, USA, 2004.

CHAI, G.; KIVISAAKK, U.; TOKARUK, J.; EIDHAGEN, J. Hyper duplex stainless steel for deep subsea applications, *Stainless Steel World*, p. 27-33, March, Sandviken, Sweden, 2009.

CHANDRA, T.; KUCHLMAYR, R.; Effect of strain rate on sigma formation in ferrite-austenite stainless steel at high temperatures, *Journal of Materials Science*, n° 23, p. 723 – 728, 1988.

CHARLES J.; BERNHARDSSON, S. Super duplex stainless steels: structure and properties. In: *DUPLEX STAINLESS STEELS'91*, Beaune, Proceedings. Ed: Charles, J.; Bernhardsson, S. Les Ulis, France, Les Éditions de physique, v.1, p.3-48, 1991.

CHARLES, J. Super duplex stainless steels: structure and properties. In *DUPLEX STAINLESS STEELS 91*, Beaune, Proceedings... Ed: CHARLES, J.; BERNHARDSSON, S. Les Ulis, France, Les Éditions de physique, v.1, p.151-168, 1991.

CHEN, T.H.; YANG, J.R. Effects of solution treatment and continuous cooling on sigma phase precipitation in a 2205 duplex stainless steel. *Materials Science and Engineering A*. vol 311, p. 28-41, 2001.

CORTIE, M.B.; KERR, J.; NANA, S.; KNIGHT, D.S. Experimental processing of FeCr sigma-phase powders, *Materials Forum*, n° 29, p. 262 – 267, 2005.

DANOIX, F.; AUGER, P.; BLAVETTE, D. Hardening of aged duplex stainless steels by spinodal decomposition. *Microscopy and Microanalysis*, n° 10, p. 349 – 354, 2004.

ECKENROD, J.J., PINNOW, K.E. Effects of chemical composition and thermal history on the properties of alloy 2205 duplex stainless steel. *New Developments in Stainless Steel Technology*. p. 77-87, 1984.

EGAN, F. Service experience of superduplex stainless steel in seawater. *Stainless Steel World*, v.9, n.10, p.61-63, 1997.

ELMER, J.W.; PALMER, T.A.; SPECHT, E.D. Direct observations of sigma phase formation in duplex stainless steels using in -situ synchrotron X-ray diffraction. The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International. vol. 38, n. 3, p. 464-475, 2007.

FAGER, S.A. Proc. Duplex Stainless Steels, Beaune (1991), Les Editons de Physique, Les Ulis Cedix (1991), p.403.

FAGER, S.A.; ODEGARD, L. Welding of the super duplex stainless steel Sandvik SAF2507 (UNS S32750). In: International Offshore and Polar Engineering Conference, Singapore 6-11 June, 1993. Proceedings..., International Society of Offshore and Polar Engineers, 1993.

GONZALES, R. C.; WOODS, R. Digital image processing. Wesley, 1993.

HALL, E.O.; ALGIE, S.H. The sigma phase. Metallurgical Reviews, v.11, p. 61-88, 1966.

HILKES, J. Welding Duplex Stainless Steel. Weld. J., vol. 11, p. 51-54 1995.

HONEYCOMBRE, R.W.K. Tradução do Inglês para Português por FORTES, M.A; FERRO, A.C. In: Aços: microestrutura e propriedades, ed.2, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1982.

JANA, S. Effect of heat input on HAZ properties of two duplex stainless steels. Journal of Materials Processing Technology. v. 33, p. 247-261, 1992.

KARLSSON, L.; RYEN, L.; PAK, S. Precipitation of intermetallic phases in 22% duplex stainless weld metals. Welding J. I, vol. 11, 1995.

KIHARA, H.; MASUBUCHI, K. Effect of residual stress on brittle fracture. Weld. J., Vol 38, n. 4, p. 195-198, 1959.

KOBAYASHI, D.Y.; WOLYNEC, S. Evaluation of the low corrosion resistant phase formed during the sigma phase precipitation in duplex stainless steels. *Materials Research*, vol. 2, n.4, p.239-247, 1999.

KOTECHI, D.J. Some pitfalls in welding of duplex stainless steels. *Soldag. Insp. São Paulo*, Vol. 15, No. 4, p.336-343, 2010.

LACOMBE, P.; BAROUX, B.; BERANGER G. *Stainless Steels*. Les Editions de Physique Les Ulis, France, 1993.

LARSSON, B.; LUNDQVIST, B. *Fabricating ferritic-austenitic stainless steels*. second edition, Sandvik R&D Centre report, 1987.

LIMA, N.B.; LIMA, L.M.G.; PADILHA, A.F. Capítulo 7: texturas de recristalização. In: TSCHIPTSCHIN, A.P., et. al, (Org.). *Textura e relação de orientação*. 2 ed. São Paulo, SP: TWA Studio Gráfico, 2003, p.107-128.

LONDOÑO, A.J.R. *Estudo da precipitação de nitreto de cromo e fase sigma por simulação térmica da zona afetada pelo calor na soldagem multipasse de aços inoxidáveis duplex*. Dissertação Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LOPEZ, N.; CID, M.; PUIGGALI, M. Influence of  $\sigma$ -phase on mechanical properties and corrosion resistance of duplex stainless steels. *Corrosion Science*, nº41, p.1615-1631, 1999.

MAEHARA, Y.; KOIKE, M.; JUJIRO, N.; KUNITAKE, T. Precipitation of  $\sigma$  phase in a 25Cr-7Ni-3Mo duplex phase stainless steel. *Trans. Iron Steel Japan*, v. 23, n. 3, p. 240-246, 1983.

MAGNABOSCO, R.; FALLEIROS, N.A. Efeito de longos tempos de aquecimento a 850°C sobre resistência à corrosão do aço UNS S31803 em meio ácido e meio aquoso contendo cloreto. In: 6º COTEC Conferência de Tecnologia de Equipamentos, 2002, Salvador, BA. 6ª COTEQ – Anais, 2002.

MAGNABOSCO, R., Kinetics of Sigma Phase Formation in a Duplex Stainless Steel, *Material Research*, vol. 12, n° 3, 321-327, 2009.

MARTINS, M.; CASTELETTI, L.C. Effect of heat treatment on the mechanical properties of ASTM A 890 Gr6A super duplex stainless steel. *Materials Characterization*, n. 55, p. 225 – 233, 2005.

MARTINS, M. Caracterização microestrutural-mecânica e resistência à corrosão de aço superduplex ASTM A890/A890M grau 6A, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2006.

MASUBUCHI, K.; MARTIN, D.C. Investigation of residual stresses by use of hydrogen cracking. *Weld. J.*, vol 40, n. 12, p. 553-563, 1961.

MENEZES, J.W.A.; REIS, F.E.U.; ABREU, H.F.G.; MIRANDA, H.C.; RIBEIRO, J.E.M.; OLIVEIRA, H.R. Efeito da energia de soldagem sobre a fração volumétrica da fase ferrítica no aço inoxidável duplex UNS S31803, 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador-BA, 2005

MERELLO, R.; BOTANA, F.J.; BOTELLA, J.; MATRES, M.V.; MARCOS, M. Influence of chemical composition on the pitting corrosion resistance of non-standard low-Ni high-Mn-N duplex stainless steels. *Corrosion Science*. v.45, p.909-921, 2003.

MONLEVADE, E.F. Relações de orientação resultantes da precipitação de austenita em ferrita em aço inoxidável dúplex. 93 f. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2002.

MONTGOMERY, Douglas C. Design and analysis of experiments. 5ª Edição. New York: John Wiley & Sons, 2001

NCSA. Apostila de Processamento Digital de Imagens, [página da Internet], [acesso em: 07/07/2010]. disponível em: <http://www.ncsa.illinois.edu/~kindr/phd/PART1.PDF>.

NEVES, S.C.M.; PELAES, E.G. Estudo e implementação de técnicas de segmentação de imagens. Revista Virtual de Iniciação Acadêmica da UFPA. Vol 1, n 2, 2001.

NILSON, J.O. Super duplex stainless steels. Materials Science and Technology, v.8, p. 685 – 700, 1992.

NORSTROM, L.A.; PETTERSON, S.; NORDINI, S.  $\sigma$ -phase embrittlement in some ferritic-austenitic stainless steels. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, vol. 12, p. 229-234, 1981.

NUNES, F.H.C.; SOUZA, L.A.C.; ARAÚJO, A.A.; CORREA, M.A. Disponibilizando e preservando o acervo sobre conservação e restauração de bens culturais móveis do CECOR. Revista Eletrônica de Iniciação Científica, 2002.

NUNES, T.M.A.; PIMENTA, A.R.; RANGEL C.L.; DINIZ M.G.; PAOLUCCI-PIMENTA J.M. Caracterização microestrutural por processamento digital de imagens e microdureza das fases do aço inoxidável duplex UNS S32760. In: 19 Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2010.

OLIVEIRA, J.G.A.; TORRES, A.A.U.; PACIORNIK, S.; D'ALMEIDA, J.R.M.; MAURICIO, M.H.P. Análise de um compósito complexo por microscopia eletrônica digital e análise de imagens. Matéria, v. 11, p. 273-277, 2006.

PACIORNIK, S.; MAURICIO, M.H.P. Digital imaging. In: ASM International. ASM handbook metallography and microstructure vol 9. ASM International, 2004. p. 368-402.

PACIORNIK, S.; de DEUS, G.; REIS, C.M.; MAURICIO, M.H.P.; PRIOLI, R. In situ atomic force microscopy and image analysis of dentine submitted to acid etching. *Journal of Microscopy*, v. 235, p. 236-243, 2007.

PACIORNIK, S. Processamento digital de imagem. [página da Internet], [acesso em: 25/04/2008]. Disponível em: <[www.dcmm.puc-rio.br/cursos/ipdi/](http://www.dcmm.puc-rio.br/cursos/ipdi/)>.

PADILHA, A.F.; GUEDES, L.C. Aços inoxidáveis austeníticos: microestrutura e propriedades, 3ª ed., Editora Hemus Ltda, São Paulo, 1994.

PADILHA, A.F. In: *Materiais de engenharia: microestrutura e propriedades*. São Paulo: Editora Hemus, Edição Eletrônica, vol. 1, 2000.

PADILHA, A.F.; RIOS, P.R. Review – decomposition of austenite in austenitic stainless steels, *ISIJ International*, vol. 42, nº4, p.325-337, 2002.

PADILHA, A.F.; PLAUT, R.L.; RIOS, P.R. Chapter 12: Stainless steels heat treatment. In: GEORGE, E.T. (Editor) (Org.). *Steel heat treatment: metallurgy and technologies*. 2th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, p. 695 – 739, 2007

PARK, Y.H.; LEE, Z.H. The effect of nitrogen and heat treatment on the microstructure and tensile properties of 25Cr – 7Ni – 1.5Mo – 3W – xN duplex stainless steel casting. *Materials Science and Engineering: A*. vol 297, n 1, p. 78 – 84, 2001.

PARR, J.G.; HANSON, A. *An introduction to stainless steel*. 3ª ed., ASM International, 1989.



PETTERSSON, C.O. Internal Report no. T9801209, Sandvik Steel R&D, Sandviken (1998).

PIMENTA, A.R.; DINIZ, M.G.; PARCIONIK, S. Análise das mudanças microestruturais de liga odontológica antes e depois do tratamento térmico através de processamento digital de imagem. In: XIII Encontro de modelagem computacional; Instituto Politécnico (IPRJ), Campos Regional da UERJ, Nova Friburgo / RJ, Brasil. 03-05 nov. 2010. Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas ABCM, 2010.

POHL, M.; PADILHA, A.F. Aços Inoxidáveis ferríticos – fusteníticos com microestrutura duplex, Nickel, v.3, n. 8, p. 7 – 8, 1988.

REICK, W.; POHL, M.; PADILHA, A. F. Recrystallization – transformation combined reactions during annealing of a cold rolled ferritic – austenitic duplex stainless steel. ISIJ International, vol 38, nº 6, p. 567 – 571, 1998.

ROBELOTTO, R.; LAMBASE, J.M.; TOY, A. Residual stresses in welded titanium and their effects on mechanical behavior. Welding Research. Vol. 47, p. 289-298, 1968.

ROMANI, E.C.; VITORETI, D.; GOUVÊA, P.M.P.; CALDAS, P.G.; PRIOLI, R.; PACIORNIK, S.; FOKINE, M.; BRAGA, A.M.B.; GOMES, A.S.L.; CARVALHO, I.C.S. Gold nanoparticles on the surface of soda-lime glass: morphological, linear and nonlinear optical characterization. Optics Express, v. 2, p. 5429-5439, 2012.

SANDVIK do Brasil S.A. Ind. e Com.; Quality certificate. Aprovado pelo Controle de Qualidade TRANSCONTROL; Engenheiro Rodrigo F. Rodrigues; Emitido 10 de Junho de 2008.

SANDVIK. Generated datasheet of Seamless tube and pipe - SAF 2707 HD. [página da Internet]. [atualizada em: 08/06/2010; acesso em: 07/07/2010]. Disponível em: <http://www.smt.sandvik.com/sandvik/0140/Internet/se01598.nsf>

SHIAO, J.J.; TSAI, C.H.; KAI, J.J. Phase transformations in ferrite phase of a duplex stainless steels aged at 500°C, *Scripta Metallurgica et Materialia*, vol.29, p.1451 – 1456, 1993.

SHIAO, J.J.; TSAI, C.H.; KAI, J.J.; HUANG, J.H. Aging embrittlement and lattice image analysis in Fe-Cr-Ni duplex stainless steel aged at 400°C. *Journal of Nuclear Materials*, nº 217, p.269 – 278, 1994.

SOLOMON, H.D.; LEVINSON, L.M. Mössbauer effect study of 475°C embrittlement of duplex and ferritic stainless steels. *Acta Metallurgica*, vol.26, p.429 – 442, 1978.

SOLOMON, H.D.; DEVINE, T.M. JR. Duplex stainless steels – a tale of two phases, American Society for Metals, Materials Park, Ohio, USA, 1983.

SOLOMON, H.D.; DEVINE, T.M. Duplex stainless steels – a tale of two phases. In: LULA, R.A. (Ed.) Proc. Conf. Duplex Stainless Steels'82. Proceedings..., ASM, Materials Park, OH, EUA, 1984, p. 693 – 756.

SOUZA, A.; PEREA, E.; SIGNORELLI, R.; SAF 2707 HD<sup>R</sup> (UNS S32707) – um aço inoxidável hiperduplex para ambientes severos contendo cloretos. In: Seminário Brasileiro do Aço Inoxidável, 9., 2008, São Paulo. Anais..., 2008. p.262-268.

STENVALL, P., HOLMQUIST, M. Weld properties of sandvik SAF 2707 HD. Sandivik Materials Technology, Sweden and The Netherlands, October 2008.

STEVENSON A.W., GOUGH P.G., FARRAR J.C.M. The weldability of super duplex alloys – welding consumable and procedure development for Zeron 100. International Institute of Welding International Conference, Den Haag, Netherlands, 1991.

STREICHER, M.A. Stainless steels: past, present and future. In: Stainless steel'77 conference, London, September 26 – 27. Proceedings..., p. 1 – 34, 1977.

TANASUGARN, L.; MCNEIL, P.; REYNOLDS, G.T.; TAYLOR, D.L. Microspectrofluorometry by digital image processing: measurement of cytoplasmic pH. JCB, vol. 98, n. 2, p. 717-724, 1984.

TAVARES, S.S.M.; NORONHA, R.F.; SILVA, M.R.; NETO, J.M.; PAIRIS, S. 475°C embrittlement in a duplex stainless steel UNS S31803. Materials Research, Vol. 4, nº4, p.237 – 240, 2001.

TRANSCONTROL; Especificação de Engenharia: Aço Inoxidável Superduplex UNS S32750 – Conformado a Quente com Requisitos API 6 A e ISO 15156. Elaborado por Alessandra A. Lins e aprovado por Renato Ferreira; Emitido 03 de Setembro de 2007.

TRUMAN, J.E.; PIRT, K.R. Duplex Stainless Steel. Ed. Lula R.A. ASM, Metals Park, OH, USA, p. 113-142, 1983.

TSCHIPTSCHIN, A.P.; GARZÓN, C.M. Capítulo 16: Textura e Relações de Orientações e Camadas Obtidas por Nitretação Superficial de Aços Inoxidáveis em Alta Temperatura. In: TSCHIPTSCHIN, A.P., et. al, (Org.). Textura e relação de orientação. 2 ed. São Paulo, SP: TWA Studio Gráfico, 2003, p.309-328.

TSENG, K.H.; CHOU, C.P. The effect of pulsed GTA welding on the residual stress of a stainless steel weldment. J. Mater. Process. Technol. Vol. 123, p. 346-353, 2002.

URA, M.M.; PADILHA, A.F.; ALONSO, N. Influência da Fase Alfa Linha ( $\alpha'$ ) Sobre a Resistência à Corrosão por Pite de aços Inoxidáveis Duplex, 49<sup>o</sup> Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais, Anias... ABM, São Paulo, p. 337 – 349, 1994.

VANDER-VOORT, G.F. Tint etching. Metal Progress, p. 31-41, 1985.

VANDER-VOORT, G.F. Chapter 1: phase identification by selective etching. In: VANDER-VOORT, G.F. (Org.). Applied metallography. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1986, p. 1-19.

VORONENKO, B.I. Austenitic – ferritic stainless steels: a state-of-art review, Material Science and Heat Treatment, vol. 39, n<sup>o</sup> 9 – 10, p. 428 – 437, 1997.

VUROBI, S.; MITSUYUKI, O. Técnicas metalográficas para caracterização microestrutural dos aços. In: 2<sup>o</sup> Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais – 14 a 18 de Agosto de 2008.

WANG, S.H.; CHIU, P.K.; YANG, J.R.; FANG, J. Gamma phase transformation in pulsed GTAW weld metal of duplex stainless steel. Materials Science and Engineering: A, vol. 420, p. 26-33, 2006.

WASHKO, S.D.; AGGEN, G. Wrought stainless steels. In: ASM International. ASM Handbook, Vol 1, properties and selection: irons, steels, and high-performance alloys. ed. 10, p. 841 – 907, 1993.

WEISBRODT-REISCH, A.; BRUMMER, M.; HADLER, B.; WOLBANK, B.; WERNER, E.A. Influence of temperature, cold deformation and a constant mechanical load on the microstructural stability of a nitrogen alloyed duplex stainless steel. Materials Science and Engineering: A. vol. 416, n.1, p.1-10, 2006.

WILMS, M.E.; GADJIL, V.J.; JROUGMAN, J.M.; IJSSELING, F.P. The effect of  $\sigma$ -phase precipitation at 800°C on the corrosion resistance in sea-water of a high alloyed duplex stainless steel. *Corros. Sci.*, v. 36, n. 5, p. 871-881, 1994.

ZUCATO, I.; MOREIRA, M.C.; MACHADO, I.F.; LEBRÃO, S.M.G.  
Microestructural characterization and effect of phase transformations on toughness of the UNS S311803 duplex stainless steel aged at 850°C. *Materials Research*, vol. 5, nº 3, p.385 – 389, 2002.