

## **7. PERSPECTIVAS DO TRABALHO**

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem a realização de outros estudos como:

- 7.1** Avaliação da atividade, seletividade e estabilidade destes catalisadores na reação de reforma a vapor de metano.
- 7.2** Estudo do efeito de diferentes temperaturas de calcinação em relação à área superficial específica e à redutibilidade do níquel destes catalisadores.
- 7.3** Estudo da influência de catalisadores de níquel suportado em óxidos de zircônio e alumínio contendo um segundo metal (rutênio, irídio) destinados à reação de reforma de metano.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AARON, W.; DWIGHT, K. **Solid state chemistry: synthesis, structure and properties**. New York: Chapman & Hill, 1993.

ARMOR J.N. The multiples roles for catalysis in the production of H<sub>2</sub>. **Applied Catalysis: A- General**, v. 176, n.2, p.159 – 176. 1999

BERNAL, C.; BOLDARINI, A.; BREVIGLIERI, S.; GOMES, E. Influência de alguns parâmetros experimentais nos resultados de análises calorimétricas diferenciais – Dsc. **Química Nova**, v.25, n. 5, p.849-855, 2002.

BUENO, A. W. **Manual de espectroscopia vibracional**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

BURGESS, J. **Metal ions in solution**. New York: John Wiley & Sons. 1978.

BURRIEL, F.; LUCENAS, F.; ARRIBAS, S. **Química analítica cuantitativa**. Madrid: Paraninfo, 1964.

BUTLER, G.; CAIRNS, J.A.; SCOTT, K.T. **Methanation and steam reforming catalyst**. UK Patent Application GB 2 188 251, 30 Sep. 1987.

CAMPANATI, M.; FORNASARI, G.; VACCARI, A. Fundamentals in the preparation of heterogeneous catalysts. **Catalysis Today**, v.77, n. 4, p.299-314, 2003.

CARDOSO, D. **Introdução à catálise heterogênea**. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos, 1987.

CIOLA, R. **Fundamentos da Catálise**. São Paulo: Moderna. 1981.

COSTA, A.L. **Efeito das condições de preparação do óxido sulfatado de zircônio contendo ferro**. Salvador, 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Feral da Bahia.

COTTON, F.A.; WILKINSON, G. **Química inorgánica avanzada**. México: Limusa, 1996.

Das VIRGENS, F.C. **Efeito do método de preparação nas características texturais do óxido de zircônio contendo cromo, alumínio ou tório**. Salvador, 1998. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Feral da Bahia.

DAVIS, B.H. Effect of pH on crystal phase of  $ZrO_2$  precipitated from solution and calcined at  $600^\circ C$ . **Journal of American Ceramic Society**, v. 67 C-168. 1984.

DISLICH, H. New routes to multicomponent oxide glasses. **Angewandte Chemie International Edition English**, v.10, n.6, p.363-, 1971.

DROGUETT, S. **Elementos de catalise heterogênea**. Washington, D.C.: OEA., 1983.

DUCHET, J.C.; TILLIETTE, M.J.; CORNET, D. Preparation and stabilization of high specific area zirconia carriers. **Catalysis Today**, v.10, n. 4, p. 507-520, 1991.

DURAND-KEKLIKIAN, L.; HAQ, I.; MATIJEVIĆ, E. Preparation and characterization of well-defined colloidal nickel compounds. **Colloids and Surfaces: A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 92, p. 267-275, 1994.

ESTELLE, J.; SALAGRE, P.; CESTEROS, Y.; SERRA, M.; MEDINA, F.; SUEIRAS, J. Comparative study of the morphology and surface properties of nickel oxide prepared from different precursors. **Solid State Ionics**, v. 156, n. 1-2, p 233– 243, 2003.

FARAUTO, R.J.; Bartholomew, C.H. **Fundamentals of industrial catalytic processes**. Lisboa: Chapman & Hall, 1987.

FERNANDES, J. **Química analítica qualitativa**. São Paulo: Hemus, 1982.

FIGUEIREDO, J.L.; RIBEIRO, F.R. **Catálise heterogênea**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.

FREEMAN, B.; LEE, S.; ADELE, R. **Infrared spectra and characteristic frequencies  $\sim 700-300\text{cm}^{-1}$** . New York: Interscience, 1968.

GAO, P.; MENG, L. J.; DOS SANTOS, M. P.; TEIXEIRA, V.; ANDRITSCHKY, M. Study of ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> multilayers. **Vacuum**, v. 64, n. 3-4, p. 267-273, 2002.

GONZALEZ, R. D.; LOPEZ, T.; GÓMEZ, R. Sol-gel preparation of supported metal catalysis. **Catalysis Today**, v. 35 p. 293-317, 1997.

GONZÁLEZ-CORTÉS, S. L.; OROZCO, J.; FONTAL, B. Oxidative transformation of methane on 1.5 mol % Sr<sup>+2</sup>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-supported nickel catalysts. **Applied Catalysis: A-General**, v. 213, n. 2, p. 259–271, 2001.

HENRY, M.; JOVILET, P.; LIVAGE, J. Aqueous chemistry of metal cations. **Structure and Bonding**, v. 77, p. 153-206, 1991.

HUBERT J.; ASHA K. V.; ARULDHAS, G.; DAMODARAN, A. D.; WARRIER, K. FTIR as a tool to study high-temperature phase formation in sol–gel aluminium titanate. **Journal of Solid State Chemistry**, v.131, n.1, p. 181-184, 1997.

JONES, R. W. **Fundamental principles of sol-gel technology**. London: Institute of Metals Publisher, 1989.

JUNG, K. T.; BELL, A. T. The effects of synthesis and pretreatment conditions on the bulk structure and surface properties of zirconia. **Journal of Molecular Catalysis: A-Chemical**, v. 163, n. 1-2, p. 27-42, 2000.

KIJENSI, J.; BAIKER, A. Acidic sites on catalyst surfaces and their determination. **Catalysis Today**, v. 5, n. 1, p. 1-120, 1989.

KIKKAWA, S.; KIJIMA, A.; HIROTA, K.; YAMAGUCHI, O. Soft solution preparation methods in a ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> binary system. **Solid State Ionic**, v. 151, n. 1-4, p. 359-364, 2002.

KLIMOVA, T.; ROJA, M.; CASTILLO, P. CUEVAS, R.; RAMIRES, J. Characterization of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub> mixed oxide catalytic supports prepared by the sol – gel method. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 20, n. 4-6, p. 293-306, 1998.

LAMBER R.; SCHULZ – EKLOFF, G. Characterization of microstructures in nickel alumina catalysts by analytical electron microscopy. **Surface Science**, v. 258, p. 107, 1991.

LE PAGE, J.-F.; COSYNS, J.; COURTY, E. F.; et al. **Applied heterogeneous catalysis, design, manufacture and use of solid catalysts**. Paris: Institut Français du Pétrole Publications. 1987.

LEE, J. D. **Química inorgânica**. São Paulo: Editora Edgard Blücher. 1996.

LIVAGE, J. Sol-gel synthesis of heterogeneous catalysts from aqueous solutions. **Catalysis Today**, v.41, n. 1-3, p. 3-19, 1998.

LIVAGE, J.; HENRY, M.; SANCHES, C. Sol-gel chemistry of transition metal oxides. **Progress in Solid State Chemical**, v.18, p. 259-341, 1998.

LU, Y.; XUE, J.; YU, C.; LIU, Y.; SHEN, S. Mechanistic investigation on the partial oxidation of methane to synthesis gas over a nickel-on-alumina catalyst. **Applied Catalysis: A- General**, v. 174, n. 1-2, p. 121-128, 1998.

MAITY, S.K.; RANA, M. S.; SRINIVAS, B. N.; BEJ, S. K.; MURALI DHAR, G.; PRASADA RAO, T. S. R. Characterization and evaluation of ZrO<sub>2</sub> supported hydrotreating catalysts. **Journal of Molecular Catalysis: A- Chemical**, v.153, n. 1-2, p. 121-127, 2000.

MALUF, S.; ASSAF, E.; Catalisadores Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> promovidos com molibdênio para a reação de reforma a vapor de metano. **Química Nova**, v. 26, p. 181 – 187, 2003.

MASTELARO, V.; BRIOIS, V.; SOUZA, D.; SILVA, C. Structural studies of a ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> doped system. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 23, n. 2, p. 273-282, 2003.

MARTURANO, M.; AGLIETTI, E.; FERRETI, O. Nature of Ni-Al developed phases during thermal activation in relation to the preparation techniques. Part I: calcinations. **Thermochimica Acta**, v. 336, n. 1-2, p. 47-54, 1999.

MISHRA, D.; ANAND, S.; PANDA, R.; DAS, R. Statistical optimization of conditions for the hydrothermal precipitation of boehmite. **Hydrometallurgy**, v. 58, n. 2, p. 169-174, 2000.

MISHRA, D.; ANAND, S.; PANDA, R.; DAS, R. Hydrothermal preparation and characterization of boehmites. **Materials Letters**, v. 42, n. 1-2, p.38-45, 2000.

MONTOYA, J.; ROMEO-PASCUAL, E.; GIMON, C.; DEL ANGEL, C.; MONZON, A. Methane reforming with CO<sub>2</sub> over Ni/ZrO-CeO catalysts prepared by sol-gel. **Catalysis Today**, v. 63, n. 1, p. 71-85, 2000.

MOREAU, S.; GERVAIS, M.; DOUY, A. Formation of metastable solid solution in the ZrO<sub>2</sub>-rich part of the system ZrO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **Solid State Ionics**, v.101-103, p. 625-631, 1997.

NIEMANTSVERDIET, J. W. **Spectroscopy in catalysis: a introduction.**  
Alemanha: VCH Publishers. 1993.

NYQUIST, R.A.; KAGEL, R. O. **Infrared spectra of inorganic compounds.**  
Orlando: Academic Press. 1971.

PARERA, J. M. Promotion of zirconia acidity by addition of sulfate ion. **Catalysis Today**, v. 15, n. 3-4, p. 481-490, 1992.

PATIL, P.S.; KADAM L. D. Preparation and characterization of spray pyrolyzed nickel oxide (NiO) thin films. **Applied Surface Science**, v.199, n.1-4, p. 211–221, 2002.

PEJOVA, B.; KOCAREVA, T.; NAJDOSKI, M.; GROZDANOV, I. A. Solution growth route to nanocrystalline nickel oxide thin films. **Applied Surface Science**, v.165, n. 4, p. 271-278, 2000.

PEÑA, M.A.; GOMEZ, J.P.; FIERRO, J.L.; New catalytic routes for syngas and hydrogen production. **Applied Catalysis: A- General**, v. 144, n. 1-2, p. 7 – 57, 1996.

PEREGO, C.; VILLA, P. Catalyst preparation methods. **Catalysis Today**, v. 34, n. 3-4, p. 281-305, 1997.

PINNA, F. Supported metal catalysts preparation. **Catalysis Today**, v.41, n. 1-3, p. 129-137, 1998.

RANGEL, M.C. **Processo sol-gel processos recentes na área e suas aplicações.**  
Campinas, 1988. Exame de Qualificação (Doutorado em Química) - Universidade de Campinas.

REDDY, B.; CHOWDHURY, B.; SIMIRNIOTIS, P. An XPS study of the dispersion of MoO<sub>3</sub> on TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>, and SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> mixed oxides. **Applied Catalysis: A- General**, v. 211, n. 1, p. 19-30, 2001.

RICHARDSON, J.; TURK B.; TWIGG, M. Reduction of model steam reforming catalysts: effect of oxide additives. **Applied Catalysis: A-General**, v. 148, n. 1, p. 97 – 112, 1996.

RICHARDSON, J.; TWIGG, M. Reduction of impregnated NiO/ $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> association of Al<sup>+3</sup> ions with NiO. **Applied Catalysis: A- General**, v.167, n. 1, p. 57-64, 1998.

ROH, H.-S.; JUN, K.-W.; DONG, W.-S.; CHANG, J.-S.; PARK, S.-E.; JOE Y.-I. Highly active and stable Ni/Ce-ZrO<sub>2</sub> catalyst for H<sub>2</sub> production from methane. **Journal of Molecular Catalysis: A- Chemical**, v. 181, n. 1-2, p. 137-142, 2002.

ROH, H.-S.; JUN, K.-W.; PARK, S.-E. Methane-reforming reactions over Ni/Ce-ZrO<sub>2</sub>/θ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts. **Applied Catalysis: A- General**, v.251, n. 2, p. 275-283, 2003.

ROSTRUP-NIELSEN J.R., DYBKJAER, C.L.B., Steam reforming opportunities and technology. In LASA, H.I.; DOVGU, G.; RAVELLA, A. **Chemical reactor technology for environmentally safe reactors and products**. Dordrecht: Klumer Academic Publishers. 1991. p. 249.

ROSTRUP-NIELSEN J. R. Production of synthesis gas. **Catalysis Today**, v.18, n. 4, p. 305 – 324, 1993.

RYNKOWSKI, J. M.; PARYJCZAK, T.; LENIK, M. On the nature of oxidic nickel phases in NiO/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts. **Applied Catalysis A: General**, v. 106, n. 1, p. 73-82, 1993.

Halawy, S. A.; MOHAMED A. M. The use of MoO<sub>3</sub> and NiO (pure or mixed) oxide catalysts in the decomposition of KMnO<sub>4</sub>. **Thermochimica Acta**, v., 345, n. 2, p. 157-164, 2000.

SOHN, J.R.; LEE, S.Y. High catalytic activity of NiO-ZrO<sub>2</sub> modified with WO<sub>3</sub> for ethylene dimerization. **Applied Catalysis: A- General**, v.164, n. 1-2, p. 127-140, 1997.

SRINIVASAN, R.; WATKINS, T.R.; HUBBARD, C. R.; DAVIS, B. H. Sulfated zirconia catalysts – the crystal phases and their transformations. **Chemistry of Materials**, v. 7, n. 4, p. 725, 1995.

ŠTEFANIĆ, G.; MUSIĆ, S.; GRŽETA, B.; POPOVIĆ, S.; SEKULIĆ, A. Influence of pH on the stability of low temperature t-ZrO<sub>2</sub>. **Journal of Physics and Chemistry of Solids**. v. 59, n. 6-7, p. 879-885, 1998.

ŠTEFANIĆ, G.; MUSIĆ, S.; GRŽETA, B.; POPOVIĆ, S.; FURIĆ, K. Formation of ZrO<sub>2</sub> by the thermal decomposition of zirconium salts. **Croatica Chemica Acta**, v. 69, n. 1, p. 223-239, 1996.

SZABÓ, Z.; KALLÓ, D. **Contact catalysis**. New York: Elsevier Scientific Publishing. 1976.

TANABE, k.; MOSONO, M.; ONO, Y.; HATTORI, H. **New solid acids and bases, their catalytic properties**. New York: Elsevier Science Publishing, 1989.

TRIMM, D.; Coke formation and minimisation during steam reforming reactions. **Catalysis Today**, v. 37, n. 3, p. 233 – 238, 1997.

TWIGG, M. V. **Catalyst handbook**. London: Mason Publishing, 1997.

TWIGG, M.; RICHARDSON, J. Effects of alumina incorporation in coprecipitated NiO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts. **Applied Catalysis: A- General**, v. 190, n. 1-2, p. 61 – 72, 2000.

VOGEL, A. **Química analítica cuantitativa**. Buenos Aires: Kapelusz, 1953.

WAGNER, C.; RIGGS, W.; MOULDER, J.; DAVEIS, L. **Handbook of X-ray photoelectron spectroscopy**. Minesota (USA): Perkin-Elmer Corporation, 1979.

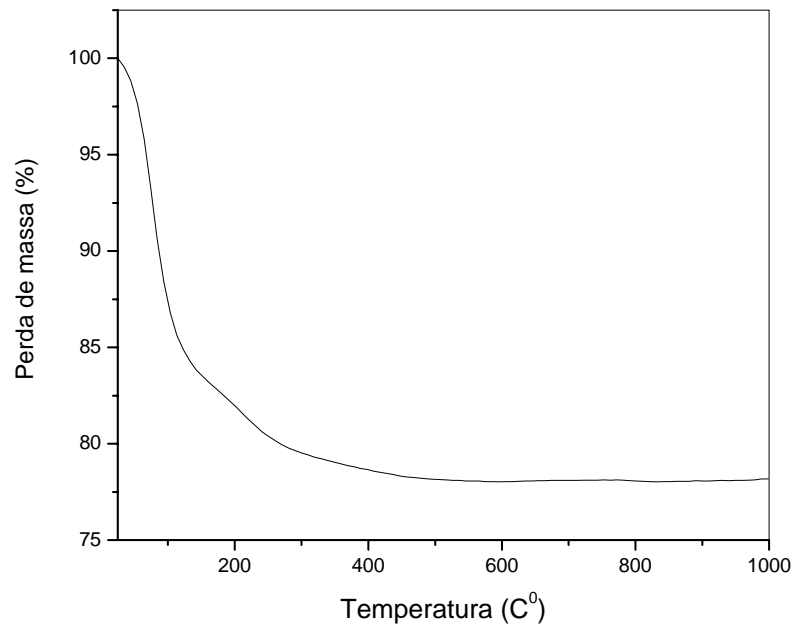
WANG, J. A.; VALENZUELA, M. A.; SALMONES, J.; VÁSQUES, A.; GARCIA-RUIZ, A.; BOKHIMI, X. Comparative study of nanoacrylline zirconia prepared by precipitation and sol-gel methods. **Catalysis Today**, v. 68, n. 1-3, p. 21-30, 2001.

WANG, J.; LIN, D.; HU, Y.; ZHENG, G.; HU, Z.; CHEN, Y. Dispersion of NiO supported on  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and TiO<sub>2</sub>/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supports. **Journal of Solid State Chemistry** v.157, n. 2, p. 274-282, 2001.

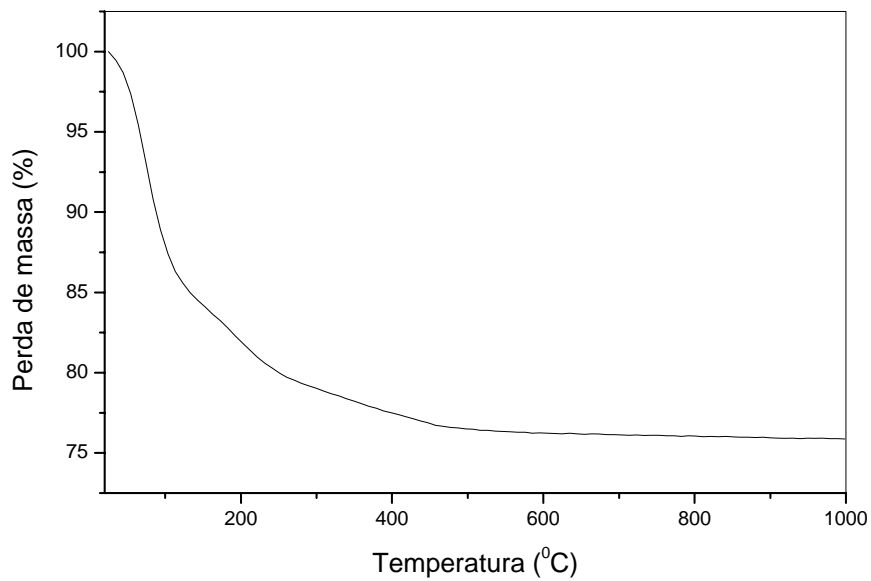
YAO, N.; XIONG, G.; ZHANG, Y.; HE, M.; YANG, W. Preparation of novel uniform mesoporous alumina catalysts by the sol-gel method. **Catalysis Today**, v 68, n. 1-3, p. 97-109, 2001.



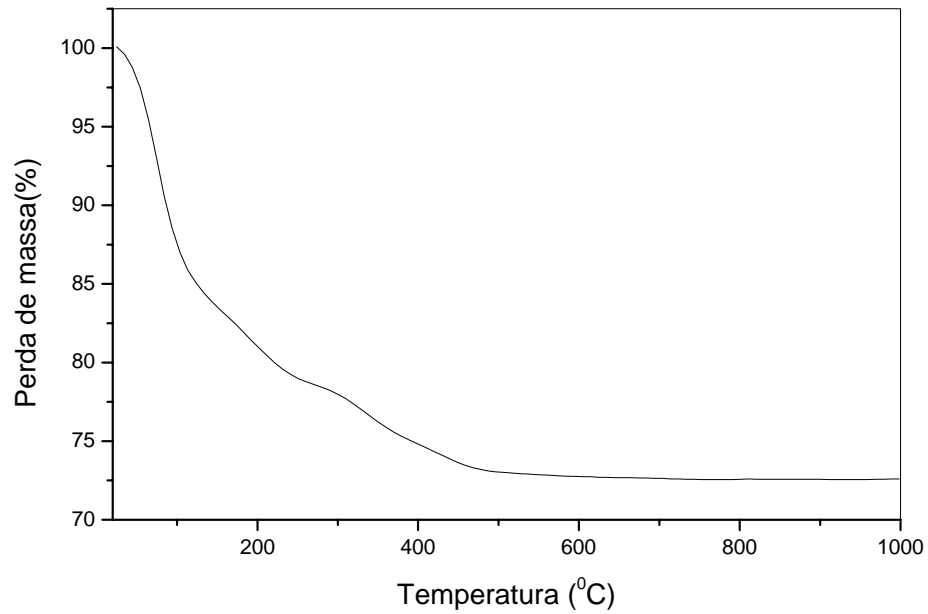
## 9. ANEXOS



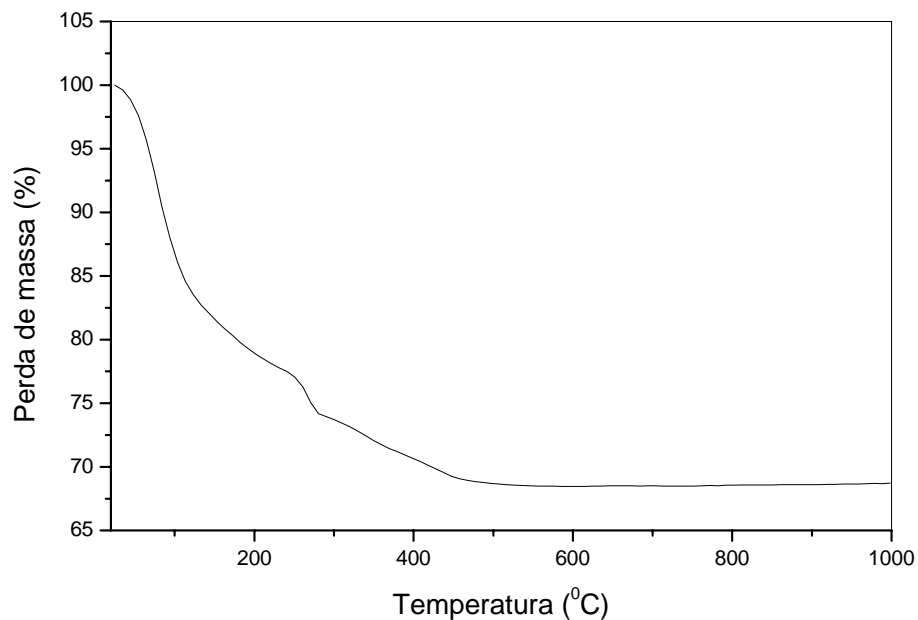
**Figura 55:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor de óxido de zircônio (Amostra Z).



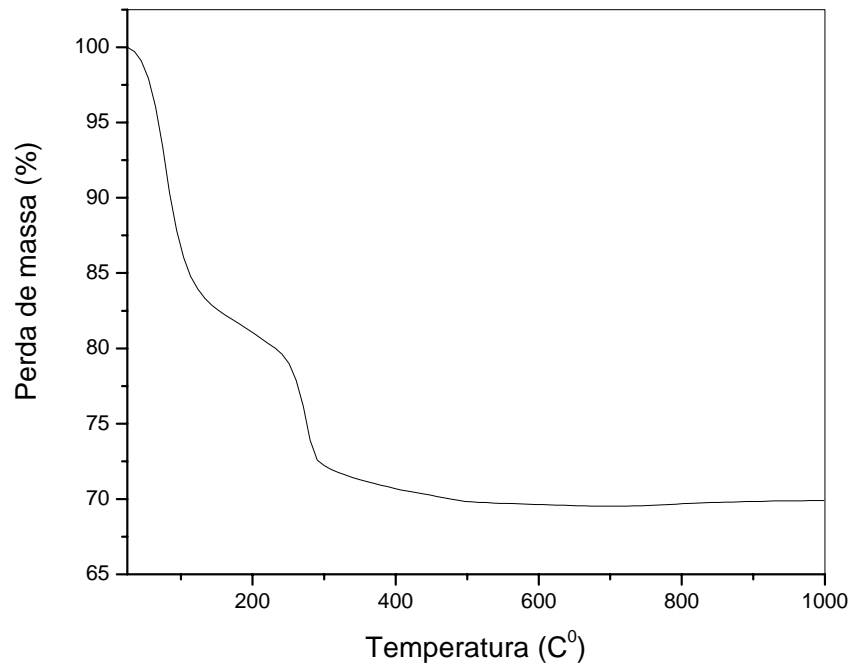
**Figura 56:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 10 (Amostra ZA10).



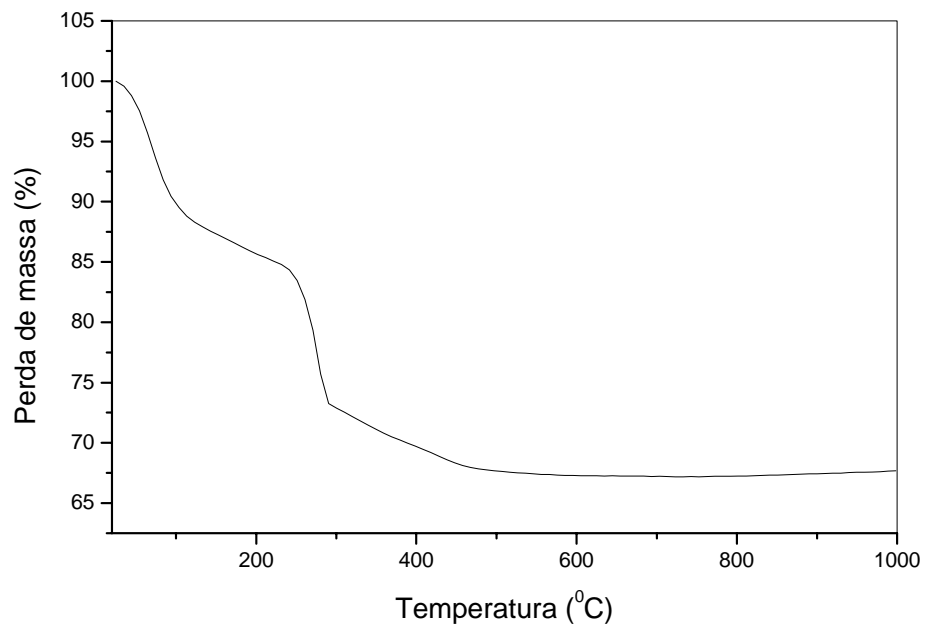
**Figura 57:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 5 (Amostra ZA5).



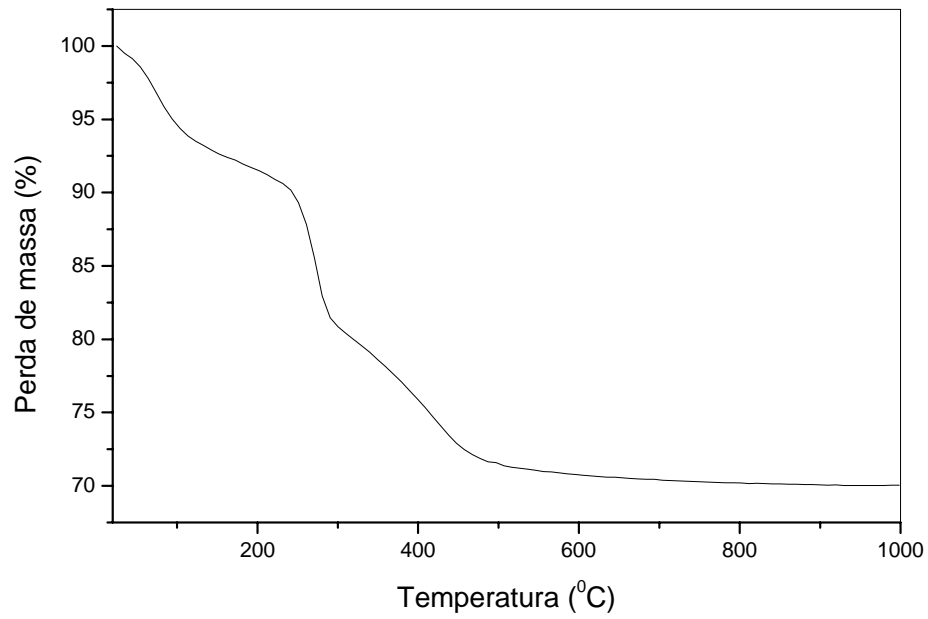
**Figura 58:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 2 (Amostra ZA2).



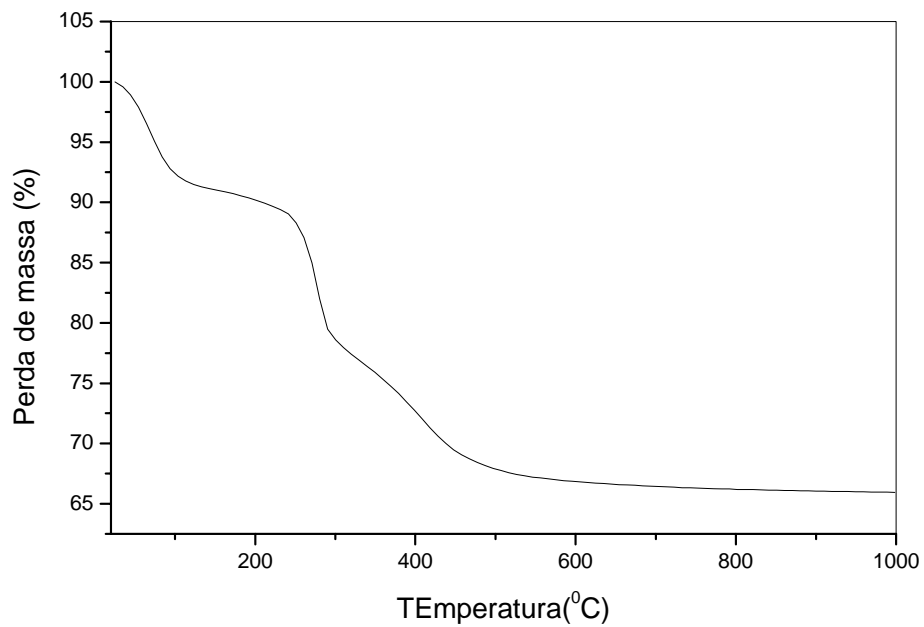
**Figura 59:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 1 (Amostra ZA1).



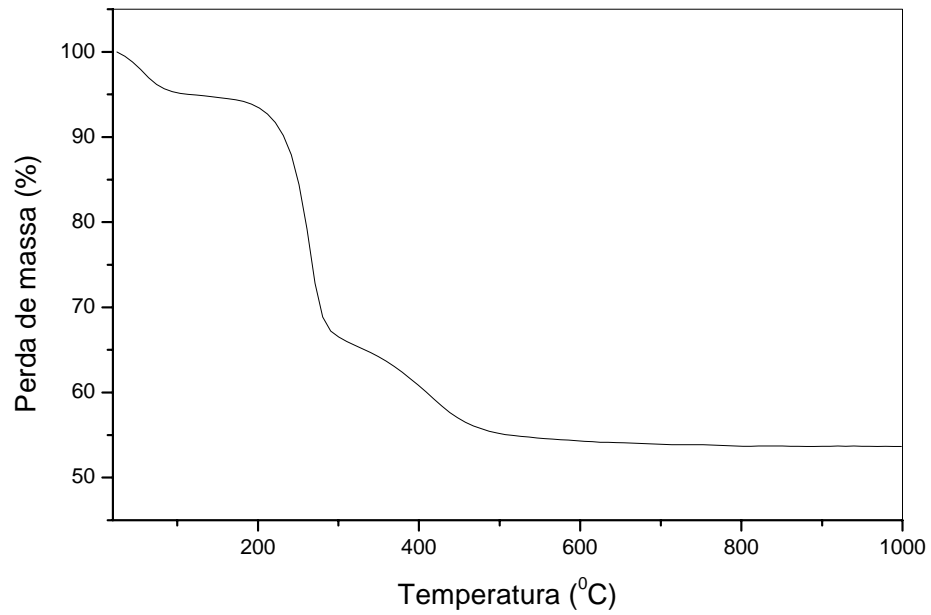
**Figura 60:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,5 (Amostra ZA05).



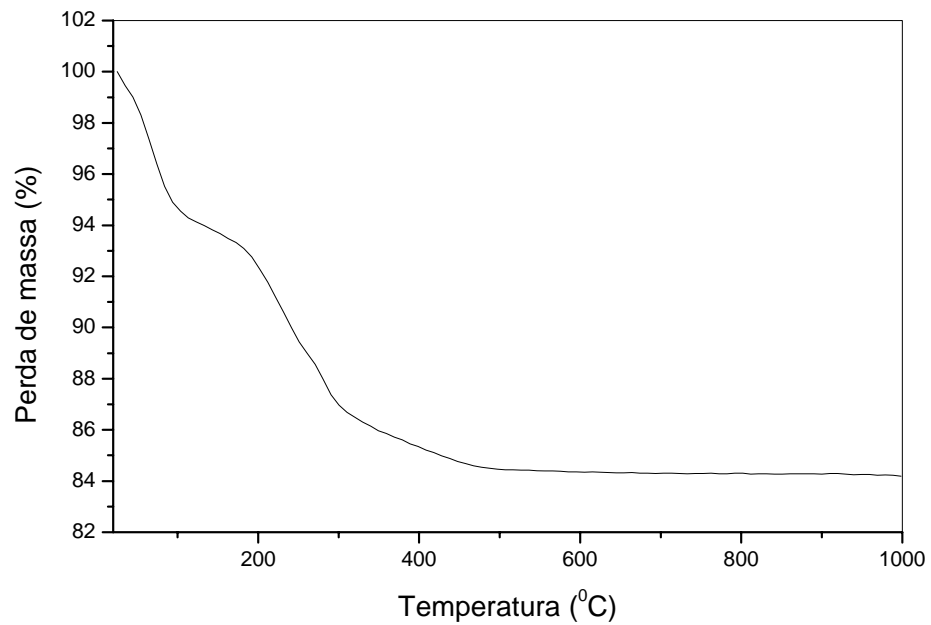
**Figura 61:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,2 (Amostra ZA02).



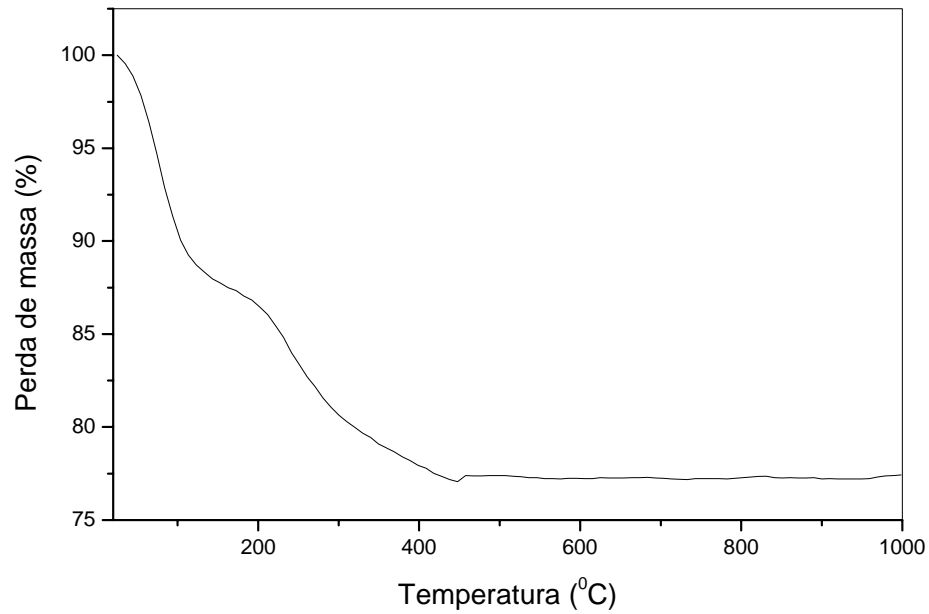
**Figura 62:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,1 (Amostra ZA01).



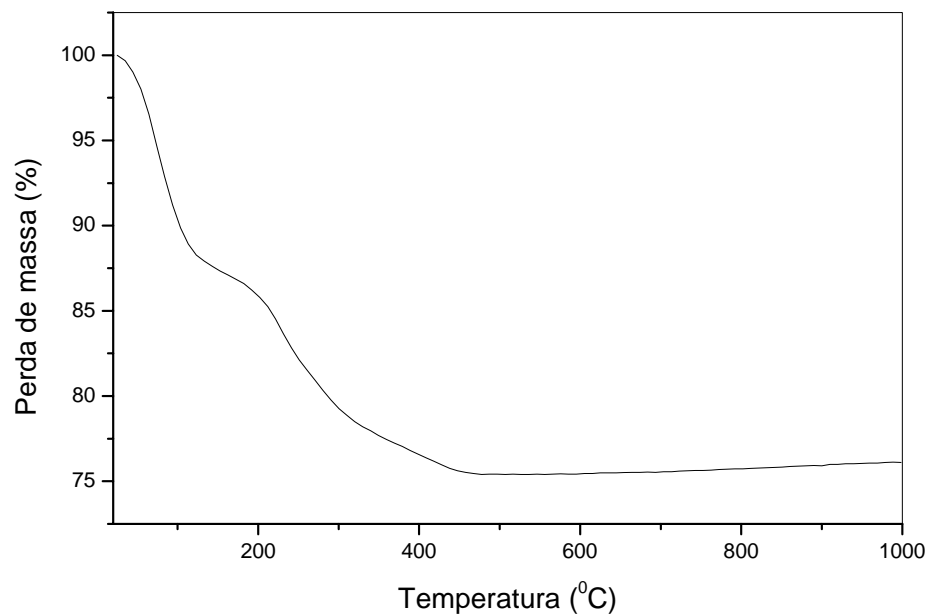
**Figura 63:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor óxido de alumínio (Amostra A).



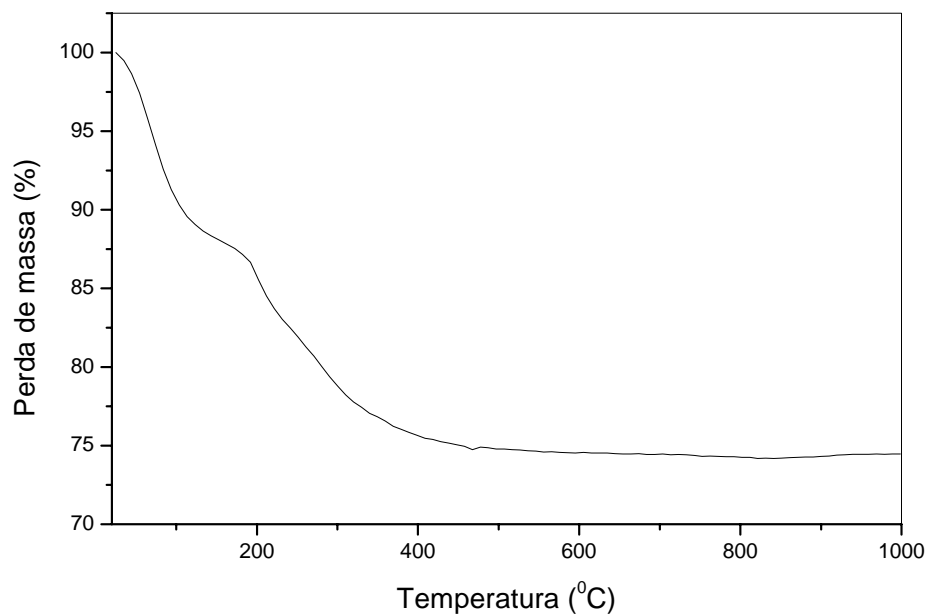
**Figura 64:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio (amostra NZ).



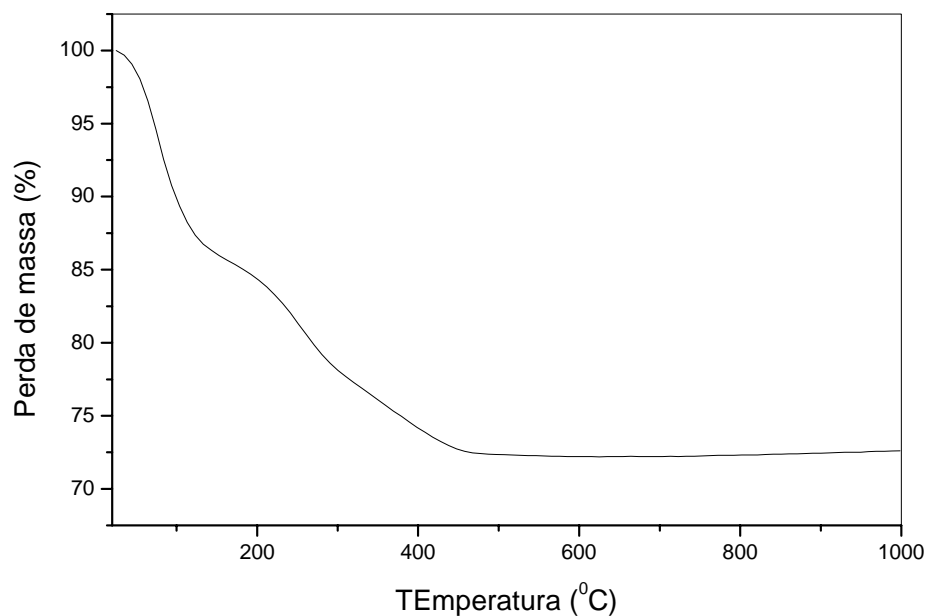
**Figura 65:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 10 (Amostra NZA10).



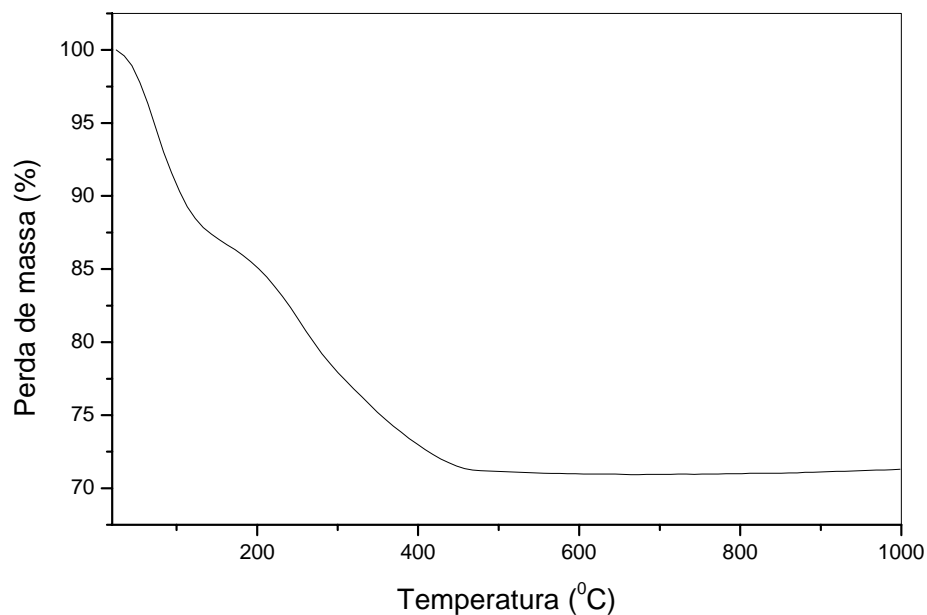
**Figura 66:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 5 (Amostra NZA5).



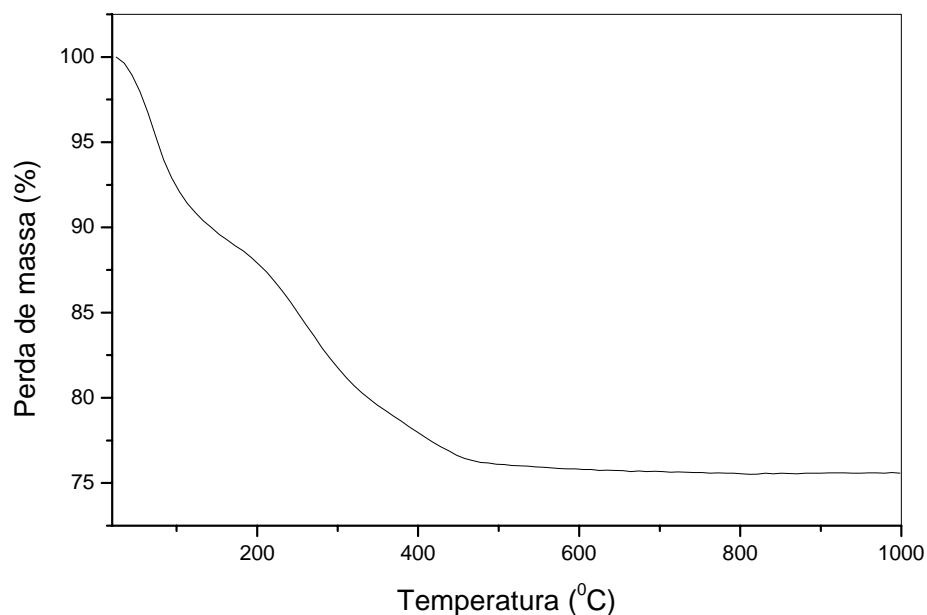
**Figura 67:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 2 (Amostra NZA2).



**Figura 68:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 1 (Amostra NZA1).

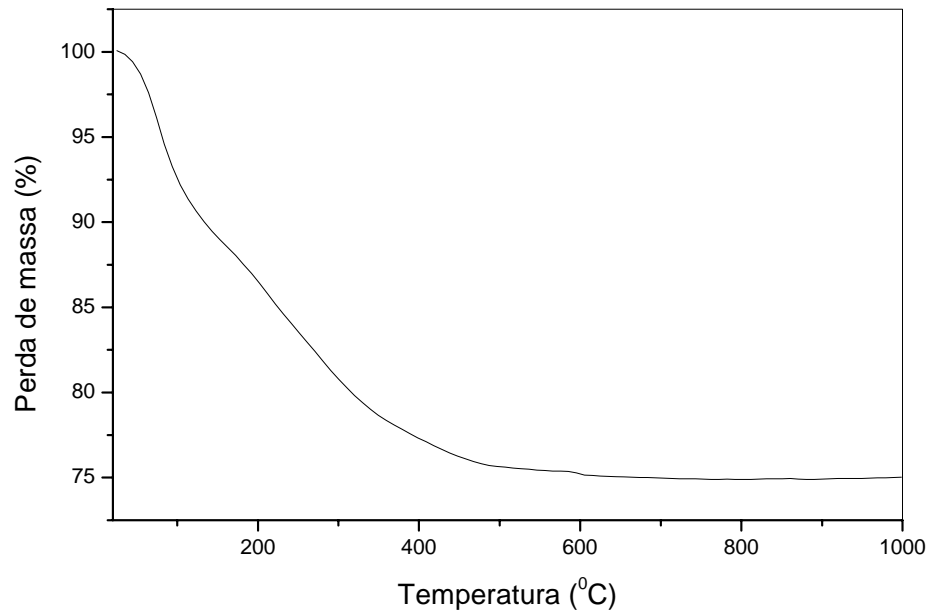


**Figura 69:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 0,5 (Amostra NZA05).

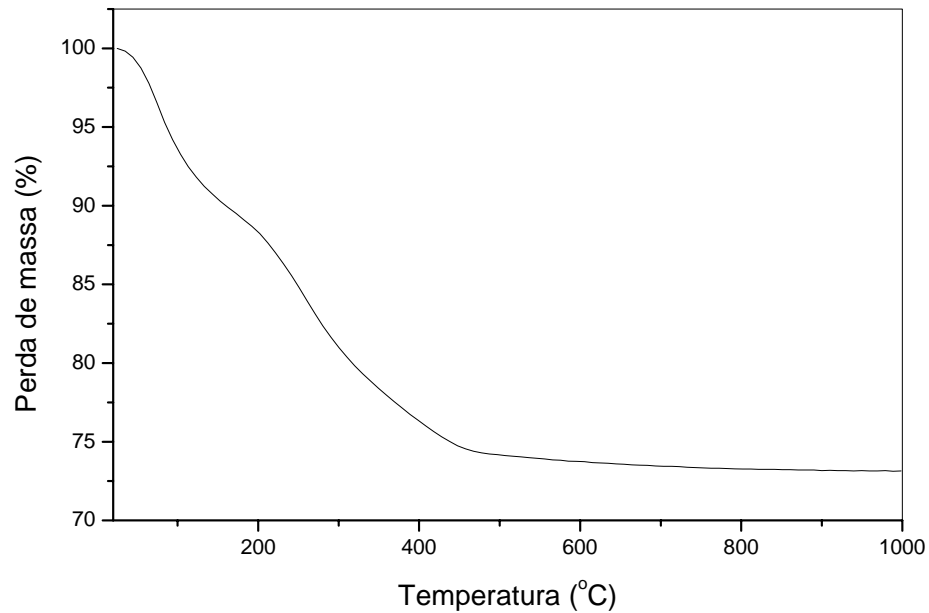


**Figura 70:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 0,2 (Amostra NZA02).

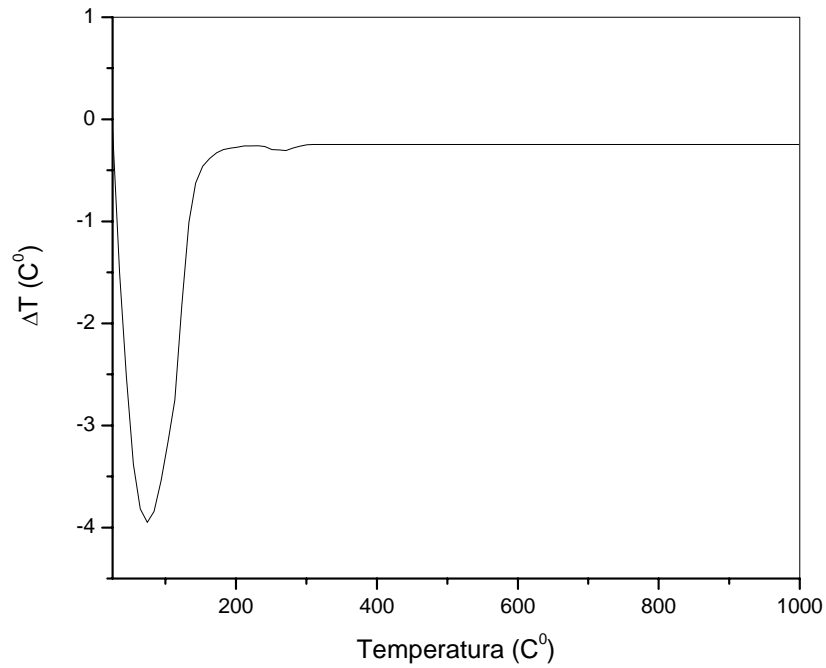




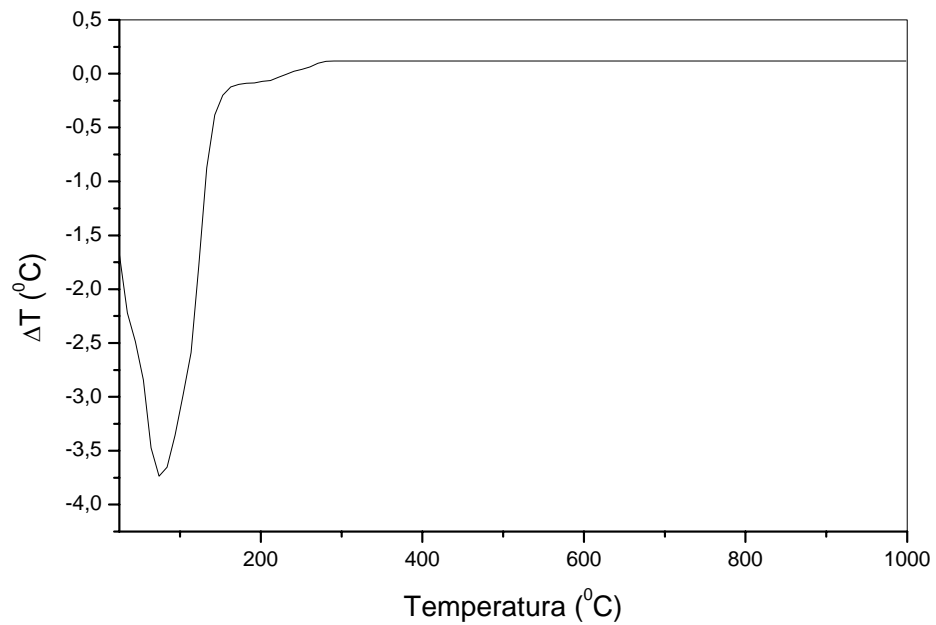
**Figura 71:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 0,1 (Amostra NZA01).



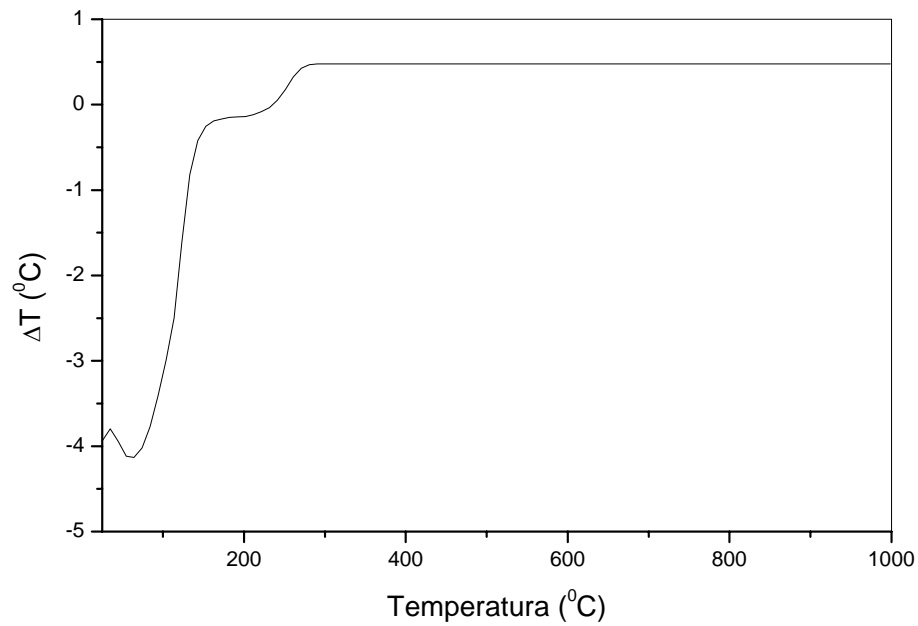
**Figura 72:** Curva termogravimétrica (TG) do precursor do catalisador de níquel impregnado em óxido de alumínio (amostra NA).



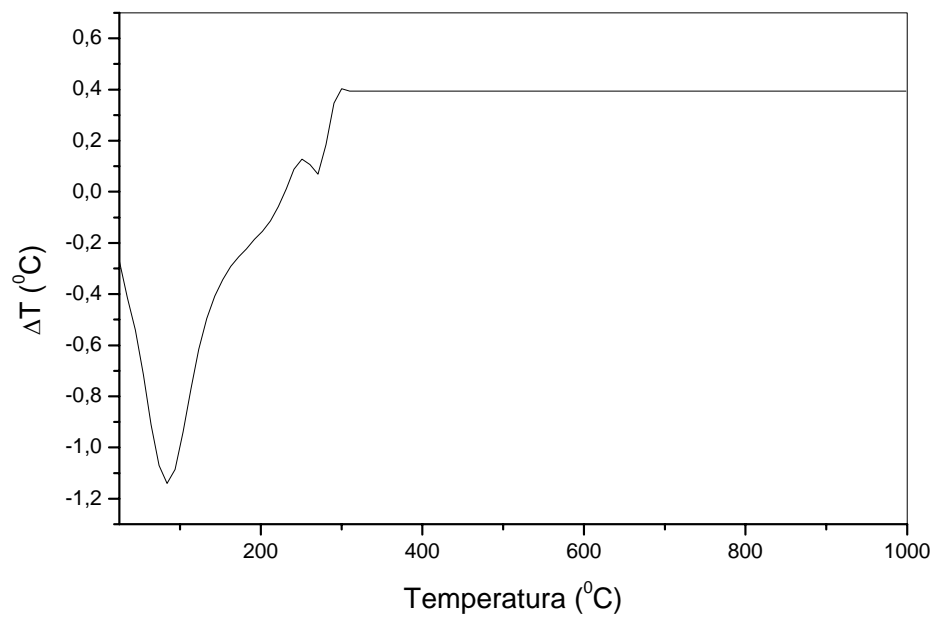
**Figura 73:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do óxido de zircônio (Amostra Z).



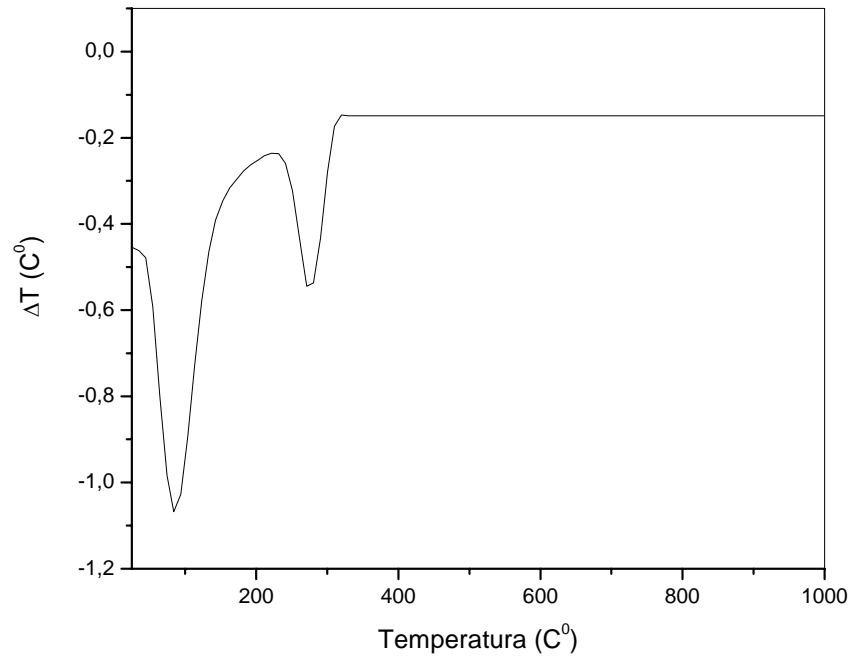
**Figura 74:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 10 (Amostra ZA10).



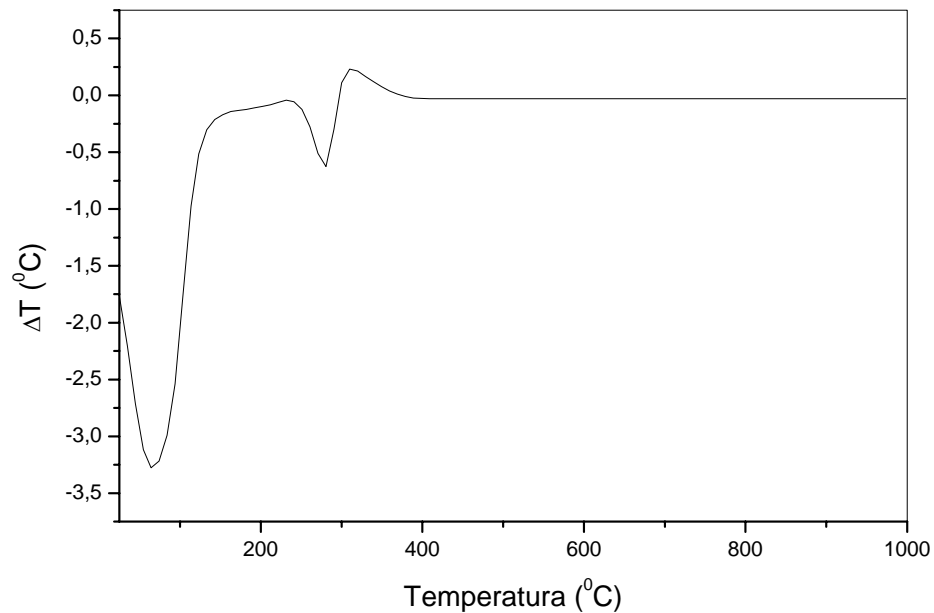
**Figura 75:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 5 (Amostra ZA5).



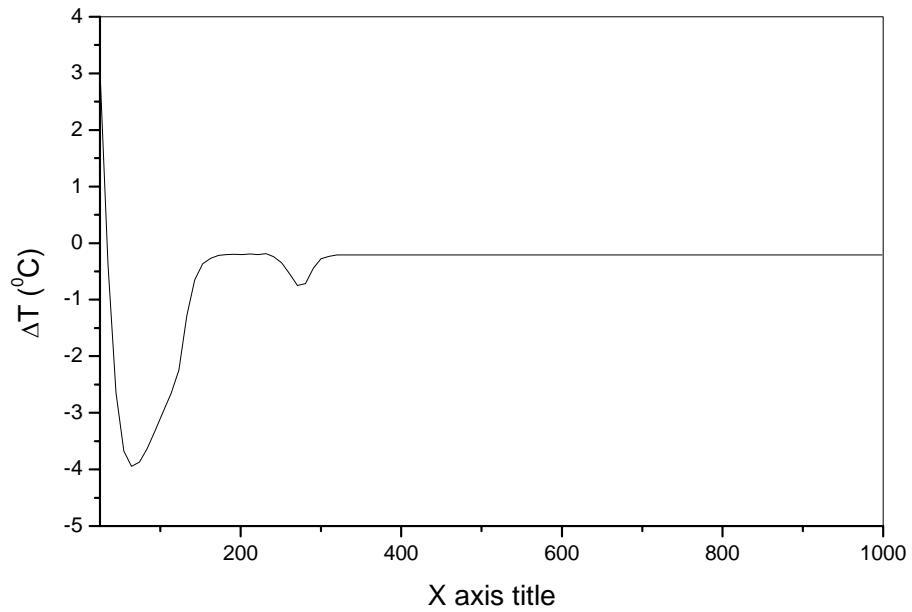
**Figura 76:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 2 (Amostra ZA2).



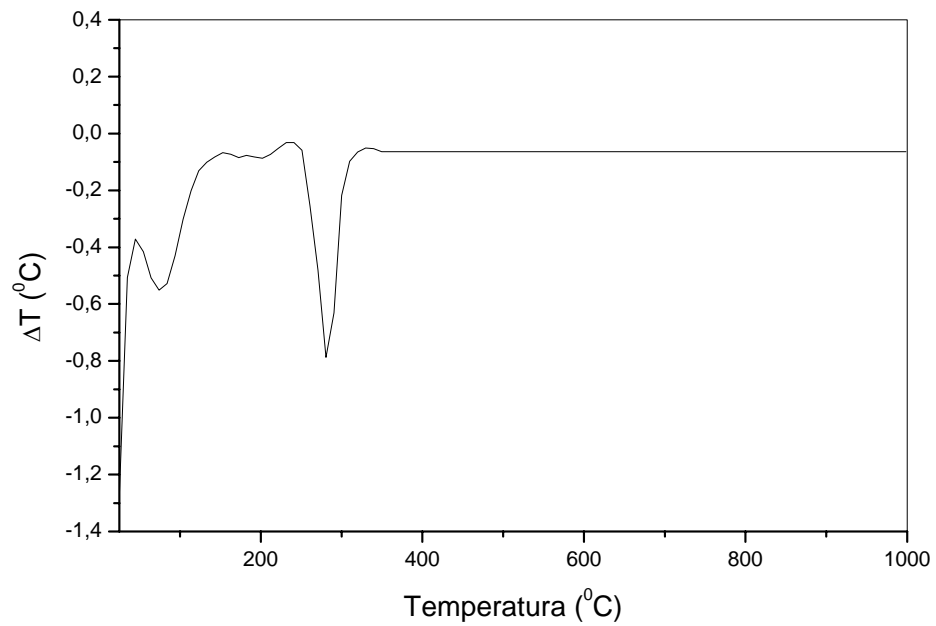
**Figura 77:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 1 (Amostra ZA1).



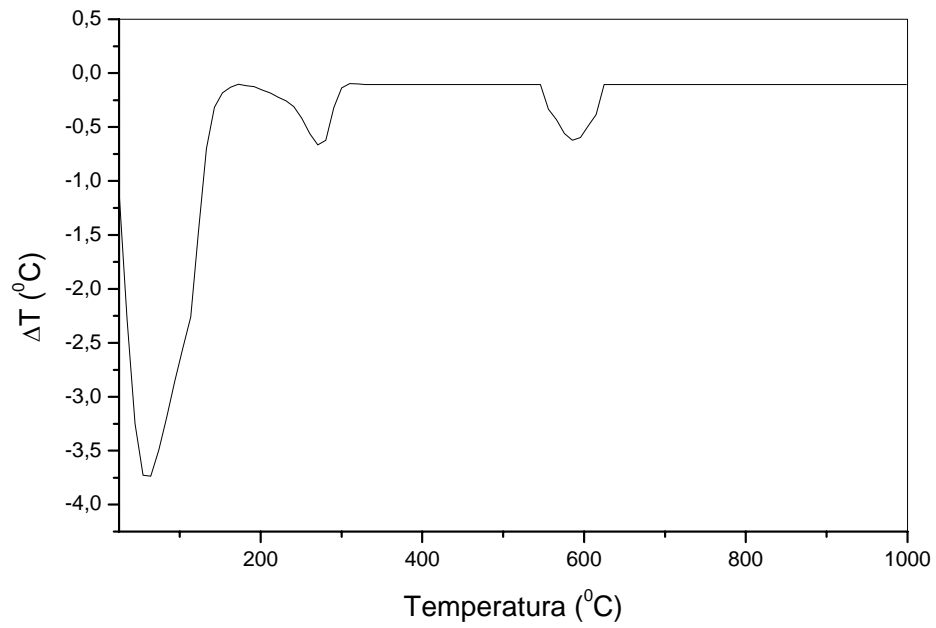
**Figura 78:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,5 (Amostra ZA05).



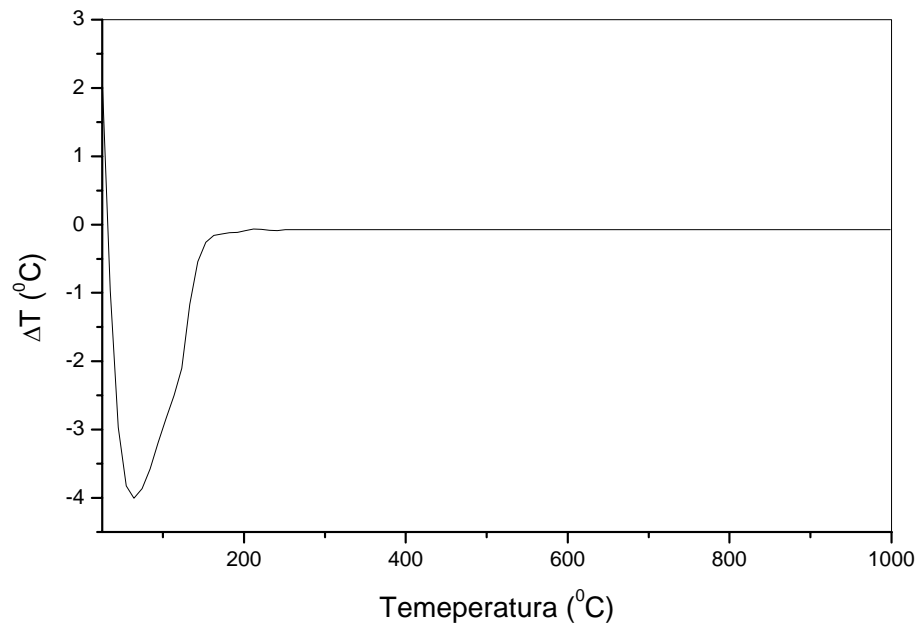
**Figura 79:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,2 (Amostra ZA02).



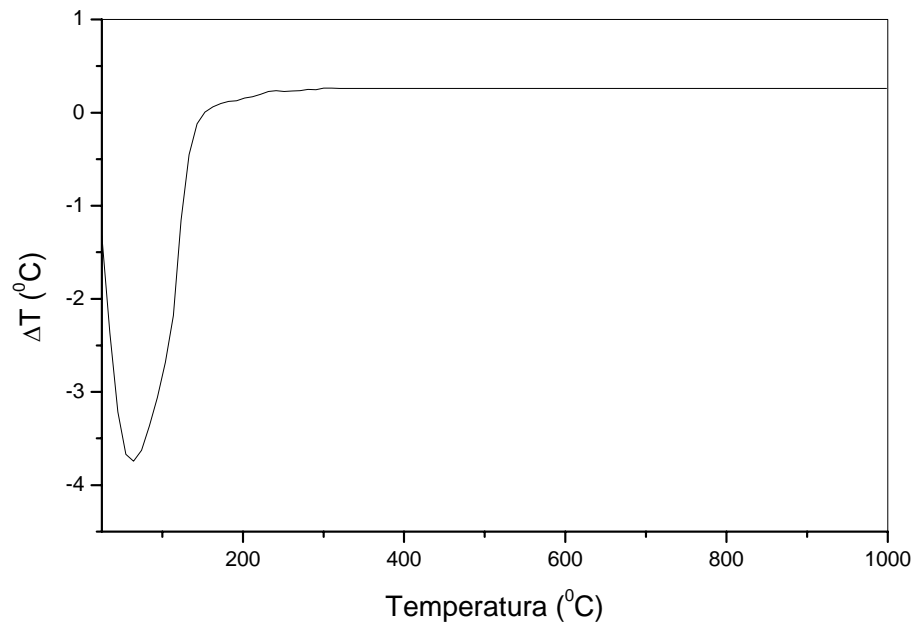
**Figura 80:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do composto de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al = 0,1 (Amostra ZA01).



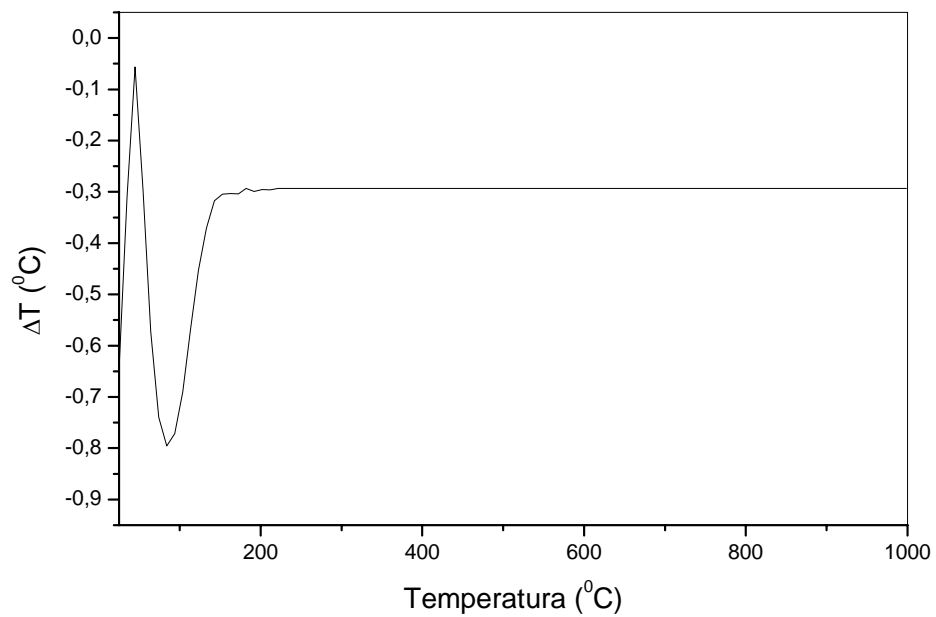
**Figura 81:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do óxido de alumínio (Amostra A).



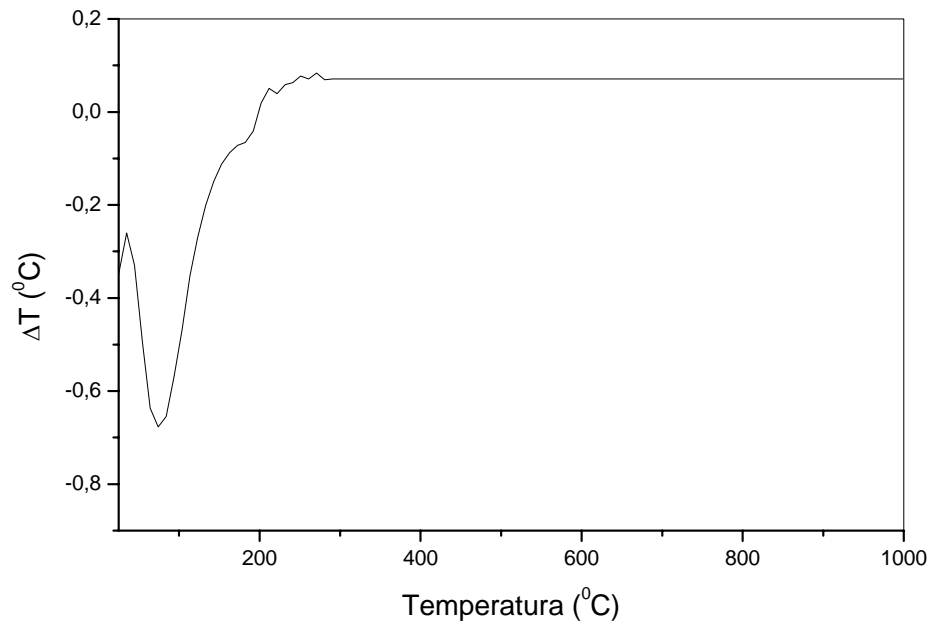
**Figura 82:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio (amostra NZ).



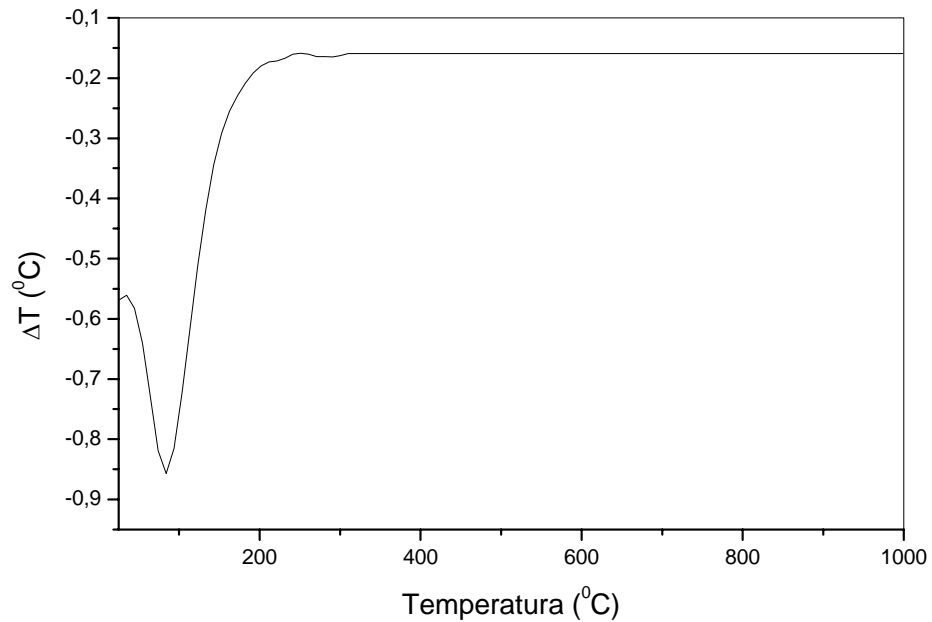
**Figura 83:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 10 (Amostra NZA10).



**Figura 84:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 5 (Amostra NZA5).

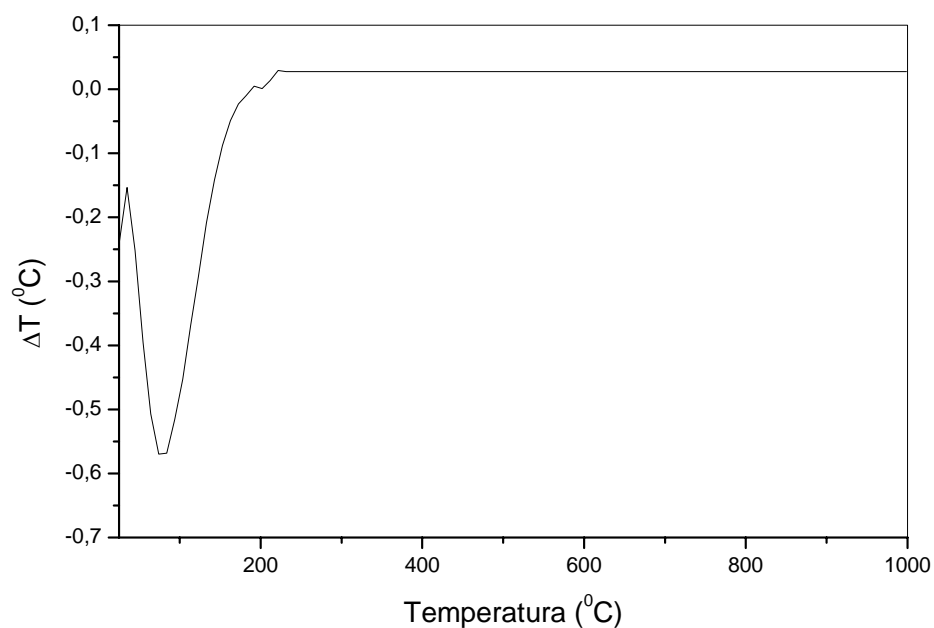


**Figura 85:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 2 (Amostra NZA2).

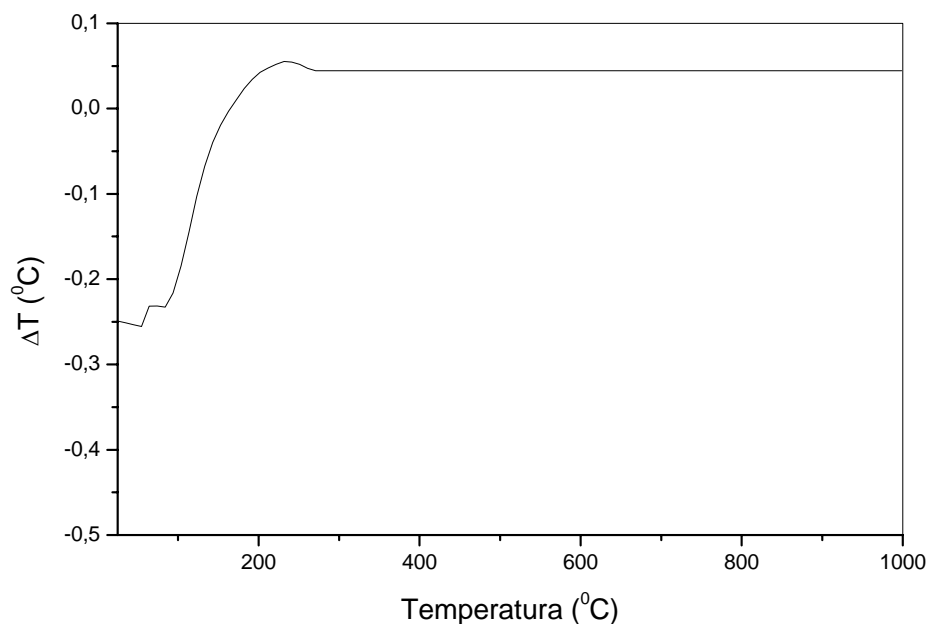


**Figura 86:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 1 (Amostra NZA1).

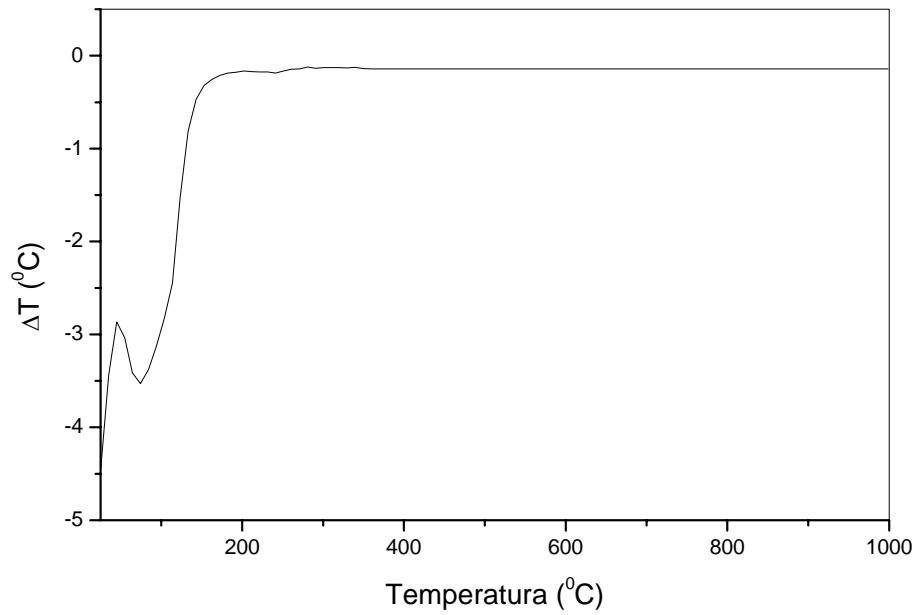




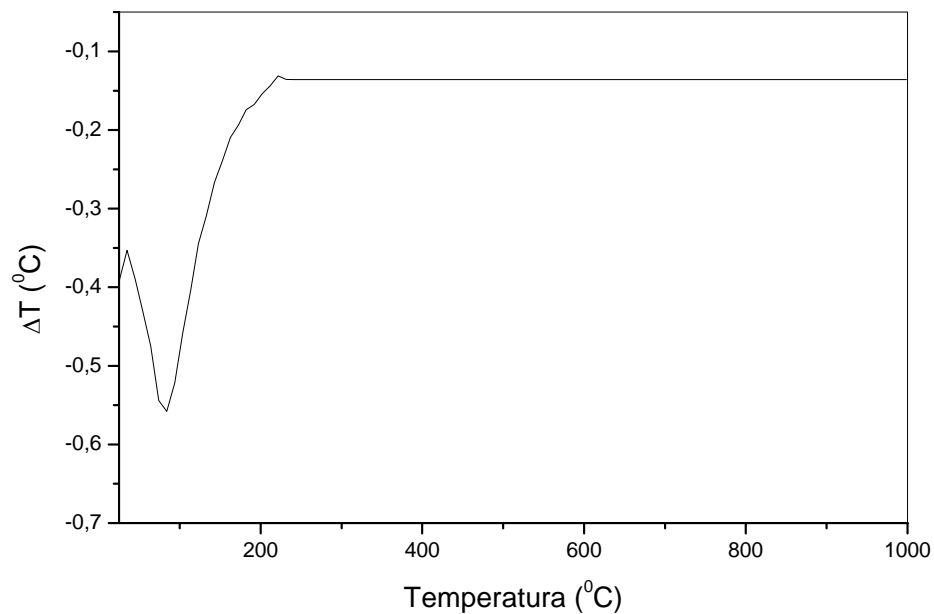
**Figura 87:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar  $Zr/Al = 0,5$  (Amostra NZA05).



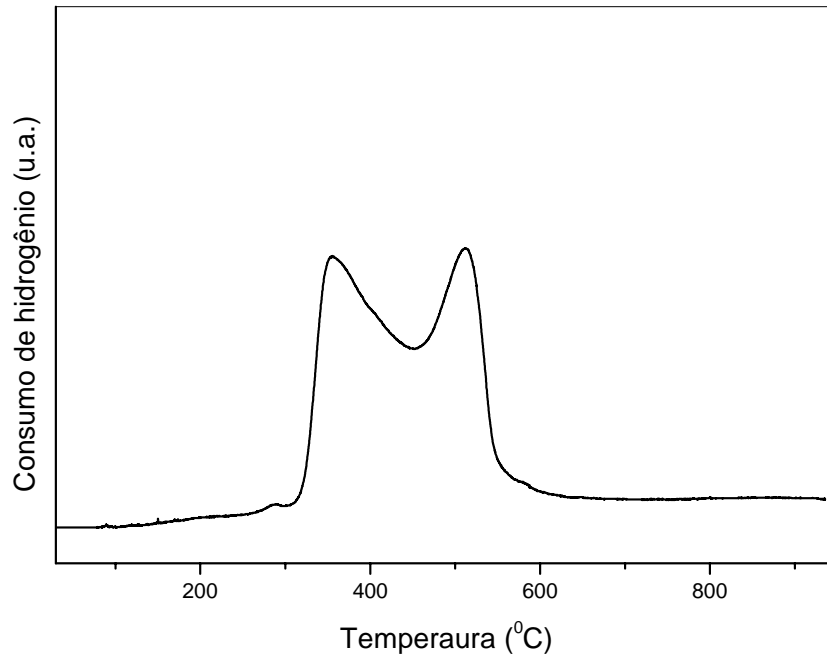
**Figura 88:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar  $Zr/Al = 0,2$  (Amostra NZA02).



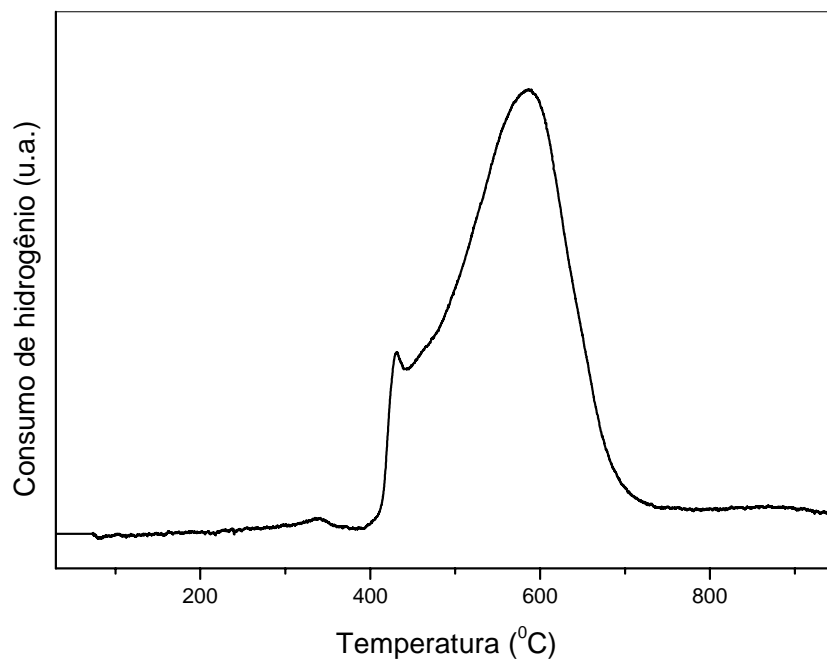
**Figura 89:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado no composto de zircônio e alumínio na razão molar Zr/Al = 0,1 (Amostra NZA01).



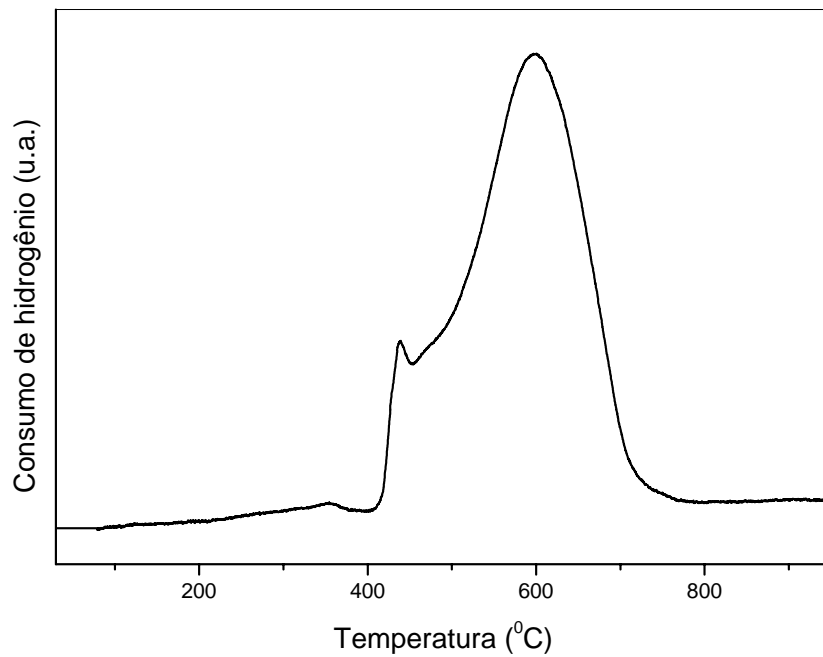
**Figura 90:** Curva de análise térmica diferencial (DTA) do precursor do catalisador de níquel impregnado em óxido de alumínio (amostra NA).



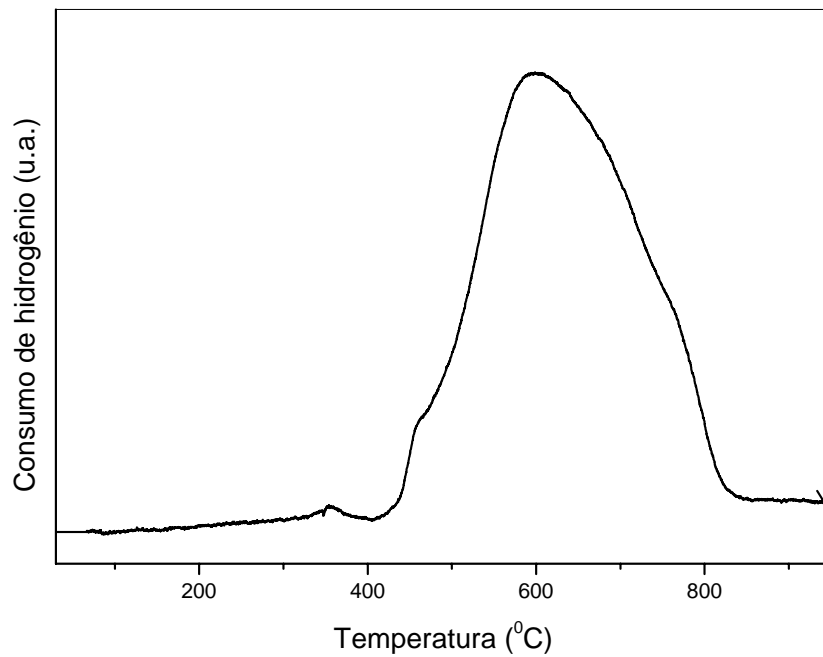
**Figura 91:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio (Amostra NZ).



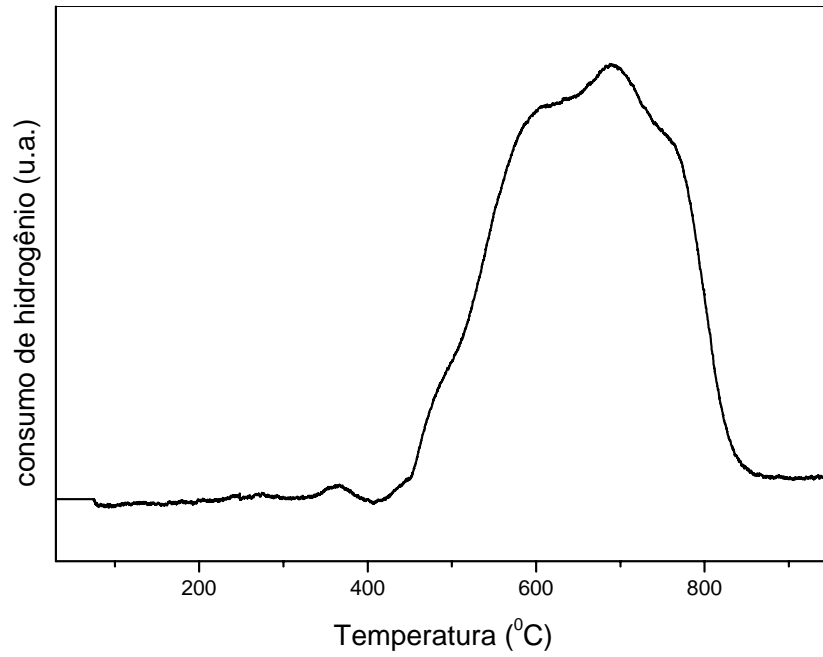
**Figura 92:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al=10 (Amostra NZA10).



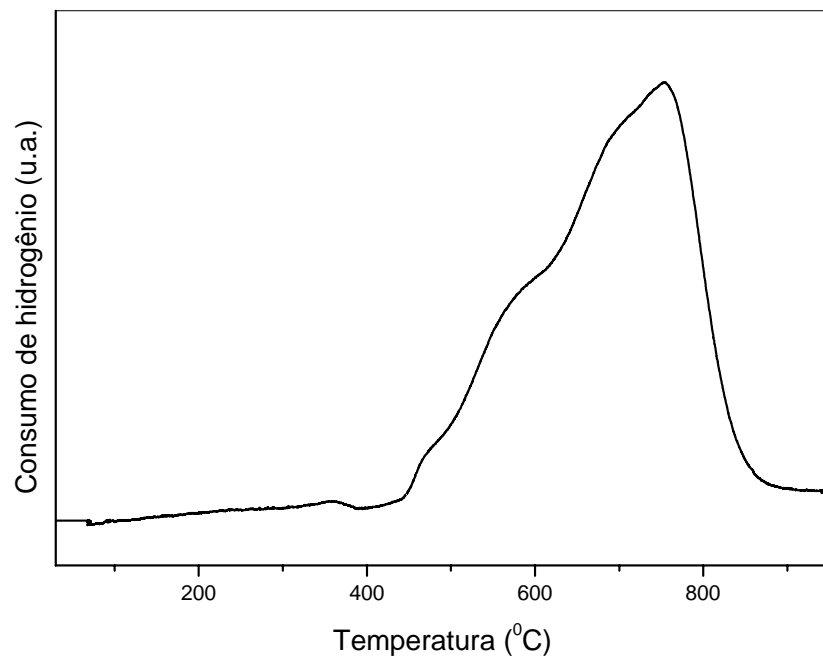
**Figura 93:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al=5 (Amostra NZA5).



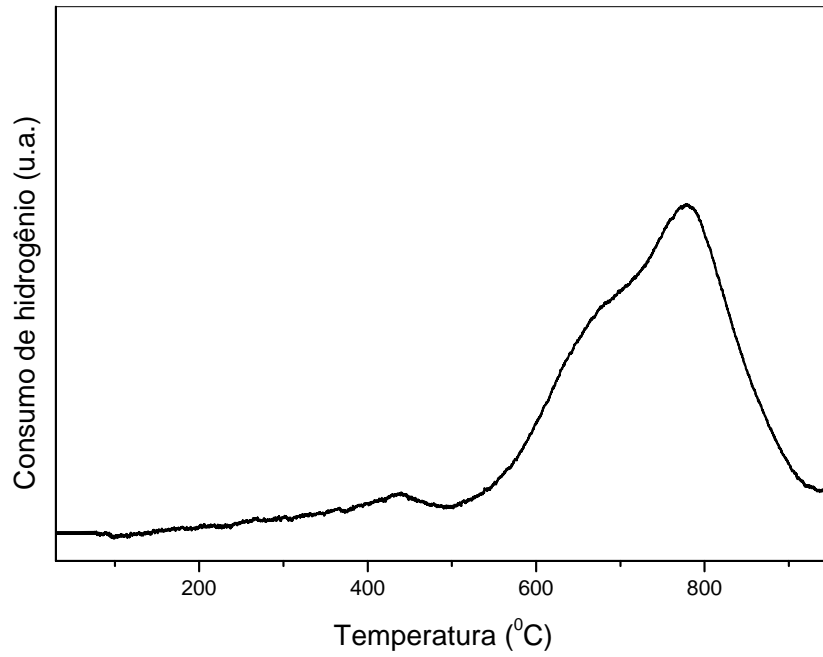
**Figura 94:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al=2 (Amostra NZA2).



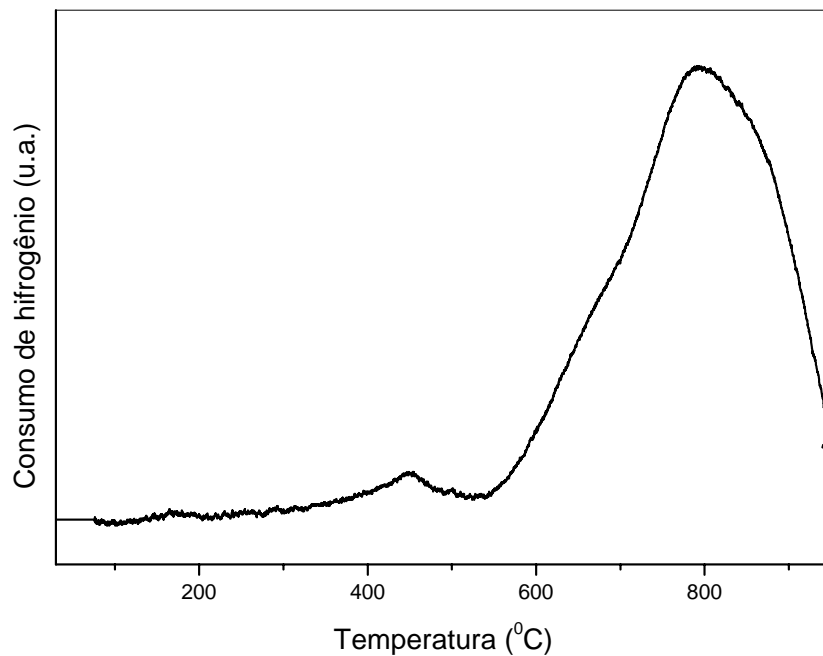
**Figura 95:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al=1 (Amostra NZA1).



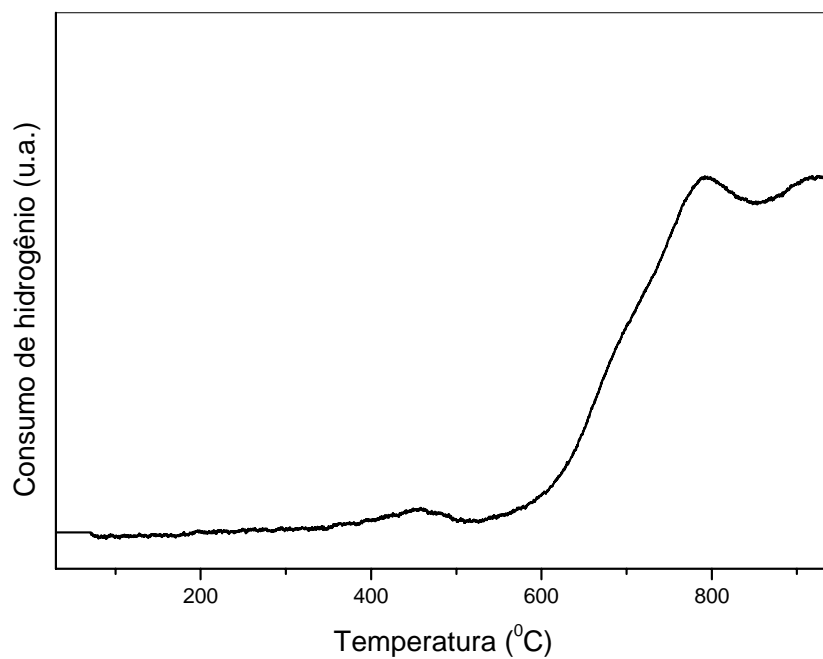
**Figura 96:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar Zr/Al=0,5 (Amostra NZA05).



**Figura 97:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar  $Zr/Al=0,2$  (Amostra NZA02).



**Figura 98:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de zircônio e alumínio com razão molar  $Zr/Al=0,1$  (Amostra NZA01).



**Figura 99:** Perfil de TPR do catalisador de níquel impregnado em óxido de alumínio (Amostra NA).