

# SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS À BASE DE PtNi/C PARA APLICAÇÃO COMO CATALISADORES EM CÉLULA A COMBUSTÍVEL DO TIPO PEM

ANA CRISTINA BACARIN GOBO (IC)\*, FERNANDA TROMBETTA (PG), EMILSE AGOSTINI MARTINI (PQ), MICHÈLE OBERSON DE SOUZA (PQ), ROBERTO FERNANDO DE SOUZA (PQ)

\*ana\_cbgobo@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

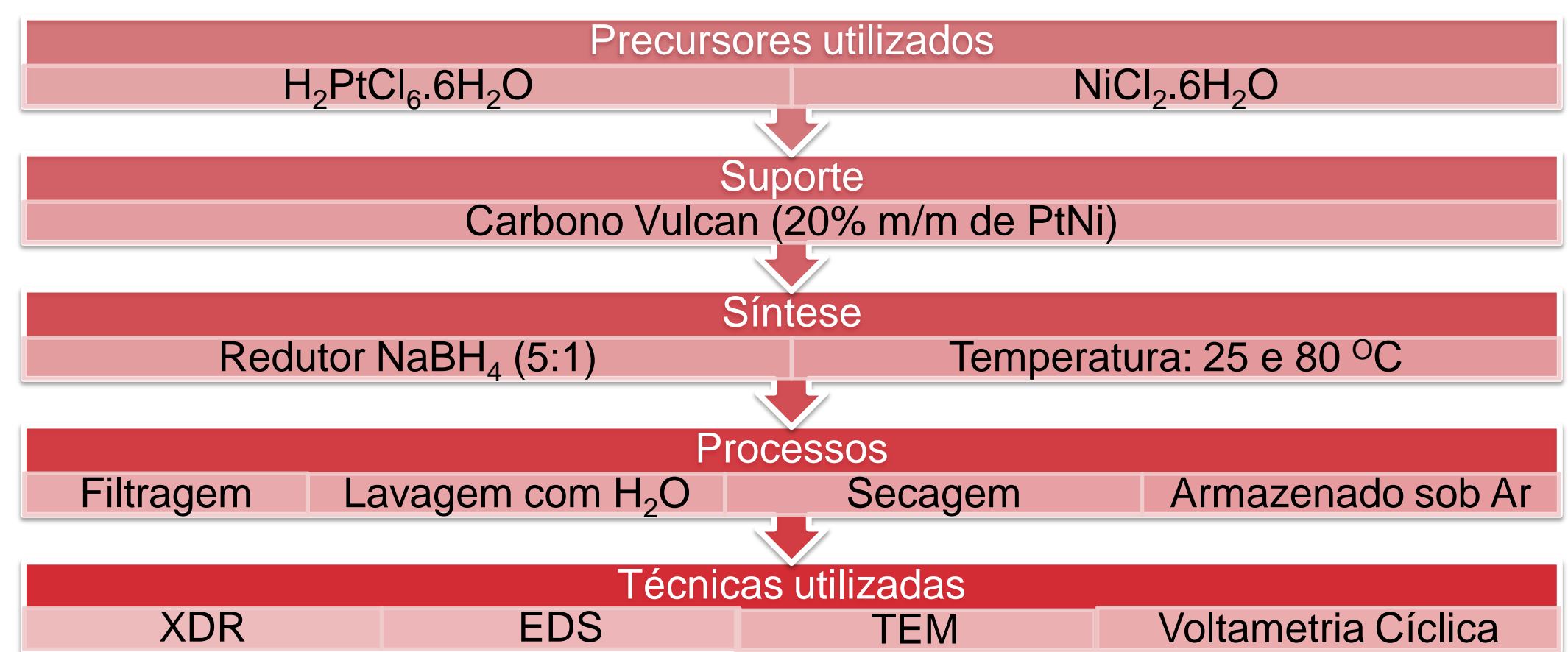
Instituto de Química - Departamento de Físico-Química - Laboratório de Reatividade e Catálise



## INTRODUÇÃO

Com a necessidade de utilização de novas fontes de energia, a célula a combustível (CaC) se tornou uma das opções mais promissoras na produção de energia limpa. Uma das variantes mais populares são as Células a Combustível com Membrana Trocadora de Próton (PEMFC), que são constituídas por um eletrólito (membrana Nafion), duas camadas difusoras de gases, O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>, e catalisador [anódico e catódico] compostos por platina. Este catalisador é amplamente utilizado devido a sua eficiência, contudo seu elevado custo conduz à pesquisa de novos materiais. O presente trabalho tem como objetivo a síntese de nanopartículas à base de PtNi suportadas em carbono Vulcan pelo método de redução via borohidreto, a fim de aplicar como catalisadores em células a combustível do tipo PEM, tendo líquido iônico como um eletrólito.

## METODOLOGIA



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### XDR – Difração de Raio-X

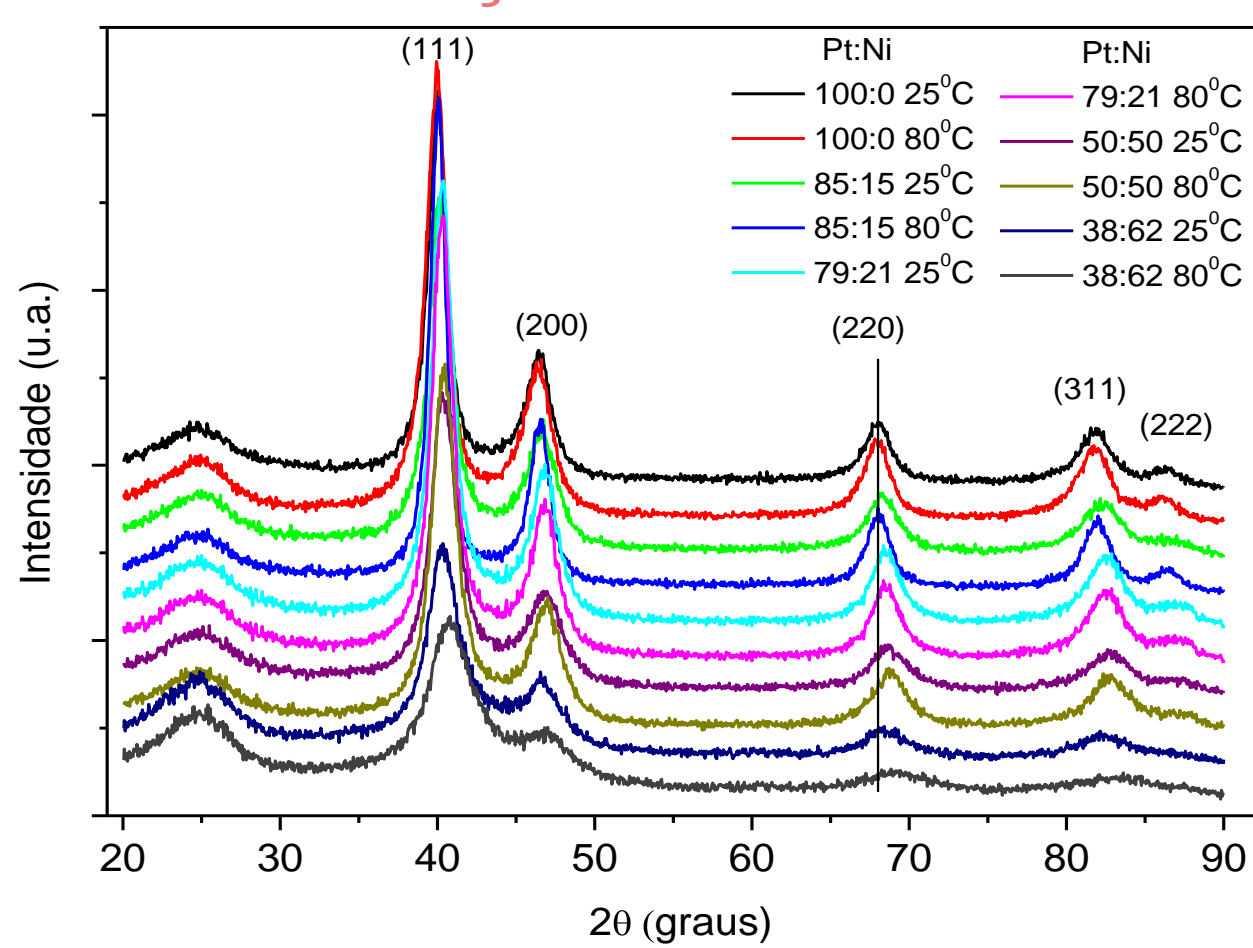


Figura 1. Análises de XRD dos electrocatalisadores de diferentes proporções de PtNi/C.

Tabela 1. Valores de  $2\theta_{\text{máximo}}/220$ , parâmetro de rede ( $a_{\text{cfc}}$ ) e diâmetro médio de partícula.

Nominal Pt:Ni	T <sub>síntese</sub> (C)	$2\theta_{\text{máximo}}/220^{\circ}$	$a_{\text{cfc}}$ (Å)*	Diâmetro (d, nm)**
100:0	25	67,97	3,89	5
	80	67,90	3,90	5
85:15	25	68,20	3,88	5
	80	68,20	3,89	5
79:21	25	68,24	3,88	4
	80	68,35	3,88	4
50:50	25	68,70	3,86	4
	80	68,75	3,86	4
38:62	25	69,21	3,83	2
	80	69,42	3,83	2

\* XRD

\*\* Equação de Scherrer  $d = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta_{\text{max}}}$

\* Parâmetro de rede ( $a_{\text{cfc}}$ )

$a_{\text{cfc}} = \frac{\lambda\sqrt{2}}{\sin \theta_{\text{max}}}$   $k = 0,9$  para esferas;  $\lambda = 1,5406$  nm

$\beta$  = largura do pico a meia altura (rad)

Os difratogramas das nanopartículas apresentam na Figura 1 o pico em  $2\theta = 25^{\circ}$  referente ao carbono utilizado como suporte e os demais picos representando os planos cristalinos da estrutura da platina, referente à estrutura cúbica de face centrada (CFC). Os difratogramas evidenciam o visível deslocamento do pico (220) para valores maiores quando comparado com as nanopartículas de Pt/C, o que indica a inserção do Ni na rede cristalina da Pt. Os picos referentes aos planos cristalinos do Ni ou de óxidos de Ni não são evidenciados nos difratogramas, podendo estar na forma amorfa. Através da Tabela 1, fica evidente que ao aumentar a quantidade de Ni na liga há aumento do ângulo do pico 220, redução parâmetro de rede e do diâmetro médio de partícula.

### TEM – Microscopia Eletrônica de Transmissão

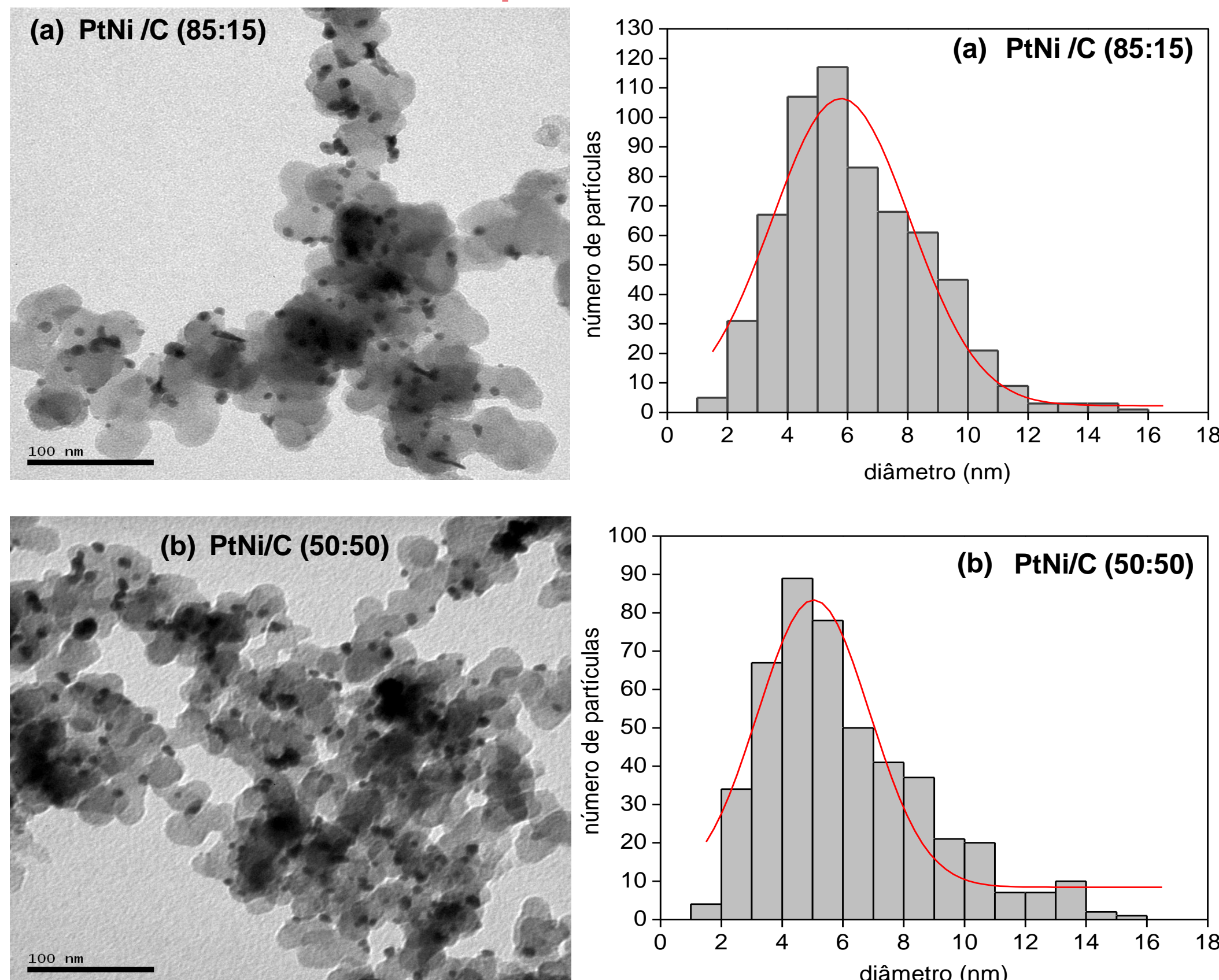


Figura 2. Micrografias dos nanocatalisadores à base de PtNi/C sintetizadas à 25°C pelo método de redução via borohidreto: 85:15 (a) e 50:50 (b) e as respectivas distribuições dos tamanhos das partículas.

As micrografias mostram que as partículas estão uniformemente dispersas sobre o suporte de carbono Vulcan e que o diâmetro médio, calculado através da média ponderada, é de aproximadamente 5,6 nm para ambos os catalisadores, Figura 2.

### EDS – Espectroscopia da Energia Dispersiva

Tabela 2. Resultados das análises de EDS a 20 eV, para as ligas de PtNi/C

Nominal (Pt:Ni)	T <sub>síntese</sub> (C)	EDS (composição atômica relativa, %)		Ni reduzido (%)
		Pt	Ni	
(85:15)	25	88	12	80 2
	80	91	9	60 2
(79:21)	25	74	26	ca. 100
	80	83	17	81 2
(50:50)	25	75	25	50 2
	80	77	23	46 2
(38:62)	25	56	44	71 2
	80	57	43	69 2

Os valores da Tabela 2 mostram a síntese à 25 C é eficiente para a redução do Ni no suporte de carbono. A proporção de Pt:Ni mais efetiva na redução foi de 79:21 e a maior inserção de Ni no catalisadores foi de 43-44%.

### VC – Voltametria Cíclica

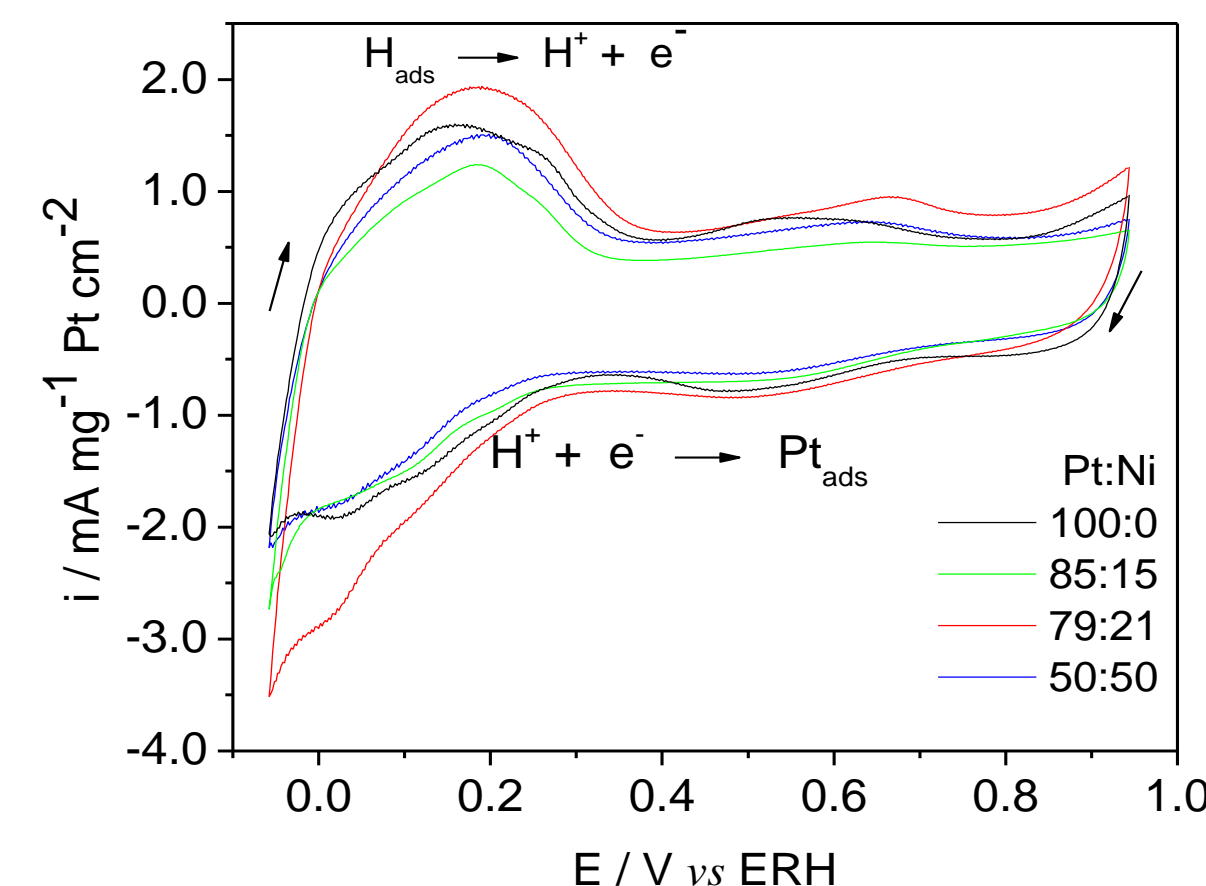


Figura 3. Voltamogramas cíclicos das ligas PtNi/C e Pt/C sintetizados à 25°C em solução de; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 molL<sup>-1</sup>, a 10 mV s<sup>-1</sup>.

Os voltamogramas cíclicos apresentados na Figura 3 mostram um perfil característico de eletrodos catalíticos, pois apresentam uma região catódica referente à redução do H<sup>+</sup> e uma região anódica referente à oxidação do H<sub>ads</sub> no electrocatalisador. Esse perfil segue semelhante para todas as composições da liga.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da redução via borohidreto propiciou sintetizar nanopartículas à base de PtNi/C com elevada dispersão, pequeno tamanho médio e regiões de redução e oxidação do H sobre o catalisador, sendo estas características essenciais para um bom electrocatalisador para célula a combustível do tipo PEM. Portanto, o método de síntese foi considerado eficiente na produção de nanopartículas de PtNi/C, em diferentes proporções, potencializando estes materiais como catalisadores para a célula a combustível do tipo PEM.

## REFERÊNCIAS

- J. R. C. Salgado, E. R. Gonzales, *Ecl. Quím.*, 28(2) (2009) 75  
 E. V. Spinacé, A. O. Neto, E. G. Franco e M. Linardi, *Quím. Nova*, 27(4) (2004) 648  
 G. Wang, Y. Gao, Z. Wang, C. Du, J. Wang, G. Yin, *J. Power Sources* 195 (2010) 185  
 C. A. Angelucci, M. D. Silva, F. C. Nart, *Eletrochim. Acta* 52 (2007) 7293

## AGRADECIMENTOS

Técnico Otelo J. Machado

