

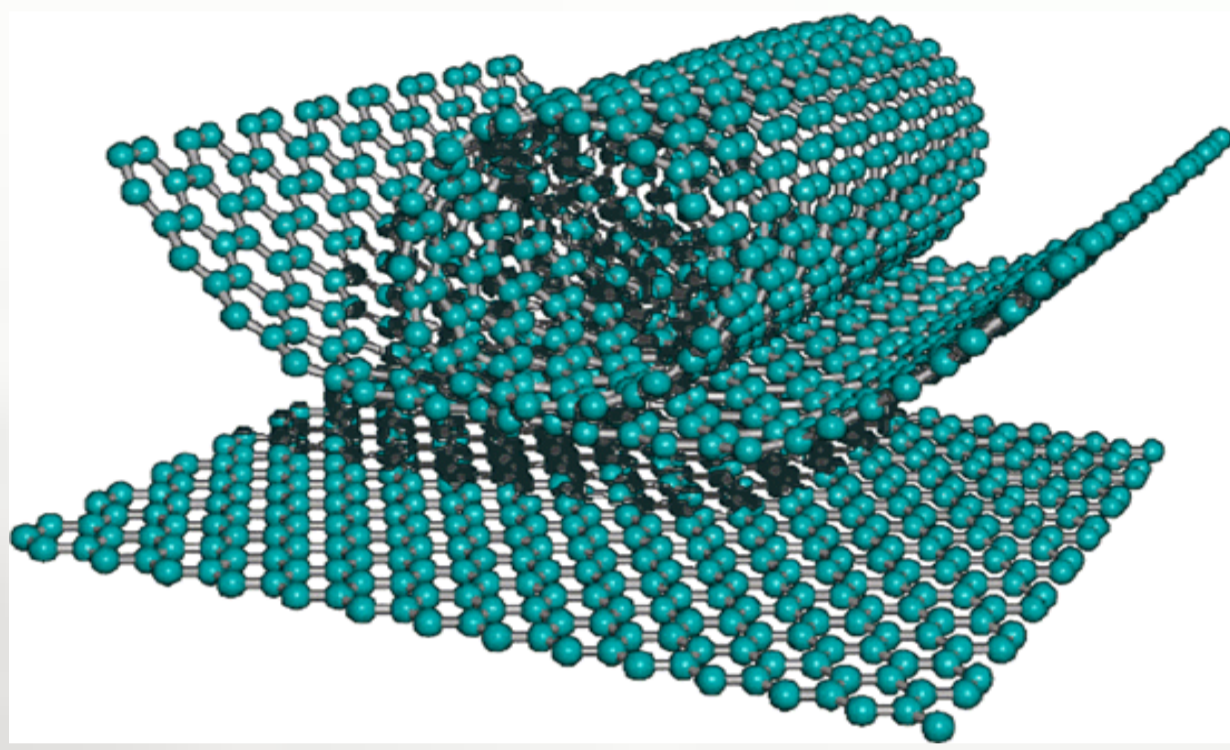
DESENVOLVIMENTO DE NANOTUBOS DE CARBONO POR DEPOSIÇÃO QUÍMICA DE VAPOR CATALISADA UTILIZANDO ÓXIDO CERÂMICO COMO CATALISADOR

B.B. Sousa, S. Da Dalt, C. P. Bergmann

Laboratório de Materiais Cerâmicos - Departamento de Materiais
Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

I. NANOTUBOS DE CARBONO

1991: Nanotubos de carbono (NTC) são sintetizados pela primeira vez por Sumio Iijima. A estrutura dos NTC é formada a partir de **uma** ou **mais** folhas de grafeno enroladas de forma cilíndrica.

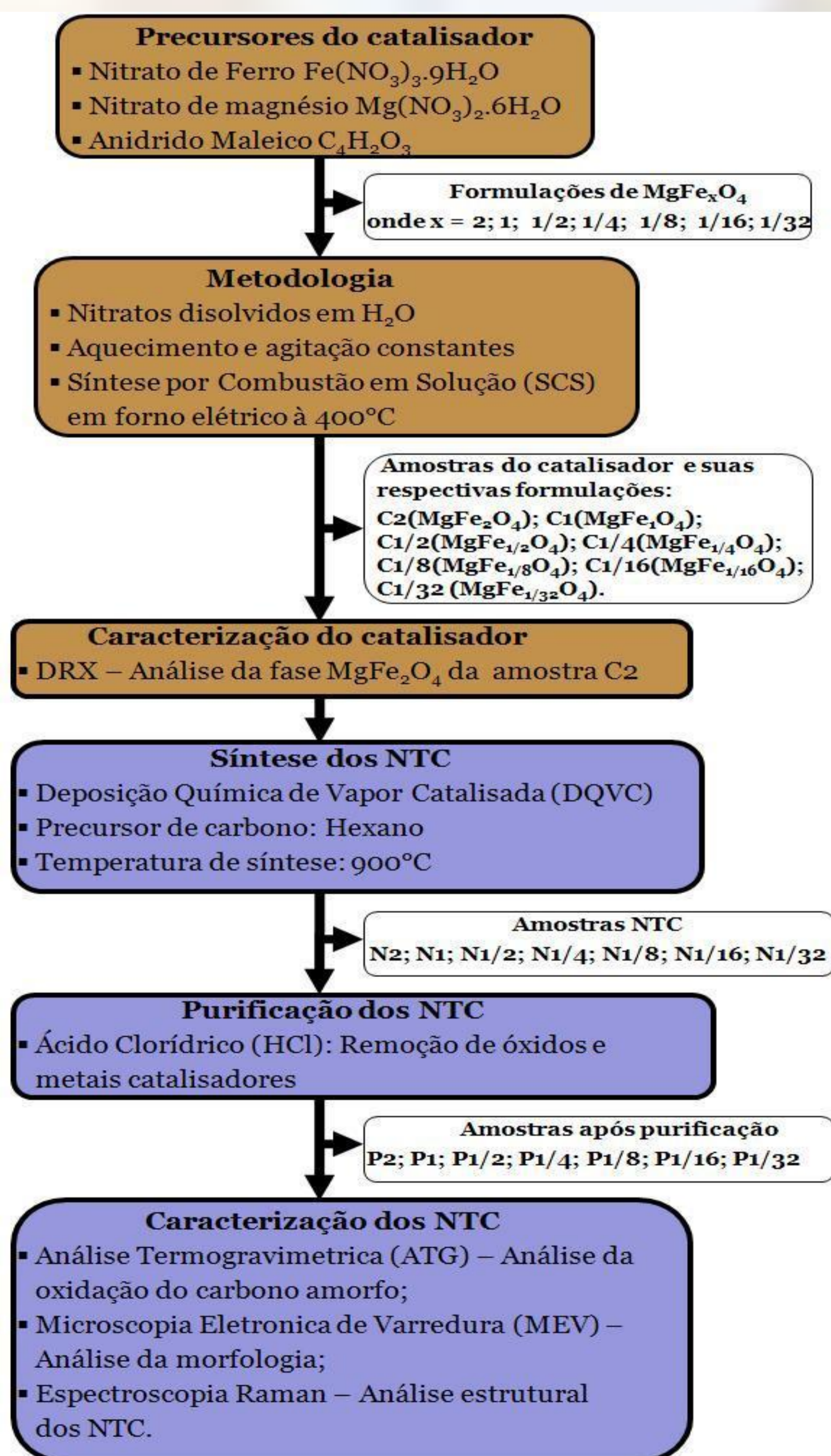


- ✓ NTC de parede simples (NTCPS) são formados pelo enrolamento de **uma** única folha de grafeno;
- ✓ NTC de paredes múltiplas (NTCPM) são formados pelo enrolamento de **várias** folhas de grafeno.

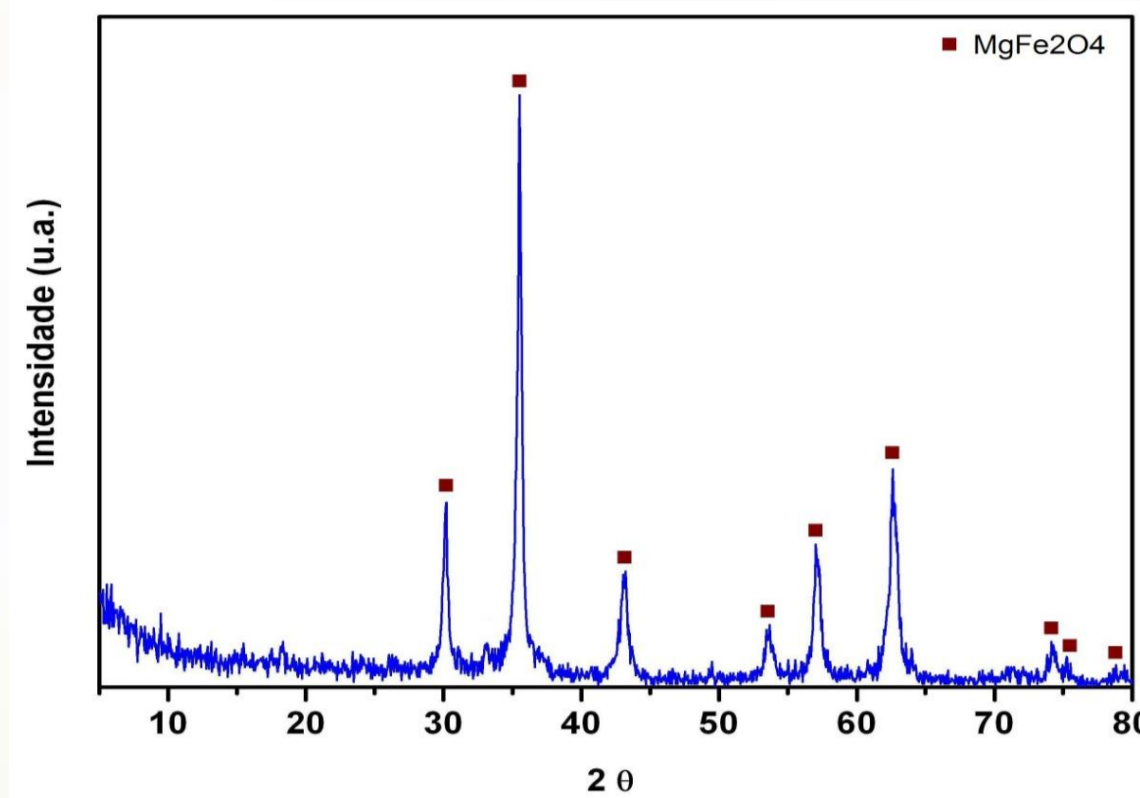
Algumas aplicações potenciais de NTC:

- ✓ Drug-delivery
- ✓ Armazenamento de hidrogênio
- ✓ Biosensores
- ✓ Circuitos Eletrônicos
- ✓ Microscopia de Força Atômica (AFM)

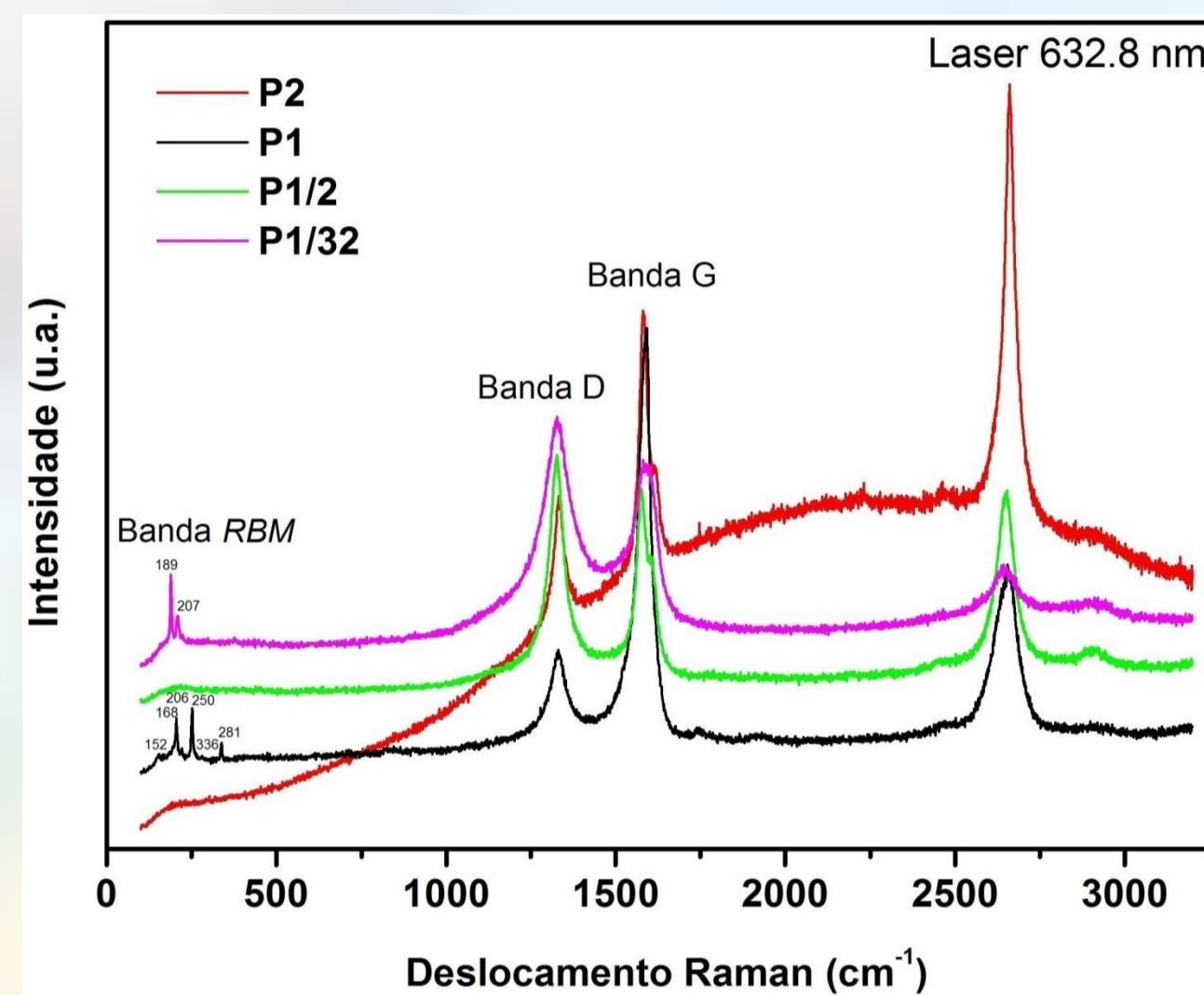
II. METODOLOGIA



III. RESULTADOS

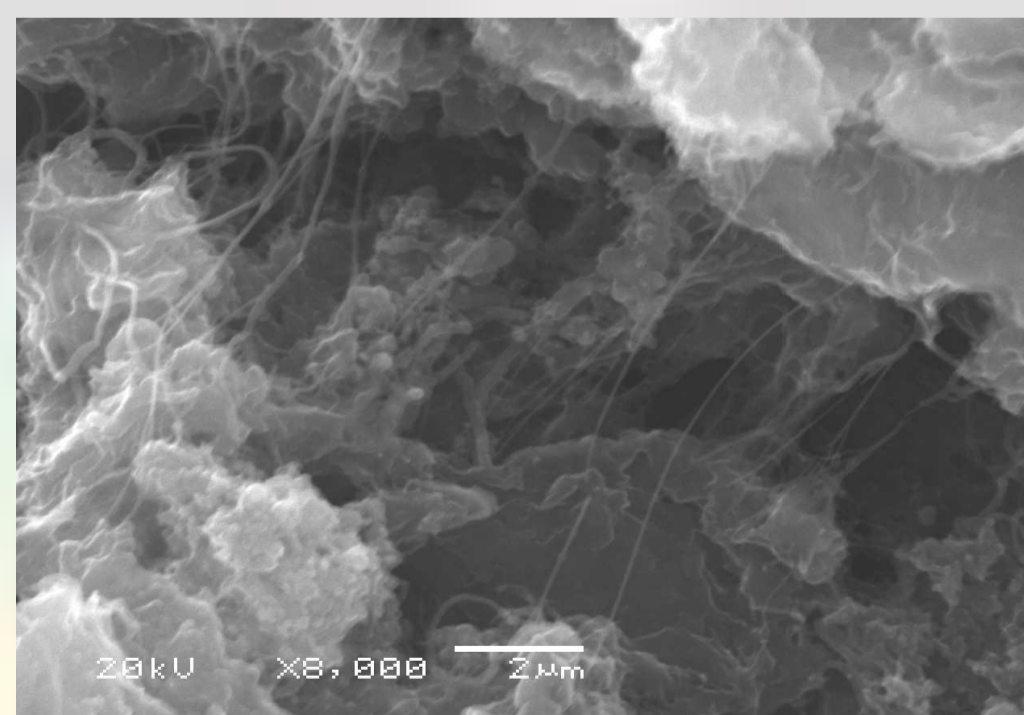
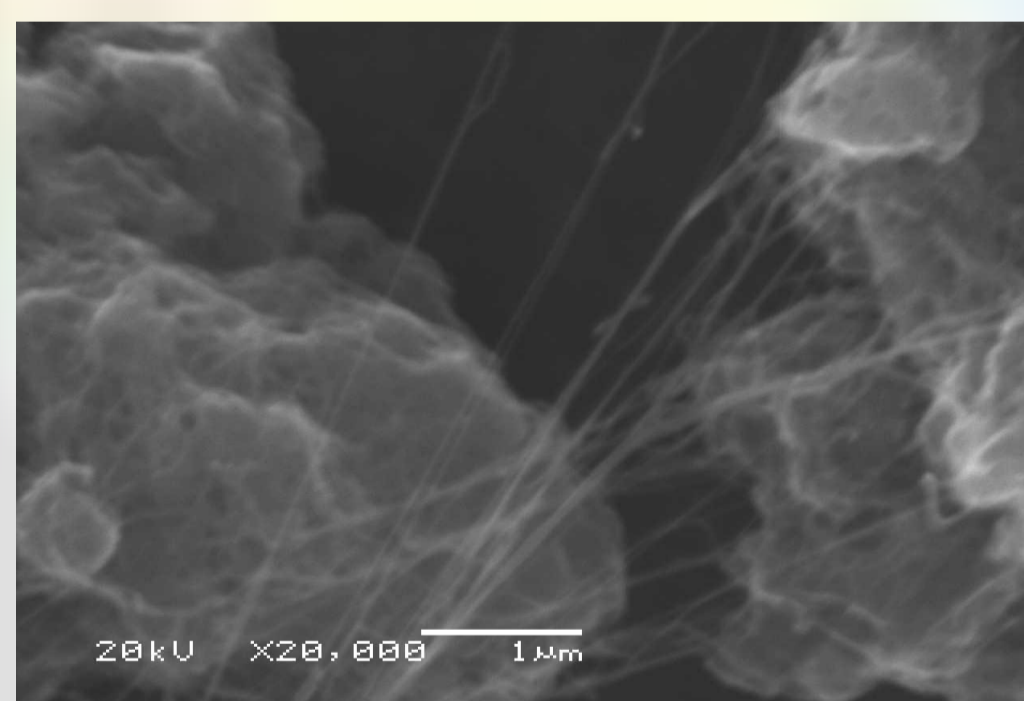


DRX do catalisador C2 após SCS a 400 C. É possível observar a presença majoritária da fase MgFe2O4.

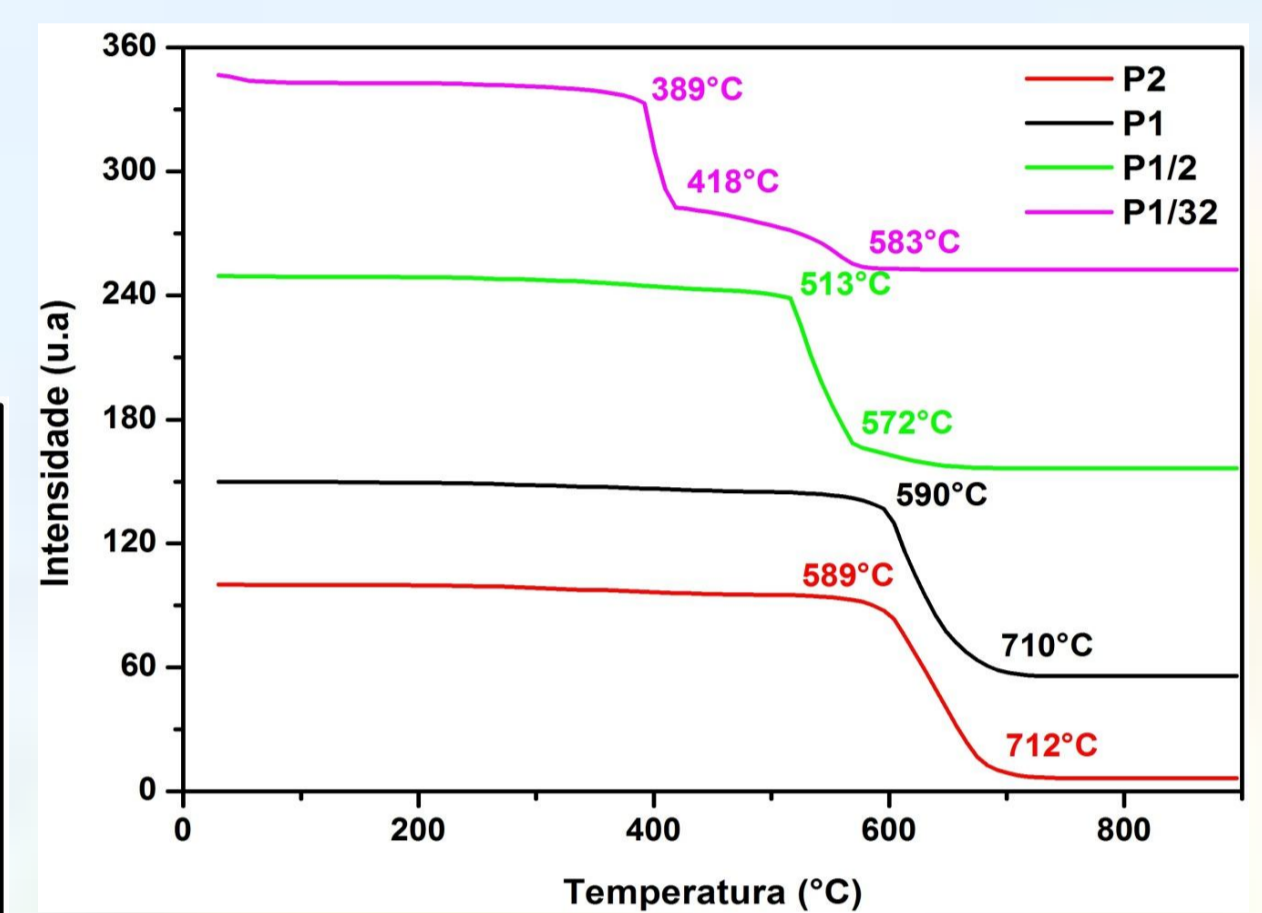


Espectro Raman dos NTC purificados mostrando o efeito da concentração de Fe no catalisador.

A banda *D* indica a presença de defeitos *sp*² na estrutura e carbono amorfo. A banda *G* é típica do grafite cristalino, enquanto a banda *RBM* pode distinguir NTCPS de NTCPM.



A perda de massa ocorrida entre 500°C e 600 C é devido à oxidação de matéria carbonosa. Carbono amorfo, NTCPS e NTCPM apresentam diferentes temperaturas de oxidação, sendo o carbono amorfo o primeiro a sofrer oxidação, enquanto que o NTCPM (~700 C), o último.



Análise termogravimétrica (ATG) de algumas das amostras purificadas de NTC.

A Tabela 1 mostra o cálculo das intensidades relativas das bandas *G* e *D* para as amostras P2, P1, P1/2 e P1/32. A razão *G/D* pode indicar o número de defeitos em materiais carbonosos. Quanto maior o valor *G/D*, menor o número de defeitos.

Tabela 1. Cálculo das intensidade relativas das bandas *G* e *D*

Amostra	Razão G/D
P2	1,56
P1	2,7
P1/2	0,91
P1/32	0,88

A Equação 1 foi empregada para calcular o diâmetro (*D*) de NTC, a partir das frequências (ν) da banda *RBM*, e assim distinguir NTCPS de NTCPD. Para P1 obteve-se *D* entre 0,68 e 1,54 nm. Para P1/32 *D* calculado foi 1,11 e 1,22 nm.

$$\nu (cm^{-1}) = 6,5 + \frac{223,75}{D (nm)} \quad \text{Equação 1}$$

A MEV permitiu observar a morfologia dos NTC das amostras (a) P1/32 e (b) P1.

IV. CONCLUSÃO

- ✓ A partir da análise térmica e do diâmetro calculado com base no espectro Raman, o catalisador utilizado produz inclusive NTCPS.
- ✓ A amostra P1 apresentou o melhor desempenho para obtenção de NTC, pois resultou em NTC com maior razão *G/D*.
- ✓ A diminuição gradativa de ferro na composição deste catalisador aumentou a produção de estruturas *sp*², possivelmente pela diminuição de partículas catalisadoras.