



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(21) BR 102025003580-4 A2

(22) Data do Depósito: 24/02/2025

(43) Data da Publicação Nacional:
08/09/2026

(54) Título: PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO POR MEIO DE OCTA (AMINOPROPIL) SILSESQUIOXANO E NEUTRALIZAÇÃO DO CLORIDRATO DE OCTAMINO PROPILSILSESQUIOXANO IN SITU

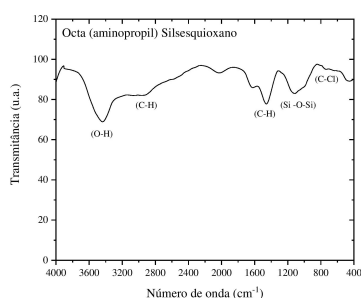
(51) Int. Cl.: C01B 32/198; C08K 3/34.

(52) CPC: C01B 32/198; C08K 3/34.

(71) Depositante(es): INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO.

(72) Inventor(es): ALEXSANDRO DOS SANTOS FELIPE; MATHEUS SILVA DE ARAUJO; DEVANEY RIBEIRO DO CARMO; CARLOS FREDERICO DE OLIVEIRA GRAEFF; SÉRGIO AUGUSTO MELLO DA SILVA.

(57) Resumo: PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO POR MEIO DE OCTA (AMINOPROPIL) SILSESQUIOXANO E NEUTRALIZAÇÃO DO CLORIDRATO DE OCTAMINO PROPILSILSESQUIOXANO IN SITU. A presente invenção refere-se ao processo de síntese de óxido de grafeno funcionalizado, utilizando octa(aminopropil) silsesquioxano com o processo de neutralização do cloridrato de octamino propilsilsesquioxano in situ como agente de funcionalização. O objetivo principal dessa modificação é ampliar as possibilidades de aplicação do óxido de grafeno, especialmente no campo da química em áreas correlatas que fazem uso da ciência dos materiais, aproveitando as propriedades únicas do óxido de grafeno funcionalizado para desenvolver novos materiais e tecnologias inovadoras.



**PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO POR
MEIO DE OCTA (AMINOPROPIL) SILSESQUIOXANO E NEUTRALIZAÇÃO DO
CLORIDRATO DE OCTAMINO PROPILSILSESQUIOXANO *IN SITU***

Campo da invenção

[001] A presente invenção trata-se da síntese de óxido de grafeno funcionalizado por meio de octa (aminopropil) silsesquioxano visando sua utilização principalmente no campo da química, bem como também em área correlatas que se utilizam da ciência dos materiais.

Fundamentos da invenção

[002] Nos últimos anos, os nanomateriais têm ganhado crescente destaque no cenário científico e tecnológico, devido às suas propriedades únicas e ao grande potencial de aplicação em diversas áreas, como eletrônica, biotecnologia, energia e materiais avançados. Esses materiais, com dimensões que variam entre 1 a 100 nanômetros (ou 10^{-9} metros), exibem comportamentos distintos quando comparados aos seus equivalentes em escala macroscópica, o que os torna extremamente promissores para a criação de novas tecnologias (ANDRADE NETO; CARNEIRO; FECHINE, 2020). A manipulação de nanomateriais, como o grafeno, tem possibilitado inovações significativas, com implicações diretas no desenvolvimento de dispositivos mais eficientes e sustentáveis (GULIA; MONIRUZZAMAN; PANDA, 2024; MALAVEKAR et al., 2024).

[003] O óxido de grafeno (OG) é um dos nanomateriais mais investigados e promissores devido às suas excepcionais propriedades físico-químicas, como alta área superficial, grande condutividade elétrica, resistência mecânica e capacidade de interação com uma variedade de substâncias. Sua estrutura bidimensional e a presença de grupos funcionais, como epóxi, hidroxila e carboxila, na superfície, tornam o OG altamente reativo e com potencial para uma série de aplicações, desde sensores e dispositivos eletrônicos até sistemas de liberação controlada de fármacos e materiais compósitos (HAN et al., 2024; LIU et al., 2025; ZENG et al., 2023). Entretanto, para maximizar o

desempenho do OG em diferentes contextos, é necessário modificar suas propriedades e adaptar sua funcionalidade, o que pode ser feito por meio de processos de funcionalização.

[004] Funcionalização é o processo de modificação de materiais, como o óxido de grafeno, com a introdução de grupos químicos específicos em sua superfície, com o objetivo de alterar suas propriedades e expandir suas aplicações. Esses grupos funcionais podem melhorar a dispersão do material em solventes ou matrizes, promover interações específicas com outras substâncias ou até mesmo modificar a reatividade e a estabilidade do material.

[005] A presente invenção, portanto, criou a funcionalização do óxido de grafeno por meio de octa (aminopropil) silsesquioxano. O termo “silsesquioxano” (SQS) advém de uma subclasse dos siloxanos. Os siloxanos são compostos formados por uma estrutura na qual um átomo de silício (Si) é ligado a um oxigênio (O) e a um ou mais substituinte orgânico. Os silsesquioxanos, por sua vez, diferem-se por apresentar a ligação do átomo de silício com o oxigênio em uma razão de 1,5. Isto significa que em SQS, o silício é trivalente em relação ao oxigênio (KOPESKY et al., 2005).

[006] A criação de um processo para síntese de óxido de grafeno funcionalizado com octa (aminopropil) silsesquioxano surge como uma resposta à necessidade de aprimorar ainda mais as propriedades do OG e ampliar suas possibilidades de uso em matrizes cimentícias de cimento Portland. A utilização de octa (aminopropil) silsesquioxano como agente de funcionalização não só oferece uma modificação eficiente e controlada do OG, mas também agrega benefícios relacionados à estabilidade e à versatilidade do material, tornando-o uma opção ainda mais atrativa para aplicações inovadoras. Para garantir a eficácia, realizou-se o processo de neutralização do cloridrato de octamino propilsilsesquioxano *in situ*.

[007] Para destacar a singularidade desta invenção em relação a outras patentes que abordam temas semelhantes, foi elaborada a Tabela 1.

Tabela 1 - Patentes e artigos divergentes em objetivos

Autores	Tipo de documento	Breve descrição
SURESH, CHAKRABORTY, 2006	Patente : WO 201400792 2 A1	Descreve um nanocomposito que está presente em um polímero, uma nanopartícula (silsesquioxano) e ou uma outra nanopartícula distinta da primeira, podendo esta segunda ser o grafeno e seus óxidos. Não confere remoção do cloridrato
PARASKAR, P; BARI P; MISHRA S.	Artigo	Descreve um nanomaterial de amina funcionalizado com óxido de grafeno para atender aplicações que envolve ações térmicas e mecânicas em matrizes epóxi.
WEIXIN HOU, Y A GAO, JOHN W ANG, DANIEL JOHN BLACKWOOD, SERENA TEO	Artigo	Descreve um nanocompósito de epóxi e óxido de grafeno tratado quimicamente com Triglicidil para-aminofenol (TGPAP) para fins de aumento de resistência mecânica em matrizes epóxi
YUHUA XUE, YONG LIU, FÄ LU, JIA QU, HAO CHEN, LIMING DAI	Artigo	Descreve um nanocompósito com grafeno e amina onde se produz um material super – hidrofóbico. A síntese não conferiu remoção do cloridrato e aplicação em argamassas de cimento Portland
GANG XUE, BIN ZHANG, JIYE XING, MINGMING SUN, XUGANG ZHANG, JIANHUI LI, LEI WANG, CAIZHAO LIU	Artigo	Descreve uma funcionalização com resina epoxy in situ para aumento de resistência mecânica e térmica. Não retira o Cloridrato e não se aplica a materiais cimentícios de cimento Portland.

Breve descrição dos desenhos

A Figura 1 apresenta a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier para amostras de Silsesquioxano

A Figura 2 apresenta espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier para amostras de grafite, OG e OGF

A Figura 3 apresenta a micrografia do octa (aminopropil) silsesquioxano (a) e óxido de grafeno funcionalizado (b).

A Figura 4 apresenta a micrografia do octa (aminopropil) silsesquioxano com aumento de 20kx.

A Figura 5 apresenta a micrografia do óxido de grafeno funcionalizado com aumento de 20kx

Descrição da invenção

[008] O Silsesquioxano utilizado para funcionalização do óxido de grafeno, inicialmente estava em sua forma de cloridrato. Portanto, para que haja a neutralização dele, foram adicionados em um balão de fundo redondo de 3 bocas, 3,0 gramas de octa (aminopropil) silsesquioxano, 7,0 gramas de bicarbonato de potássio e 150 ml de água deionizada, por onde ficou mantido sob agitação magnética durante 60 horas.

[009] Após a neutralização do silsesquioxano, foram adicionados ao balão de fundo redondo de 3 bocas, 6,0 gramas do óxido de grafeno e 0,05g do catalisador DCC (N, N'-Diciclo-hexilcarbodiimida) 99%. Todo esse conjunto da mistura, ficou mantido em banho ultrassônico por 10 minutos.

[010] Em seguida, com a mistura bem dispersa, deu início a etapa de refluxo no sistema, a qual consiste em si, a mudança estrutural necessária para que o óxido de grafeno se torne o óxido de grafeno funcionalizado com silsesquioxano. O sistema de refluxo consiste em um balão de fundo redondo de 3 bocas suspenso sob um banho maria, sendo o líquido óleo de silicone, sob um agitador magnético com aquecimento. Conectado na boca superior do balão, é instalado uma condensadora, que bombeará água corrente em sua parte interna (não tendo contato direto com o vapor), arrefecendo indiretamente o solvente que está em ebulição gerado pela mistura em aquecimento. Nessa etapa, tomou-se o cuidado de manter a temperatura variando entre 105 °C a 110 °C, onde se notava a ebulição do solvente, sem a perda dele no sistema de refluxo.

[011] Finalizado a etapa de refluxo, inicia-se a etapa de filtragem. Para isso, necessitou que toda mistura fosse despejada sob um funil de vidro, sendo este, colocado sobre um frasco kitassato e ligadas em uma série de vidrarias, as quais, são interligadas em uma bomba a vácuo (marca: TecnalTM, modelo TE-058).

[012] Finalizada a etapa de filtragem, o óxido de grafeno funcionalizado foi levado para a estufa a vácuo, onde permaneceu por 12 horas em temperatura de 80 °C, com o intuito de retirada da água deionizada do material. Após o material seco, foi posto novamente água deionizada, e a mistura foi submetida à uma etapa de desfoliação do óxido de grafeno funcionalizado. Nesta etapa utilizou-se um disruptor de célula ultrassônico, de modelo “UCD-950” da marca BiobaseTM, com um total de tempo de 5 horas e 30 minutos, com ciclos a cada 30 minutos para maior controle de temperatura.

[013] Após a finalização do tempo ao qual a mistura de OGF e água deionizada ficou no disruptor de célula ultrassônico, inicia-se o processo de retirada dessa água deionizada por meio da ebulição. Portanto essa mistura foi submetida a estufa à vácuo por 12 horas na temperatura de 80 °C.

[014] Para melhor compreensão da estrutura obtida após a funcionalização do óxido de grafeno, nas Figuras 1 e 2 é demonstrado esquematicamente.

Exemplos de concretizações da invenção

Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)

[015] O espectro de FT-IR para a amostra de octa (aminopropil) silsesquioxano, percebe-se que a amostra possui bandas de absorção em 3438 cm⁻¹ que representa a ligação (O-H) (MARANGONI et al., 2005), as bandas de 2937 cm⁻¹ e 1459 cm⁻¹ representa a ligação (C-H) (VIEIRA et al., 2017), 1116 cm⁻¹ ao grupo (Si – O – Si) (MARANGONI et al., 2005; VIEIRA et al., 2017; XU et al., 2005) e 736 cm⁻¹ que representa a ligação (C – Cl) (VIEIRA et al., 2017), como pode ser evidenciado na Figura 3. Já para o FT-IR das amostras de OG e OGF, percebe-se que a amostra possui características semelhantes, porém com algumas alterações ou deslocamentos do número de onda, como pode ser observada na Figura 2. Ambas as amostras possuem

um amplo pico que ocorre na região de alta frequência entre 3000 cm⁻¹ e 3700 cm⁻¹ referem-se à vibração de moléculas de água formadas no grupo hidroxila (–OH) (MUNIYALAKSHMI; SETHURAMAN; SILAMBARASAN, 2020).

[016] Para a amostra de OG em específico, a banda em 2919 cm⁻¹ representa o grupo (C-H) (GUERRERO-PÉREZ; PATIENCE, 2020), em 1430 cm⁻¹ o grupo o grupo (C-OH) (SHIVANANDA et al., 2023), em 1024 cm⁻¹ o grupo C-O-C (GUERRERO-PÉREZ; PATIENCE, 2020; SHIVANANDA et al., 2023).

[017] Já para o espectro de FT-IR para a amostra de OGF, pode ser observada pela a análise de pontos selecionados que os bandas se deram em 1604 cm⁻¹ que representa (C=O) e (C=C) (ALIZADEH et al., 2017; GUERRERO-PÉREZ; PATIENCE, 2020; SHIVANANDA et al., 2023), 1463 cm⁻¹ que representa (C-OH) e (C-O) (SHIVANANDA et al., 2023; TORRISI et al., 2023)e 1062 cm⁻¹ que representa (C-O-C) e (C-O) (GUERRERO-PÉREZ; PATIENCE, 2020; SHIVANANDA et al., 2023; TORRISI et al., 2023)

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

[018] Para diferenciação das estruturas é demonstrado por meio de micrografia as morfologias do octa (aminopropil) silsesquioxano, conforme pode ser visto na Figura 3 (a) e do OGF, conforme pode ser visto na Figura 3 (b).

[019] A Figura 4 e Figura 5 mostram a morfologia do octa (aminopropil) silsesquioxano e do óxido de grafeno funcionalizado com o octa (aminopropil) silsesquioxano, respectivamente. A rota química sugerida envolve a remoção da molécula de cloro, dando condições para uso em matrizes cimentícias a base de cimento Portland.

Referências Bibliográficas

ALIZADEH, A. et al. Graphene oxide/Fe₃O₄/SO₃H nanohybrid: a new adsorbent for adsorption and reduction of Cr(vi) from aqueous solutions. **RSC Advances**, v. 7, n. 24, p. 14876–14887, 2017.

ANDRADE NETO, D.; CARNEIRO, S.; FECHINE, P. Introdução aos nanomateriais. Em: *Avanços no desenvolvimento de nanomateriais*. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, UFC, 2020. v. 1, p. 11–33.

GUERRERO-PÉREZ, M. O.; PATIENCE, G. S. Experimental methods in chemical engineering: Fourier transform infrared spectroscopy—FTIR. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 98, n. 1, p. 25–33, 1 jan. 2020.

GULIA, S.; MONIRUZZAMAN, M.; PANDA, A. Approaches in graphene-based nanocomposites: Synthesis, modification, and multifaceted applications. **FlatChem**, v. 48, p. 100761, 2024.

HAN, S. et al. Removal of endocrine disruptors and pharmaceuticals by graphene oxide-based membranes in water: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 363, p. 121437, 2024.

KOPESKY, E. T. et al. Miscibility and viscoelastic properties of acrylic polyhedral oligomeric silsesquioxane–poly(methyl methacrylate) blends. **Polymer**, v. 46, n. 13, p. 4743–4752, 2005.

LIU, Z. et al. Construction and application of an electrochemical sensor based on MIL-101-NH₂(Fe)-derived Fe–C porous materials doped with reduced graphene oxide for baicalin detection. **Microchemical Journal**, v. 208, p. 112324, 2025.

MALAVEKAR, D. et al. Advancements in graphene and its derivatives based composite Materials: A comprehensive review on Synthesis, Characterization, and supercapacitive charge storage. **Chemical Engineering Journal**, v. 501, p. 157533, 2024.

MARANGONI, F. et al. Preparação de Materiais Adsorventes Através da Modificação de Nano-Plataformas de Octa-(hidridodimetilsiloxil) Silsesquioxanos. **Revista Matéria**, v. 10, n. 2, p. 338–349, jun. 2005.

MUNIYALAKSHMI, M.; SETHURAMAN, K.; SILAMBARASAN, D. Synthesis and characterization of graphene oxide nanosheets. **Materials Today: Proceedings**, v. 21, p. 408–410, 2020.

SHIVANANDA, C. S. et al. Structural, chemical and morphological properties of graphite powder, graphene oxide and reduced graphene oxide. **Materials Today: Proceedings**, 2023.

TORRISI, L. et al. Graphene oxide modifications by X-rays irradiations in air and vacuum. **Vacuum**, v. 215, p. 112283, 2023.

VIEIRA, E. G. et al. Synthesis, characterization and catalytic application of a new organometallic oligomer based on polyhedral oligomeric silsesquioxane. **Applied Organometallic Chemistry**, v. 31, n. 10, p. e3722, out. 2017.

XU, H. et al. Preparation, Thermal Properties, and Tg Increase Mechanism of Poly(acetoxystyrene-co-octavinyl-polyhedral oligomeric silsesquioxane) Hybrid Nanocomposites. **Macromolecules**, v. 38, n. 25, p. 10455–10460, 1 dez. 2005.

ZENG, H. et al. Recent progress on graphene oxide for next-generation concrete: Characterizations, applications and challenges. **Journal of Building Engineering**, v. 69, p. 106192, 2023.

SURESH, R.; CHAKRABORTY S. Nanocomposite and Method of Making the Same. **International Application Published Under the Patent Cooperation Treaty**, WO 2014/007922 A1. 2014

XUE, Y.; LIU, Y.; LU, F.; QU, J.; CHEN, H.; DAI, L. Functionalization of Graphene Oxide with Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane (POSS) for Multifunctional Applications. **The Journal of Physical Chemistry Letters**, Washington, v. 3, n. 12, p. 1607-1612, mai. 2012. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jz3005877>. Acesso em: 30 dez. 2024.

PARASKAR, P.; BARI, P.; MISHRA, S. Influence of amine functionalized graphene oxide on mechanical and thermal properties of epoxy matrix composites. **Iranian Polymer Journal**, Heidelberg, nov. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Pavan-Paraskar/publication/337571857_Influence_of_amine_functionalized_graphene_oxide_on_mechanical_and_thermal_properties_of_epoxy_matrix_composites/links/5f2cda68a

6fdcccc43b037cf/Influence-of-amine-functionalized-graphene-oxide-on-mechanical-and-thermal-properties-of-epoxy-matrix-composites.pdf. Acesso em: 30 dez. 2024.

XUE, G.; ZHANG, B.; XING, J.; SUN, M.; ZHANG, X.; LI, J.; WANG, L.; LIU, C. A facile approach to synthesize in situ functionalized graphene oxide/epoxy resin nanocomposites: mechanical and thermal Properties. **Journal of Materials Science**, New York, v. 54, p. 13973-13989, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-019-03901-1>. Acesso em: 30 dez. 2024.

HOU, W.; GAO, Y.; WANG, J.; BLACKWOOD, D. J.; TEO, S. Recent advances and future perspectives for graphene oxide reinforced epoxy resins. **Materials Today Communications**, Oxford, v. 23, jun. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352492819316939>. Acesso em: 30 dez. 2024.

REIVINDICAÇÕES

PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO POR MEIO DE OCTA (AMINOPROPIL) SILSESQUIOXANO E NEUTRALIZAÇÃO DO CLORIDRATO DE OCTAMINO PROPILSILSESQUIOXANO *IN SITU*

1. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO, **caracterizado pela** síntese do óxido de grafeno funcionalizado por meio de octa (aminopropil) silsesquioxano com processo de neutralização do cloridrato de octa(minopropil) silsesquioxano "*in situ*".
2. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelas** etapas de neutralização, dispersão, refluxo, filtragem à vácuo, secagem à vácuo, desfoliação do óxido de grafeno funcionalizado e secagem por ebulição.
3. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO, de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de neutralização na qual o silsesquioxano é neutralizado utilizando-se uma solução de bicarbonato de potássio na proporção de 3 g de silsesquioxano para 7 g de bicarbonato de potássio em 150 mL de água deionizada.
4. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO, de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de dispersão do óxido de grafeno na qual utiliza-se 0,05 g de N, N'-Diciclohexilcarbodiimida 99% e 6,0 g de óxido de grafeno e na qual a mistura fica sob agitação ultrassônica por 10 minutos.
5. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de refluxo na qual ocorre a reação de funcionalização do óxido de grafeno pelo silsesquioxano utilizando-se de um sistema de refluxo que consiste em um balão de fundo redondo de 3 bocas suspenso sob um banho maria, sendo o líquido óleo

de silicone, sob um agitador magnético com aquecimento em uma temperatura entre 100 e 120°C; uma condensadora conectada na boca superior do balão bombeando água corrente em sua parte interna, arrefecendo indiretamente o solvente que está em ebulição gerado pela mistura em aquecimento.

6. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de filtração à vácuo após a etapa de refluxo e que precede a etapa de secagem à vácuo.
7. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de secagem à vácuo na qual a solução permaneceu por 12 h em estufa à vácuo em temperatura de 80°C.
8. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de desfoliação na qual uma solução de óxido de grafeno funcionalizado foi obtida pela adição de água deionizada que foi posteriormente submetida a um disruptor de célula ultrassônico por um tempo total de 5 horas e 30 minutos, com ciclos a cada 30 minutos.
9. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma etapa de secagem por ebulição na qual a solução permaneceu por 12 h em estufa à vácuo em temperatura de 80°C.
10. ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO **caracterizado por** conter um silsesquioxano, que pode ser de estrutura aleatória, escada, gaiola parcial, gaiola (T8), gaiola (T10) ou gaiola (T12), em sua composição, ligado ao átomo de silício, este por sua vez, ligado ao átomo de oxigênio em uma razão de 1,5 e podendo ser ser alcila, metila, arila, vinila, fenila, arileno, ou ainda qualquer derivado organofuncional.

DESENHOS

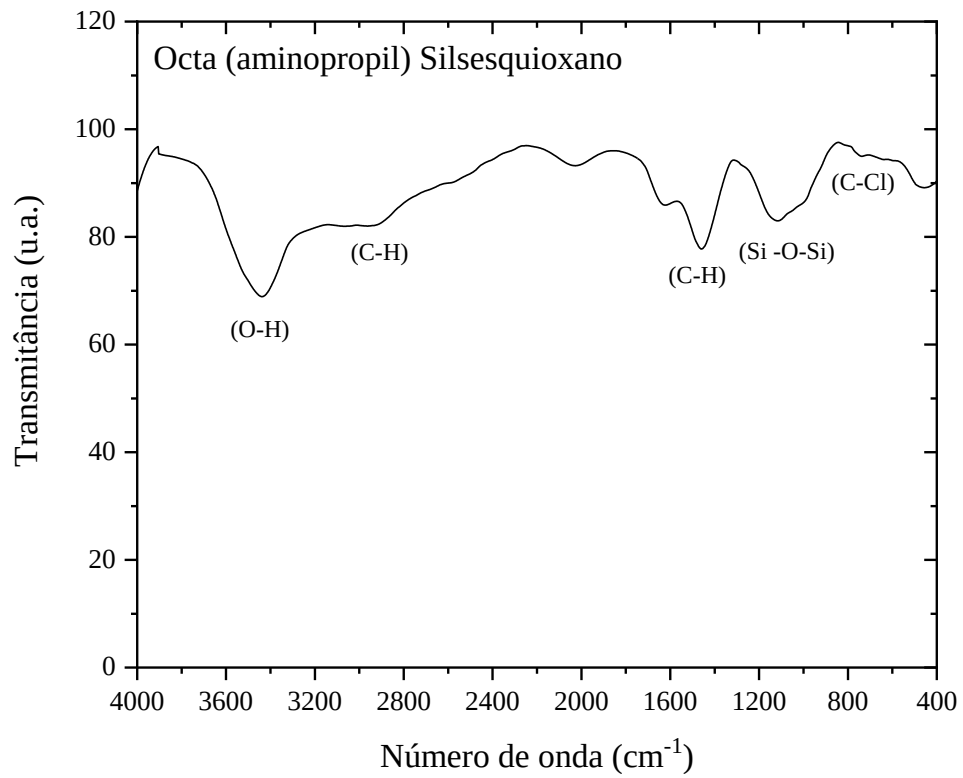


Figura 1

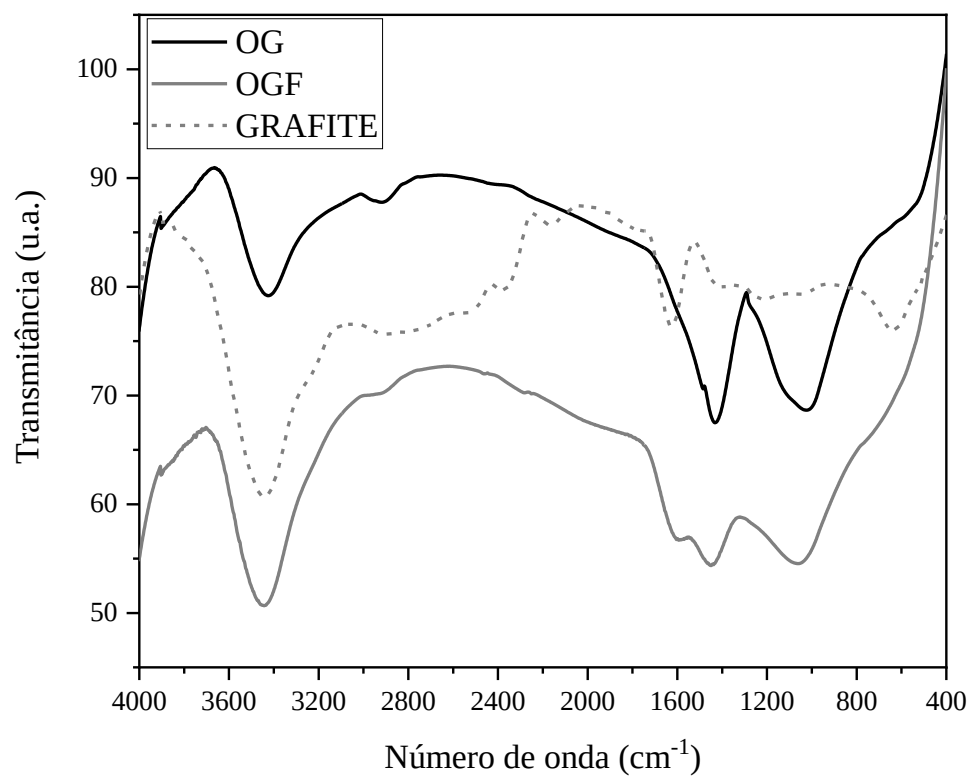


Figura 2

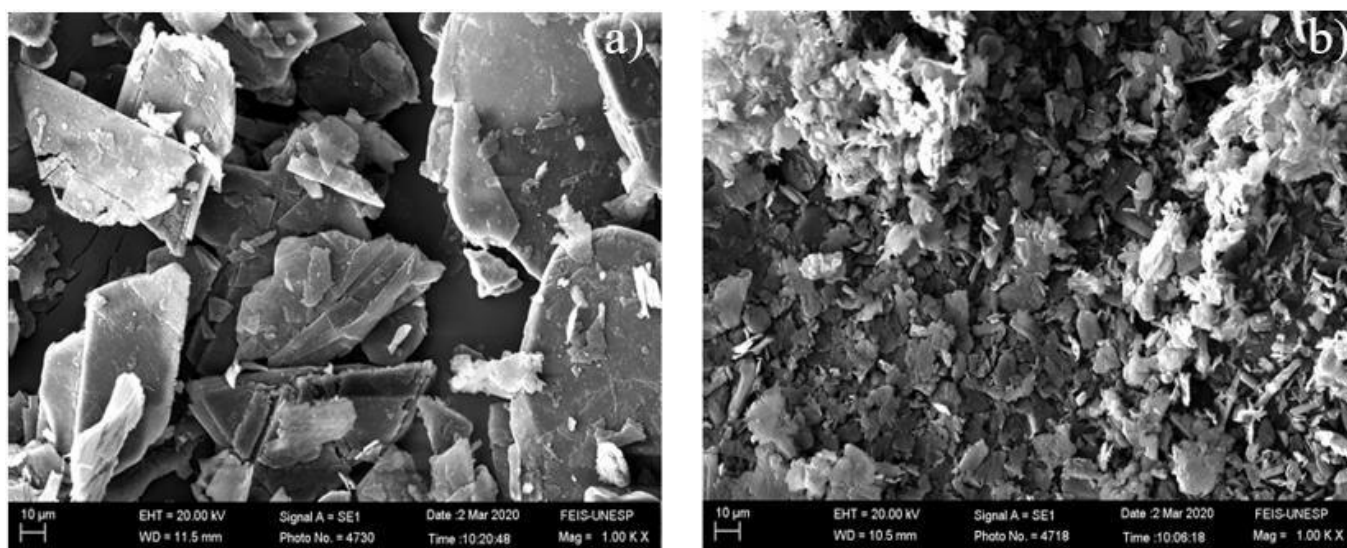


Figura 3

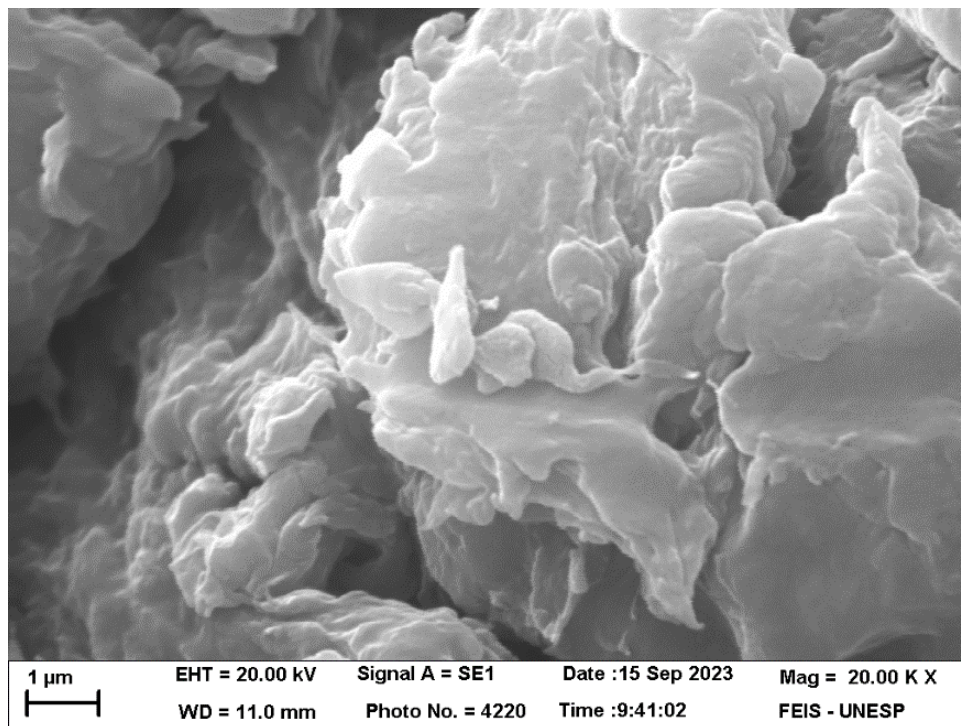


Figura 4

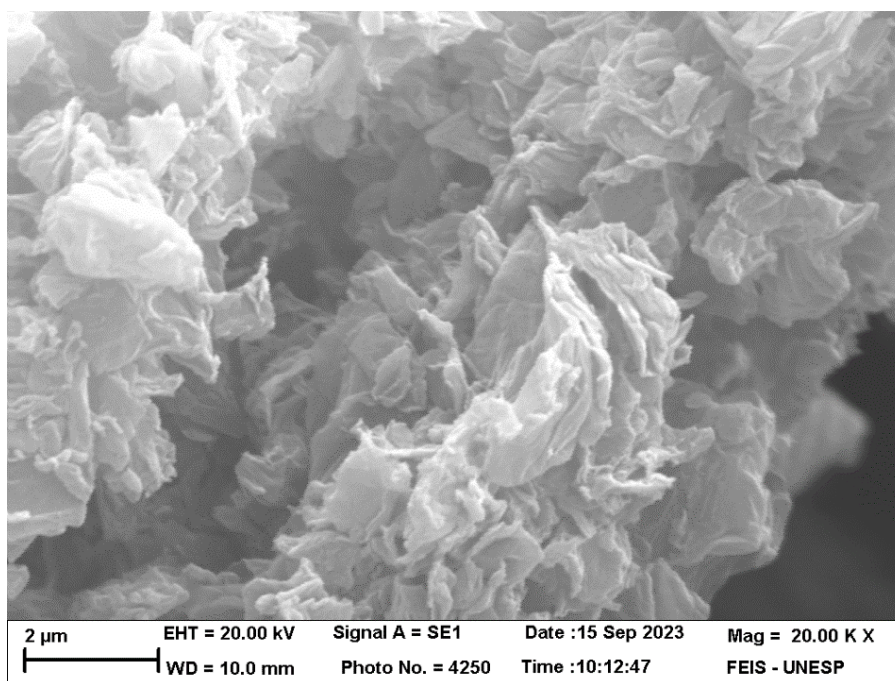


Figura 5

RESUMO**PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFENO FUNCIONALIZADO POR MEIO DE OCTA (AMINOPROPIL) SILSESQUIOXANO E NEUTRALIZAÇÃO DO CLORIDRATO DE OCTAMINO PROPILSILSESQUIOXANO *IN SITU***

A presente invenção refere-se ao processo de síntese de óxido de grafeno funcionalizado, utilizando octa(aminopropil) silsesquioxano com o processo de neutralização do cloridrato de octamino propilsilsesquioxano *in situ* como agente de funcionalização. O objetivo principal dessa modificação é ampliar as possibilidades de aplicação do óxido de grafeno, especialmente no campo da química em áreas correlatas que fazem uso da ciência dos materiais, aproveitando as propriedades únicas do óxido de grafeno funcionalizado para desenvolver novos materiais e tecnologias inovadoras.