



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI

Presidente: Claudio Vilar Furtado

Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados – DIRPA

Diretora: Liane Elizabeth Caldeira Lage

Programa INPI Negócios

Coordenadores: Felipe Augusto Melo de Oliveira
Leopoldo Coutinho

Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT

Coordenador: Alexandre Gomes Ciancio

Divisão de Estudos e Projetos- DIESP

Chefe: Cristina d'Urso de Souza Mendes Santos



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Autoras

Cristiane Fernandes Gorgulho
Silvia Souza de Oliveira
Cristina d'Urso de Souza
Mendes Santos

DIESP/CEPIT/DIRPA/INPI
DIESP/CEPIT/DIRPA/INPI
DIESP/CEPIT/DIRPA/INPI

Editoração

Bruno Rollin P. Santos
Shayane Brandão Diniz
Luiz Henrique dos Santos

DIPRE/CCOM
DIESP/CEPIT/DIRPA
DIESP/CEPIT/DIRPA



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Propriedade Intelectual e Inovação Economista
Claudio Treiguer
Bibliotecário Evanildo Vieira dos Santos - CRB7-4861

T255 TECNOLOGIAS com grafeno: panorama do patenteamento no Brasil.
/Cristiane Fernandes Gorgulho; Cristina d'Urso de Souza
Mendes Santos; Sílvia Souza de Oliveira. Rio de Janeiro: INPI/DIRPA/
CEPIT/ DIESP, 2021.

Radar Tecnológico, 64 f.; figs.; tabs.

1. Propriedade Industrial – Patente. 2. Informação tecnológica – Patente.
3. Informação tecnológica – Grafeno. I. Gorgulho, Cristiane Fernandes.
II. Santos, Cristina d'Urso de Souza Mendes. III. Oliveira, Sílvia Souza de.
IV. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). V. Título.

CDU: 347.771:666.61(81)

Permitida a reprodução, desde que citada a fonte. Todos os direitos reservados
aos autores e editores da publicação.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Sumário

Sumário	5
1 O Grafeno	7
1.1 Propriedades e Aplicações do Grafeno	7
1.2 Processos de obtenção do Grafeno	8
2 Mercado e indústria do Grafeno	11
2.1 A produção industrial do Grafeno no Brasil e potencial de negócios.....	11
2.1.1 Investimentos em pesquisas sobre Grafeno no Brasil	12
3 O Grafeno e a Propriedade Industrial (PI): Estudos baseados em patentes	14
4 Objetivos do Estudo	15
5 Análise dos pedidos de patente sobre tecnologias com Grafeno depositados no Brasil	17
5.1 Distribuição anual dos pedidos BR com Grafeno	17
5.2 Principais Depositantes de tecnologias com Grafeno no Brasil	18
5.3 Origem dos pedidos de Grafeno depositados no Brasil	20
5.4 Principais tecnologias dos pedidos de patente com Grafeno depositados no Brasil	22
5.4.1 Situação legal dos pedidos de Grafeno depositados no Brasil	25
6 Análise dos pedidos de patente BR depositados por residentes	27
6.1 Natureza dos depositantes residentes no Brasil.....	27
6.2 Depositantes de Grafeno residentes no Brasil	28
6.2.1 Origem dos principais depositantes residentes no Brasil	31
6.2.2 Tecnologias dos pedidos com Grafeno de residentes no Brasil	32
6.2.3 Situação legal dos pedidos com Grafeno depositados por residentes no Brasil após 2004	38



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

7	Considerações Finais	39
7.1	Desafios e obstáculos à difusão do grafeno	41
8	Referências Bibliográficas	42
9	Apêndice I: Metodologia	43
10	Apêndice II: Depositantes residentes no Brasil.....	54
11	Apêndice III: Lista de códigos dos países	57
12	Apêndice IV: Glossário	58

1 O Grafeno

O grafeno é uma das formas alotrópicas do carbono, e consiste em uma monocamada de átomos de carbono sp^2 disposta em uma rede bidimensional cristalina hexagonal, tipo “favo de mel”. Esta rede ou malha de grafeno está representada na Figura 1.

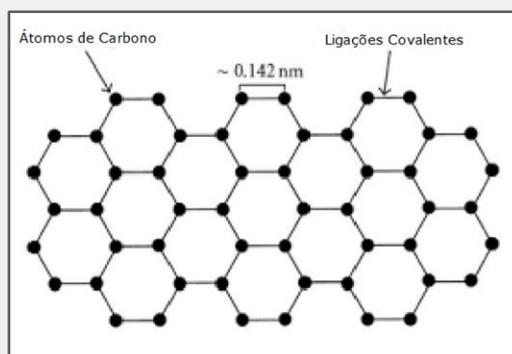


FIGURA 1: MALHA DE GRAFENO¹

O grafeno foi considerado por muito tempo um produto químico puramente teórico². Somente em 2004, Konstantin Novoselov e Andre Geim produziram com sucesso o grafeno e mapearam suas características, o que os levou a receber o Prêmio Nobel de Física em 2010. Como consequência, este novo material passou a despertar um grande interesse, especialmente nos campos das tecnologias de materiais e eletrônica³.

1.1 Propriedades e Aplicações do Grafeno

Atualmente, o grafeno é considerado um material revolucionário, em função de suas relevantes propriedades (mecânicas, elétricas, térmicas e ópticas) e suas diversas aplicações. Muitas das características do grafeno medidas em experimentos excederam os valores obtidos em qualquer outro material, com alguns alcançando limites teoricamente

¹ Modificado de: <https://www.thegraphenecouncil.org/>

² O primeiro a propor a existência do grafeno foi o físico Philip Russel Wallace, em 1947. Alguns anos depois, em 1962, os químicos Ulrich Hofmann e Hanns-Peter Boehm, nos seus trabalhos com compostos a base de grafite, batizaram o grafeno através da junção das palavras grafite e o sufixo “eno”.

³ <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2010/novoselov/facts/>



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

previstos, tais como mobilidade de elétrons e rigidez. Outra característica do grafeno é que ele pode ser prontamente funcionalizado quimicamente⁴ ou modificado em sua superfície, o que expande ainda mais suas propriedades e aplicações⁵.

Esse nanomaterial possui outras características importantes: é flexível (elasticidade), transparente e muito leve. O grafeno é finíssimo (possui a espessura de um átomo), mas possui elevada rigidez e resistência. Além disso, ele possui condutividades térmica e elétrica recorde, é impermeável a gases e apresenta ainda uma elevada transmitância óptica e um efeito Hall quântico anômalo. As folhas de grafeno mostraram também a capacidade de autoreparação⁶.

Assim, o grafeno pode ser utilizado para agregar valor às mais diversas aplicações em diferentes setores econômicos, tais como: a indústria eletrônica, telecomunicações, geração de energia, saúde, agricultura, aeroespacial, naval, automotivo, e construção civil. As aplicações consideradas mais relevantes são em: Transistores flexíveis; Sensores; Baterias de lítio-enxofre (Li-S); *Displays*; Compósitos; Suporte catalítico; e Tintas funcionais⁷.

Apesar do grafeno mostrar grande aplicabilidade em todos os ramos da ciência, há ainda um enorme caminho a percorrer em pesquisa e desenvolvimento para aproveitar todo o potencial deste nanomaterial e de seus derivados em tecnologias aplicadas nas diversas áreas tecnológicas, tais como: optoeletrônica, bioimagem, spintrônica, catálise, piezo eletricidade, entre muitas outras⁸.

1.2 Processos de obtenção do Grafeno

A obtenção de grafeno pode ser dividida em duas abordagens principais, *topdown* e *bottom-up*. A abordagem *topdown* envolve a separação das camadas empilhadas de grafite para produzir folhas de

⁴ Através da funcionalização, átomos ou moléculas podem ser adsorvidos ou ligados ao grafeno alterando, de alguma forma, suas propriedades originais.

⁵ Novoselov *et al.* (2012).

⁶ Zan *et al.* (2012).

⁷ Tiwari *et al.* (2020).

⁸ Tiwari *et al.* (2020).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

grafeno individuais ou pequenos empilhamentos. A maior parte do grafeno produzida em grande escala é realizada por esta abordagem através da esfoliação do grafite. Já os métodos *bottom-up* envolvem sintetizar grafeno partindo moléculas de carbono simples, como metano e etanol. Tais processos de síntese produzem grafeno de alta qualidade, porém são muitas vezes restritos a quantidades muito pequenas realizadas por deposição de vapor químico ou métodos de síntese orgânica avançados.⁹

A partir das múltiplas formas de síntese disponíveis, o grafeno pode ser encontrado sob diversas formas: folhas com uma até dez camadas, nanoplacas, nanofitas, flocos, entre outras, bem como formas quimicamente modificadas como, por exemplo, óxido de grafeno e óxido de grafeno reduzido¹⁰.

Nas últimas décadas, foram desenvolvidos novos métodos de obtenção do grafeno, aumentando a disponibilidade deste material para pesquisas e provocando queda no preço. No entanto, um método de baixo custo e que permita a produção em escala de um produto com padrão de qualidade aceitável ainda é um desafio tecnológico a ser alcançado¹¹.

⁹ Lin & Peng (2019).

¹⁰ Modificado de: <https://www.thegraphenecouncil.org/>

¹¹ Wang *et al.* (2017)



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

A Tabela 1 mostra as principais rotas de produção de grafeno e suas características.

MÉTODOS DE PREPARAÇÃO	MATERIAIS DE PARTIDA	TÉCNICAS DE OPERAÇÃO	VANTAGENS	DESvantagens	SUGESTÕES
Esfoliação mecânica	HOPG (grafite pirolítico altamente orientado)	Scotch-tape	Simplicidade, elevada qualidade estrutural e eletrônica	Delicado, demorado, baixo rendimento	Pesquisa fundamental
Crescimento epitaxial sobre SiC	4H-6H SiC wafer	Dessorção térmica de Si do substrato de SiC sob alta temperatura (>1000°C) e UHV (ultrahigh vácuo)	Produção em larga escala, qualidade elevada	Temperatura e custo elevados, não uniforme, baixo rendimento	Pesquisa básica e eletrônicos à base de grafeno
Crescimento epitaxial CVD	Hidrocarbonetos (tal como CH ₄)	Deposição química em fase vapor sob alta temperatura	Produção em grande escala, boa qualidade uniforme	Temperatura e custo elevados, processo complicado, baixo rendimento	Pesquisa básica e eletrônicos à base de grafeno
Redução química do óxido de grafite	Grafite	Esfoliação e oxidação do grafite, subsequente redução de óxido de grafite esfoliado	Alto rendimento, baixo custo, excelente processabilidade	Defeitos estruturais, perturbações da estrutura eletrônica do grafeno	Compósitos, eletrônicos e óptico-eletrônicos e potenciais dispositivos tecnologicamente viáveis
Esfoliação em fase líquida	Grafite	Dispersão e esfoliação de grafite em solventes orgânicos	Direto, simples, produção em larga escala e de baixo custo, prático	Demorado, impuro	Dispositivos eletrônicos, eletrodos transparentes e compósitos condutores
Desenrolamento de nanotubos de carbono	Nanotubos de carbono	Solução baseada na ação oxidativa de permanganato de potássio e ácido sulfúrico ou ataque por plasma	Direto, simples, produção em larga escala e baixo custo, alta qualidade (ataque por plasma)	Processo complicado e lento	Eletrônicos e compósitos

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS ROTAS DE PRODUÇÃO (VIEIRA SEGUNDO & VILAR, 2016)



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

2 Mercado e indústria do Grafeno

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento em grafeno são crescentes, e vêm acompanhados de uma corrida no campo da propriedade intelectual dada sua aplicabilidade em uma ampla gama de setores.

Atualmente o mercado de grafeno é concentrado, onde a maioria dos fornecedores e fabricantes estão localizados na Ásia¹². Os principais participantes estão se concentrando no desenvolvimento de parcerias estratégicas com usuários de produtos finais e institutos de pesquisa. Segundo o Relatório produzido pela Fortune Business Insights¹³, o tamanho do mercado global de grafeno foi avaliado em US\$ 225 milhões em 2019, com previsão de atingir US\$ 2,8 bilhões em 2027. Neste cenário, cabe destaque para o segmento de eletrônicos e a crescente participação da indústria aeroespacial. O Relatório destaca as empresas XS Sciences, Graphenea Inc, ACS Materials LLC, e AMO GmbH como atores líderes no mercado global. Indicando que tais empresas estão se concentrando em atividades de P&D para aprimorar a qualidade dos produtos e expandir suas aplicações.

2.1 A produção industrial do Grafeno no Brasil e potencial de negócios

De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o Brasil é o terceiro maior fornecedor mundial do mineral *grafita* e possui a segunda maior reserva mundial deste material.¹⁴ Desta forma, estima-se que as reservas brasileiras de grafite natural, concentradas em Minas Gerais, alcancem quase 45% do total encontrado no mundo. Segundo especialistas, tais reservas colocam o Brasil em posição privilegiada, em razão da matéria-prima abundante. Acredita-se que, se forem ampliados os investimentos no setor (P&D e

¹² Bellucci, Vasquez & Conti (2021).

¹³ Este relatório é intitulado "Graphene Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Product (Graphene Oxide (GO), Graphene Nanoplatelets (GNP), Others), By End-Use, and Geography Forecast, 2020-2027".

¹⁴ Gov.br, notícias, Educação e Pesquisa. 14/07/2021. <https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2021/07/criado-programa-de-inovacao-em-grafeno>



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

produção de produtos industrializados), o país poderá alcançar uma expressiva participação na cadeia produtiva do grafeno.¹⁵

Quanto à produção industrial do grafeno no Brasil, cabe destaque para duas organizações: Projeto MGgrafeno e UCSGRAPHENE. Desde março de 2020 está em operação em Caxias do Sul (RS), a primeira e maior planta de produção de grafeno em escala industrial da América Latina, a UCSGRAPHENE, conectada ao Parque de Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Fruto da experiência da UCS com pesquisa em nanotecnologia, esta fábrica tem capacidade para produzir até 500 kg de grafeno por ano, além de gerar pesquisas e desenvolvimento de novos produtos¹⁶.

Já o Projeto MGgrafeno foi criado, visando implantar uma planta industrial de grafeno do Brasil. Inicialmente a planta dedicou-se à consolidação de processos e desenvolvimento de tecnologia própria, a fim de instaurar um modelo de produção de grafeno em escala com baixo custo e a alta qualidade. O projeto conseguiu testar e demonstrar diversas aplicações¹⁷ do grafeno com parceiros empresariais. A planta de produção de grafeno em escala industrial está prevista para tornar-se operacional em 2022^{18,19}.

2.1.1 Investimentos em pesquisas sobre Grafeno no Brasil

Em 2013, o Instituto Presbiteriano Mackenzie (São Paulo), criou o MackGraphe²⁰, o primeiro centro de pesquisas sobre o grafeno na América Latina, com apoio da FAPESP, do CNPq e do BNDES. Além disso, em 2016, a Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais

¹⁵ O Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 25/02/2016. Brasil ganha o primeiro centro de pesquisas em Grafeno da América Latina. <https://ibram.org.br/noticia/brasil-ganha-o-primeiro-centro-de-pesquisas-em-grafeno-da-america-latina/>

¹⁶ Gov.br, notícias, Educação e Pesquisa. 14/07/2021. <https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2021/07/criado-programa-de-inovacao-em-grafeno>

¹⁷ Baterias e super capacitores, superfícies hidrofóbicas, filtros, revestimentos anticorrosivos, tintas condutoras, membranas de dessalinização e separação de água e óleo, tecidos inteligentes, sensores

¹⁸ Agência Minas. 12/03/2020. <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-inaugura-primeira-planta-de-producao-de-grafeno-com-tecnologia-100-brasileira>

¹⁹ <https://www.mggrafeno.com.br/pdf/more-info.pdf>

²⁰ O primeiro centro dedicado a pesquisa de materiais bidimensionais na América Latina, com cooperação com o *Centre for Advanced 2D Materials* e *Graphene Research Centre*, da *National University of Singapore*, trabalhando de maneira complementar. (MACKENZIE, 2016).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

(UFMG) e o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), investiram no projeto MGgrafeno, com objetivo de desenvolver tecnologias de produção de grafeno de alta qualidade e baixo custo, a fim de que esses métodos possam ser reproduzidos gradativamente.

Já a UCSGRAPHENE é atualmente uma unidade EMPRAPII credenciada para atuar na cadeia automotiva, com destaque em materiais avançados, compósitos, nanocompósitos de alto desempenho e materiais multicomponentes. Outra iniciativa é a Rede EMBRAPII/MCTI de Inovação em Grafeno, lançada em outubro de 2020, cujo objetivo é incentivar pesquisa e desenvolvimento de aplicações industriais para o material no país, promovendo a aproximação das 15 Unidades EMBRAPII de grafeno às demandas do setor empresarial. Quanto ao financiamento das pesquisas, destacam-se as chamadas públicas realizadas pela Finep/MCTI em 2020, que contemplavam os “Materiais Avançados”²¹ e 29 projetos aprovados na Chamada CNPq/MCTI/SEMPI nº 01/2020: “*Empreendedorismo e soluções de base tecnológica na área do grafeno*”.

Por fim, o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO)²², um dos eixos estratégicos da *Iniciativa Brasileira de Nanotecnologias*²³, é formado por um conjunto de laboratórios direcionados à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação em nanociências e nanotecnologias, onde foram investidos recursos do MCTIC e do FNDCT. Já o Programa SibratecNANO²⁴ (composto pela *Rede de Centro de Inovação em Nanomateriais e Nanocompósitos* e pela *Rede de Centro de Inovação em Nanodispositivos e Nanossensores*) é responsável por articular e aproximar os laboratórios do SisNANO com as empresas, visando estimular o desenvolvimento tecnológico e inovação das empresas brasileiras.

²¹ Subvenção Econômica à Inovação – 05/2020; Materiais Avançados e Minerais Estratégicos 2020; Estruturação de Centros de Tecnologia e Inovações Aplicadas em Materiais Avançados 09/2020; e Implantação do Laboratório de Materiais Avançados e Minerais Estratégicos (LMA/GraNioTer).

²² O SisNANO é formado por uma rede de laboratórios para pesquisa, desenvolvimento e inovação em nanociências e nanotecnologias, tendo como base essencial o caráter multiusuário e de acesso aberto a instituições públicas e privadas.

²³ <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-3.459-de-26-de-julho-de-2019-209514505>.

²⁴ O programa opera desde 2016 em ciclos de submissão de projetos. Em fevereiro de 2021 foi aberto o 9º ciclo para envio de propostas. Até então o SibratecNANO já contratou 43 projetos em um valor de apoio de aproximadamente R\$ 10 MM e mais de R\$ 2 MM oferecido como contrapartida pelas empresas. A maior parte das empresas (~75%) contempladas pelo programa são de micro e pequeno porte. Mais informações em <http://www.sibratecnano.com>.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

3 O Grafeno e a Propriedade Industrial (PI): Estudos baseados em patentes

A patente confere ao titular um direito, limitado no tempo e no espaço, de impedir que terceiros explorem, sem o seu consentimento, a invenção patenteada. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo da invenção ao formular seu pedido de patente, tornando, portanto, o documento do pedido de patente publicado uma excelente fonte de informação tecnológica. Além dos detalhes técnicos da invenção, o processo de obtenção de uma patente também revela uma série de outros dados sobre aquela tecnologia: as instituições e inventores que a desenvolveram, o país onde esta foi gerada, os detentores dos direitos (titulares) e os países nos quais se busca exclusividade de mercado para a invenção. Esses dados, quando compilados, tornam-se excelentes indicadores em estudos de prospecção tecnológica, especialmente se tratando de uma tecnologia emergente, como é caso do grafeno.

As análises realizadas do cenário de depósitos de patentes a nível mundial revelaram um acelerado crescimento no depósito entre 2010 e 2015, com uma taxa de crescimento anual de 76%, e, no período mais recente, esta taxa foi de 23%. Dentre os países de origem das tecnologias, a China é responsável pela maioria dos depósitos gerados no mundo. Tal liderança é atribuída ao incentivo do governo chinês ao depósito de pedidos de patente²⁵ e ao foco estratégico do país em novos materiais^{26,27,28}. As universidades e instituições de pesquisa chinesas são as principais organizações depositantes de pedidos, possuindo um relevante portfólio de patentes²⁹. Além da China, merecem destaque também Estados Unidos e Coreia do Sul.

²⁵ NS Tech, "Why China's impressive patent rates don't tell the whole story", 2019.

²⁶ "Materials science is helping to transform China into a high-tech economy", Nature 567, S1-S5 (2019)

²⁷ The China Innovation Alliance of the Graphene Industry (CGIA) is a consortium, established in 2013, of Chinese companies, academic institutions, and research organizations that focus on the research and development of graphene and graphene-based products. <http://www.graphene-alliance.com/>

²⁸ Made in China 2025 technology roadmap. Ver Evolving Made in China 2025. China's industrial policy in the quest for global tech leadership (Zenglein e Holzmann, 2019) https://merics.org/sites/default/files/2020-04/MPOC_8_MadeinChina_2025_final_3.pdf

²⁹ IPOS (2021).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

4 Objetivos do Estudo

O objetivo principal deste estudo é identificar tecnologias relacionadas ao grafeno, visando disseminar o conhecimento sobre este nanomaterial aos setores interessados em pesquisar, desenvolver e produzir estas tecnologias. Assim, este estudo poderá contribuir para a invenção e aperfeiçoamento de tecnologias relativas ao grafeno no país.

Neste sentido, o estudo tem como objetivo identificar os pedidos de patente depositados no Brasil, que descrevem invenções que envolvem o grafeno, apresentando um panorama dos depósitos: a distribuição anual dos pedidos, os principais depositantes no país, identificando os países e regiões de origem, além dos tipos de tecnologias presentes nesses documentos. O estudo apresentará também a situação legal dos pedidos de patente, permitindo identificar aqueles que estão pendentes de análise no INPI, assim como as patentes vigentes no Brasil.

Desta forma, o levantamento das informações técnicas disponíveis nos documentos de patente, permitirá identificar as rotas tecnológicas do grafeno, novas potencialidades de aplicação deste material, assim como o principais atores no Brasil. Isto é imprescindível para estimular negócios e parcerias, além de fundamentar a formulação de políticas públicas adequadas, que assegurem a eficiente e sustentável exploração do grafeno, a fim de fomentar o desenvolvimento industrial, tecnológico, econômico e social do país.³⁰

Assim, os objetivos específicos deste estudo são:

- verificar a utilização dos mecanismos de proteção da propriedade industrial pelos inventores e fabricantes de tecnologias que envolvem o grafeno, através do levantamento da quantidade de pedidos de patentes existentes no Brasil;
- verificar a distribuição anual dos pedidos de patente neste campo tecnológico;

³⁰ No Brasil, para obter a proteção por patente, o pedido precisa passar por uma análise técnica feita pelo INPI, que é baseada na Lei da Propriedade Industrial (LPI). (www.gov.br/inpi/).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

- identificar os países que mais depositam no Brasil pedidos de patente que envolvem o grafeno;
- identificar as regiões brasileiras com mais depósitos de pedidos de patente efetuados no INPI relativos ao grafeno, a fim de identificar clusters de inovação existentes;
- identificar os principais depositantes de pedidos de patente sobre grafeno no Brasil;
- identificar as principais áreas tecnológicas dos depósitos sobre grafeno efetuados no Brasil;
- identificar a situação legal dos pedidos de patente sobre grafeno existentes na base do INPI, na época do estudo.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

5 Análise dos pedidos de patente sobre Tecnologias com Grafeno depositados no Brasil

Esse capítulo apresenta uma análise dos pedidos de patente depositados no Brasil relativos a **tecnologias com grafeno**, visando mostrar o interesse por estas tecnologias no mercado brasileiro. Em seguida, são analisados pedidos depositados por residentes no Brasil com o objetivo de mostrar o desenvolvimento tecnológico deste setor no País e as instituições que têm realizado pesquisa e desenvolvimento nesta área. O mapeamento destas instituições brasileiras, que pesquisam o grafeno, gerará informações valiosas para apoiar e fomentar este setor, disponibilizando recursos adequados ao desenvolvimento dessas tecnologias e aprimorando as políticas públicas voltadas ao grafeno.

Assim, a metodologia de busca, descrita no Apêndice I, por pedidos de patente de tecnologias com grafeno depositados no Brasil após 2004 retornou 696 documentos, o objeto da análise deste estudo.

5.1 Distribuição anual dos pedidos BR com Grafeno

A Figura 2 mostra a distribuição anual destes pedidos de grafeno depositados no Brasil, a partir de 2004. Observa-se uma tendência de crescimento no número de pedidos. No que se refere à redução de pedidos de patente depositados no INPI em 2020, é importante salientar que tal número ainda não reflete a totalidade dos pedidos depositados neste ano, tendo em vista o período de sigilo (de 18 meses desde a data de depósito do pedido de patente) até a 1ª publicação, conforme previsto na legislação.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

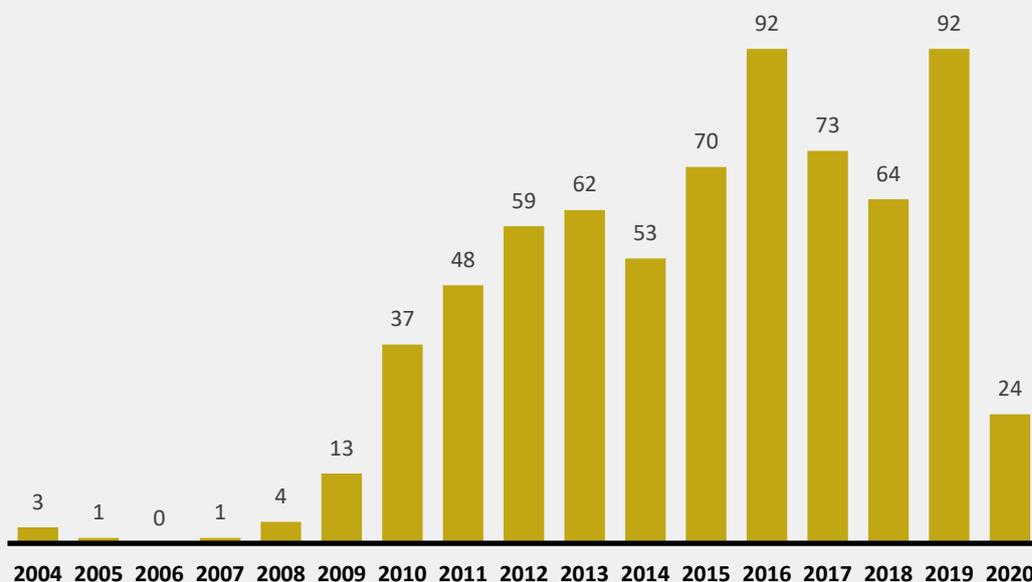


FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS PEDIDOS DE PATENTE COM GRAFENO DEPOSITADOS NO BRASIL (2004-2021)

5.2 Principais depositantes de tecnologias com Grafeno no Brasil

A análise dos depositantes dos pedidos de patente permite compreender quem são os principais interessados em obter exclusividade por este tipo de tecnologia no Brasil. Neste sentido, é possível identificar as instituições de fora do Brasil que visam negociar suas tecnologias no mercado nacional, assim como os depositantes residentes que desenvolvem tecnologia no país.

A Figura 3 mostra os 20 principais depositantes de grafeno no Brasil. Observa-se que a empresa com mais pedidos depositados no Brasil é a empresa de energia americana "Baker Hughes Incorporated".

Vale destacar, que, nas três primeiras posições do ranking geral, há 2 universidades brasileiras de Minas Gerais empatadas: a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Além disso, as 20 principais organizações depositantes listadas no gráfico, possuem entre 6 e 25 pedidos cada,



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

que somados correspondem a aproximadamente 30% dos pedidos encontrados neste levantamento. Neste grupo, há 12 organizações não residentes (sendo 6 empresas americanas) e 8 instituições brasileiras, todas do setor público, das quais 6 são universidades.

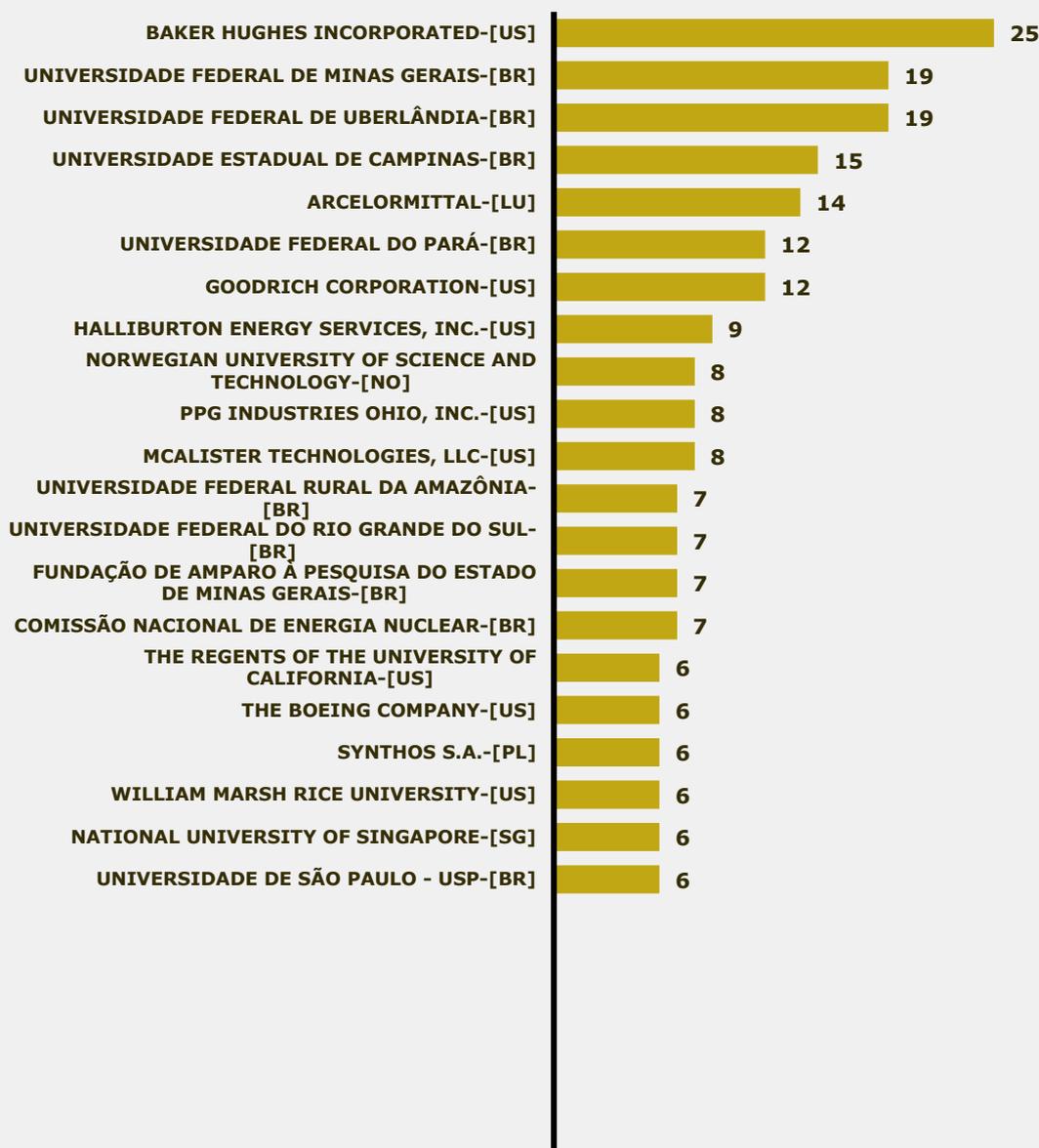


FIGURA 3: PRINCIPAIS DEPOSITANTES NO BRASIL DOS PEDIDOS COM GRAFENO



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

5.3 Origem dos pedidos de Grafeno depositados no Brasil

O país de residência dos depositantes permite compreender quais países têm maior representatividade no depósito de pedidos de patentes no Brasil relacionados às tecnologias focadas neste estudo. Verifica-se que, no que diz respeito ao grafeno, os pedidos de patente são principalmente de **depositantes não residentes** no país, representando 76% do total de pedidos encontrados (696).

O ranking dos países de origem dos depositantes é liderado pelos Estados Unidos com 38% do total. Outro país de destaque é o Brasil, cujos depositantes figuram em 24% dos pedidos de patente. Em terceiro lugar estão os depositantes com origem na Alemanha (6%). Juntos esses três principais locais de origem dos depositantes reúnem quase 70% dos pedidos depositados sobre grafeno no Brasil. A Figura 4 mostra a distribuição dos pedidos depositados no Brasil em relação ao país de origem do depositante.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

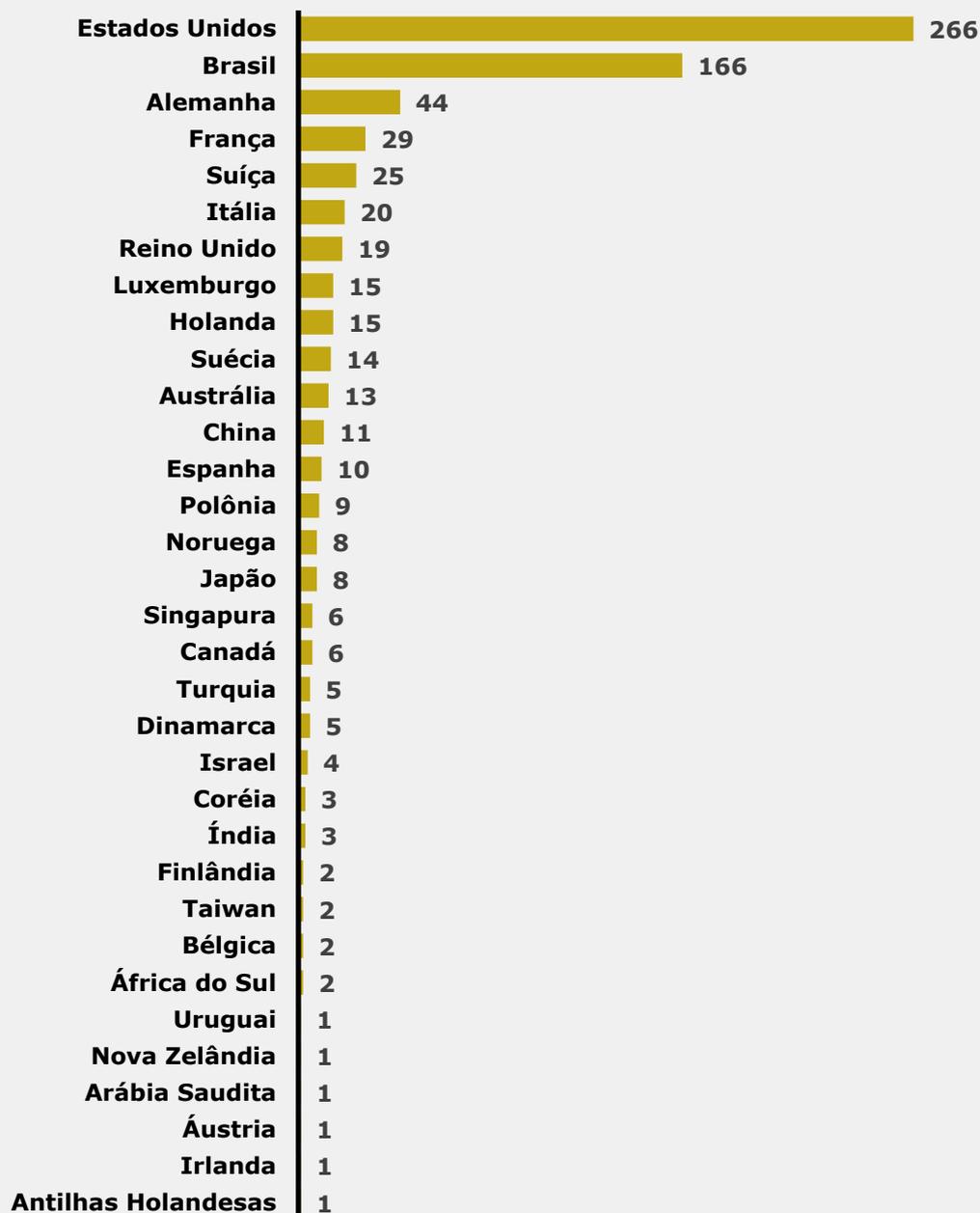


FIGURA 4: PAÍSES DOS DEPOSITANTES DE PEDIDOS NO BRASIL COM GRAFENO



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

5.4 Principais tecnologias dos pedidos de patente com Grafeno depositados no Brasil

Ao analisar os pedidos de patente depositados no Brasil, foi possível categorizá-los de acordo com a tecnologia descrita a partir das classificações dos pedidos de patentes (CIP, CPC e DWPI Manual Codes) associadas a cada documento.

Os documentos foram agrupados em **22** categorias que podem ser subdivididas em dois grandes grupos: o das categorias relativas aos ***processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno*** ou ***compósitos com grafeno e sua produção***; e o grupo que inclui as categorias voltadas às diversas ***aplicações do grafeno***.

Cabe ressaltar que o mesmo pedido de patente pode ser enquadrado em mais de uma categoria, caso ele descreva mais de um campo tecnológico identificado. As quantidades de pedidos de cada categoria são mostradas na Figura 5 a seguir.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

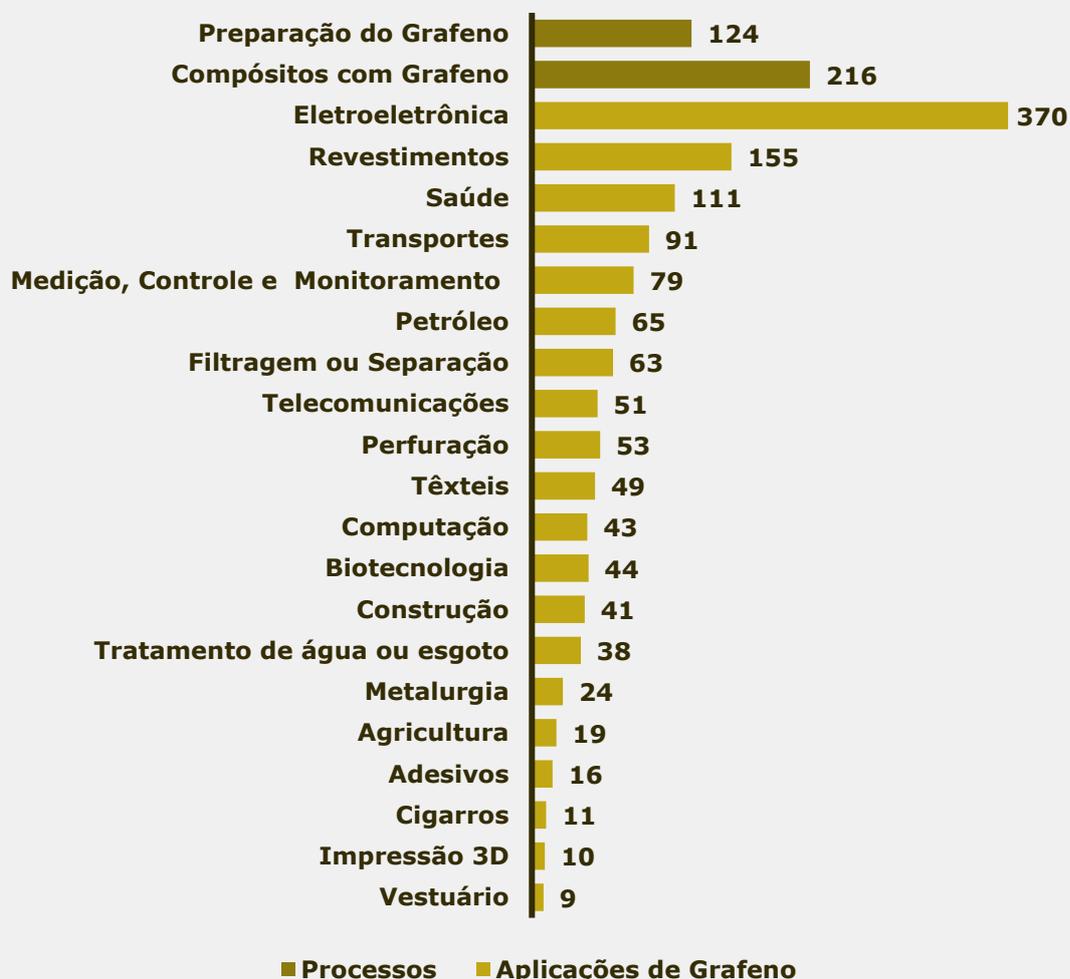


FIGURA 5: PRINCIPAIS CATEGORIAS DOS PEDIDOS DE PATENTE COM GRAFENO DEPOSITADOS NO BRASIL

A categoria denominada “**Processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno**” (denominada, no gráfico, como “*Preparação do grafeno*”) inclui os pedidos que se referem à produção do grafeno e seus diferentes derivados, como, por exemplo, óxido de grafeno, óxido de grafeno reduzido, nanofitas de grafeno e formas funcionalizadas. Tal categoria reflete um ramo relevante no desenvolvimento tecnológico e abarca 18% dos documentos relativos a grafeno depositados no Brasil. A categoria denominada “**Compósitos com grafeno e sua produção**” inclui os pedidos de patente que descrevem materiais compósitos ou



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

nano compósitos, nos quais foi adicionado grafeno a fim de conferir propriedades novas ou melhoradas ao material. Esta categoria representa 31% dos pedidos depositados no Brasil.

As demais 20 categorias foram definidas em função das diferentes áreas de **aplicação do grafeno**. Assim, a categoria "**Eletroeletrônica**" mostrou ser a principal área de aplicação do grafeno, englobando 53% dos pedidos, incluindo as tecnologias voltadas à *geração, conversão e armazenamento de energia*, aos *circuitos eletrônicos*, bem como os *materiais condutores de eletricidade*.

A fim de analisar mais detalhadamente este conjunto de pedidos, a categoria "**Eletroeletrônica**" foi subdividida em aplicações mais específicas, tais como: Eletrodos, Semicondutores, Baterias, Energia Fotovoltaica, Capacitores, Circuitos Impressos, Displays e Célula a Combustível (Figura 6).

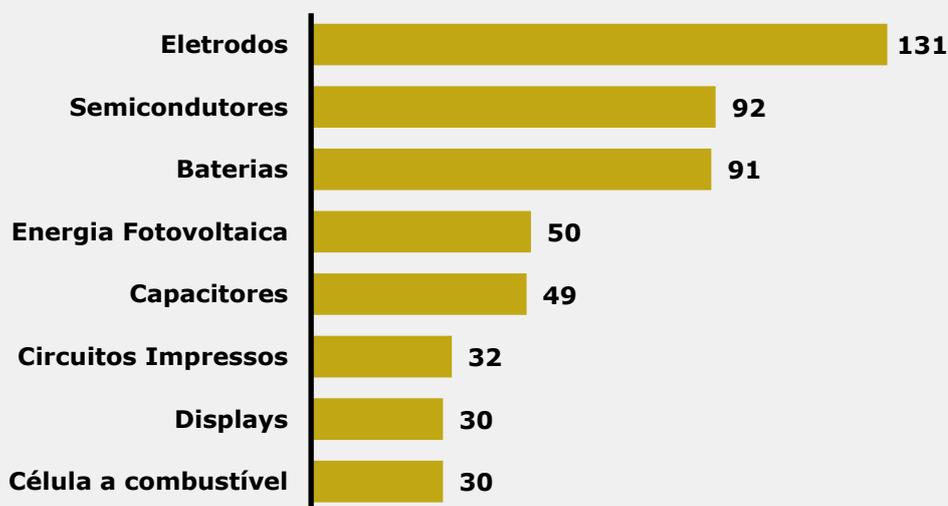


FIGURA 6: PRINCIPAIS SUBCATEGORIAS DA CATEGORIA ELETROELETRÔNICOS DOS PEDIDOS DE RESIDENTES NO BRASIL

A categoria "**Revestimentos**" inclui 22% dos documentos, e está associada aos filmes, tintas e outras composições aplicadas à superfície de materiais. Merecem destaque os revestimentos relativos às *tintas*, em especial, as *tintas condutoras de eletricidade*.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

A categoria "**Saúde**" comporta 16% dos documentos, nela estão incluídos os documentos de patente relacionados a produtos e composições de aplicação médica, incluindo aplicações diagnósticas para identificação e quantificação, biossensores, além de materiais cirúrgicos e biocompatíveis. Dentro do conjunto de pedidos com aplicação em *Saúde* (16% de 110), destaca-se a área de *Fármacos*, que compreende metade dos pedidos desta categoria.

Os pedidos de patente da categoria "**Transporte**" descrevem tecnologias nas quais o grafeno é aplicado em *veículos*, para transporte de pessoas ou cargas, com destaque para os *veículos elétricos* e as aplicações direcionadas ao *transporte aéreo ou aeroespacial*. Esta categoria corresponde a 13% dos pedidos encontrados.

Foram verificados ainda pedidos de patente nas seguintes áreas de aplicação: Medição, Controle e/ou Monitoramento; Filtragem ou Separação; Petróleo; Perfuração; Telecomunicações; Têxteis; Computação; Biotecnologia; Construção; Tratamento de água ou esgoto; Metalurgia; Agricultura; Adesivos; Cigarros; Impressão 3D; e Vestuário.

5.4.1 Situação legal dos pedidos de Grafeno depositados no Brasil

Com o objetivo de evitar litígios ao produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar um produto no Brasil, é importante investigar se a tecnologia correspondente possui patente vigente no país ou se é ainda um pedido de patente pendente de análise técnica no INPI: no primeiro caso, o titular da patente possui os direitos de exclusividade sobre a tecnologia; no segundo caso, o depositante do pedido tem uma expectativa de direito até a decisão final do instituto, quando a patente poderá (ou não) ser concedida. Desta forma, as tecnologias não protegidas por patente (ou sem expectativa de proteção) são livres para a produção, o uso, a comercialização e a importação.

Assim sendo, é possível observar, na Figura 7, que cerca de metade dos **696** pedidos de patente referentes a tecnologias com grafeno (48%), identificados na base do INPI, é composta de *pedidos pendentes* de exame, enquanto uma menor parcela (15%) é constituída



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

de *patentes vigentes*, cujas tecnologias não estão livres no Brasil. Verificou-se também que aproximadamente um terço (37%) dos pedidos deste estudo não está válido no Brasil.³¹

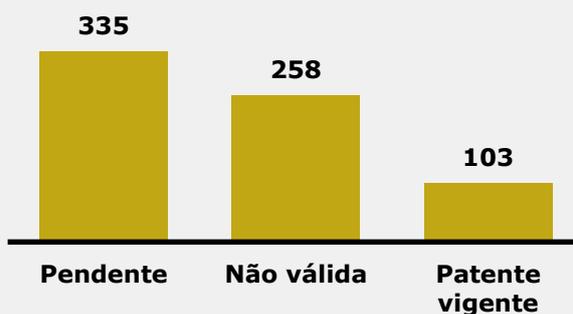


FIGURA 7: SITUAÇÃO LEGAL (FEVEREIRO DE 2022) DOS PEDIDOS DE PATENTE COM GRAFENO DEPOSITADOS NO BRASIL

No caso dos *pedidos pendentes*³², há apenas uma expectativa de direito, sendo necessário acompanhar o andamento destes processos no INPI (Brasil). É importante destacar que o levantamento da situação legal destes pedidos foi realizado em fevereiro de 2022. Portanto, como o *status* legal de alguns pedidos pode mudar com o tempo, recomenda-se consultar a base de patentes do INPI, quando for necessário tomar alguma decisão.

³¹ Os motivos de não estarem válidos(as) incluem as seguintes possibilidades: a patente foi extinta ou o pedido foi indeferido após o exame, ou o pedido foi arquivado (por não cumprir a exigência do examinador ou por falta de pagamento de alguma taxa, por exemplo) ou houve desistência do pedido por parte do requerente.

³² Os pedidos pendentes de decisão também contemplam os pedidos que podem ser restaurados, e pedidos deferidos, cujos depositantes devem pagar a taxa estabelecida para obter a carta patente. Os pedidos em fase de recurso podem ter a decisão revertida e podem virar uma patente concedida.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

6 Análise dos pedidos de patente BR depositados por residentes

Este estudo encontrou 166 pedidos depositados por residentes no Brasil (24% do total). Assim, procurou-se analisar a natureza destes pedidos, os principais depositantes residentes, a origem (os estados) e a natureza destes residentes, as categorias (tecnologias) e a situação legal destes pedidos com grafeno no Brasil, no período analisado.

6.1 Natureza dos depositantes residentes no Brasil

Neste estudo, foram identificados 87 depositantes residentes no Brasil, incluindo pessoas jurídicas dos setores público e privado, além de pessoas físicas.³³ A lista completa destes depositantes residentes pode ser encontrada no Apêndice II. A Figura 8 mostra as quantidades de pedidos de cada grupo. Vale lembrar que alguns pedidos possuem mais de um depositante residente, como por exemplo, o pedido BR102013033235 depositado pela UNICAMP e o "Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais" (INPE).

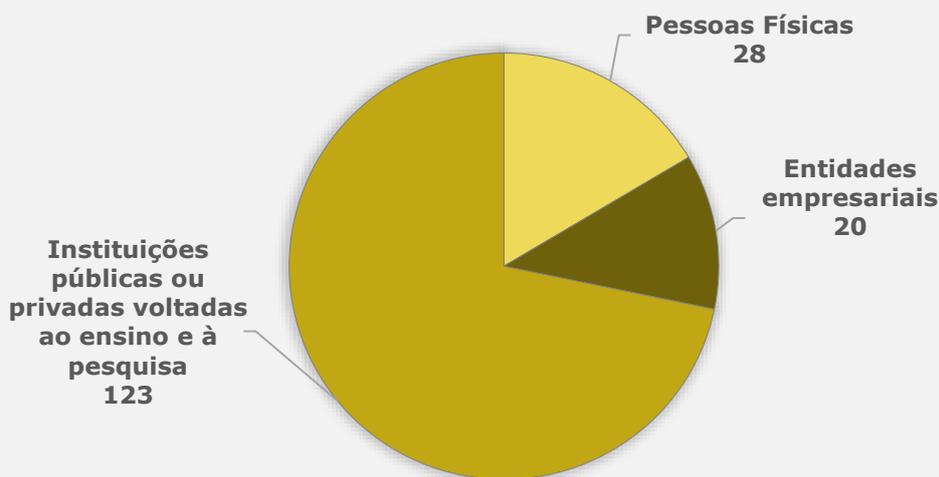


FIGURA 8: NATUREZA DOS DEPOSITANTES RESIDENTES NO BRASIL

³³ Os dados dos pedidos de patente BR (CNPJ dos depositantes) foram cruzados com a tabela de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) da Receita Federal.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

A maior parte dos 166 pedidos de patente depositados por residentes no Brasil (74% do total) tem como titulares *instituições públicas ou privadas voltadas ao ensino e à pesquisa*. O setor educacional e de pesquisa inclui as universidades, faculdades, centros de educação, fundações, institutos de pesquisa ou agência de fomento e desenvolvimento científico e tecnológico, sendo que a maioria destas instituições são vinculadas ao setor público no âmbito federal. Contudo, neste grupo também foram encontrados pedidos de 5 instituições privadas sem fins lucrativos voltadas ao ensino e à pesquisa, conforme a tabela do Apêndice II.

As pessoas físicas estão na 2ª posição em quantidade de depósitos realizados, constando como depositantes em 17% dos pedidos. É possível verificar que os 28 pedidos de patente BR de residentes deste grupo pertencem a 33 pessoas físicas, cujos nomes estão listados na tabela do Apêndice II.

Por fim, se observou que os 20 pedidos de patente do grupo “entidades empresariais” pertencem às 15 empresas privadas (S/A ou Ltda ou Eirelli - EPP) listadas na tabela do Apêndice II. Este grupo corresponde a 12% dos pedidos feitos por residentes.

6.2 Depositantes de Grafeno residentes no Brasil

Os principais depositantes para as tecnologias de grafeno residentes no Brasil estão listados na Figura 9. O estudo concluiu que as universidades e instituições voltadas ao ensino e à pesquisa são as que mais depositam patentes no Brasil dentre os depositantes residentes. Neste sentido, a *Universidade Federal de Minas Gerais* (UFMG) e a *Universidade Federal de Uberlândia* (UFU) são as instituições que possuem mais pedidos de patente relativos a tecnologias com grafeno, seguidas pela *Universidade Estadual de Campinas* (UNICAMP) e pela *Universidade Federal do Pará* (UFPA). Os quatro principais depositantes listados na Figura 9 reúnem quase 40% dos pedidos de residentes.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

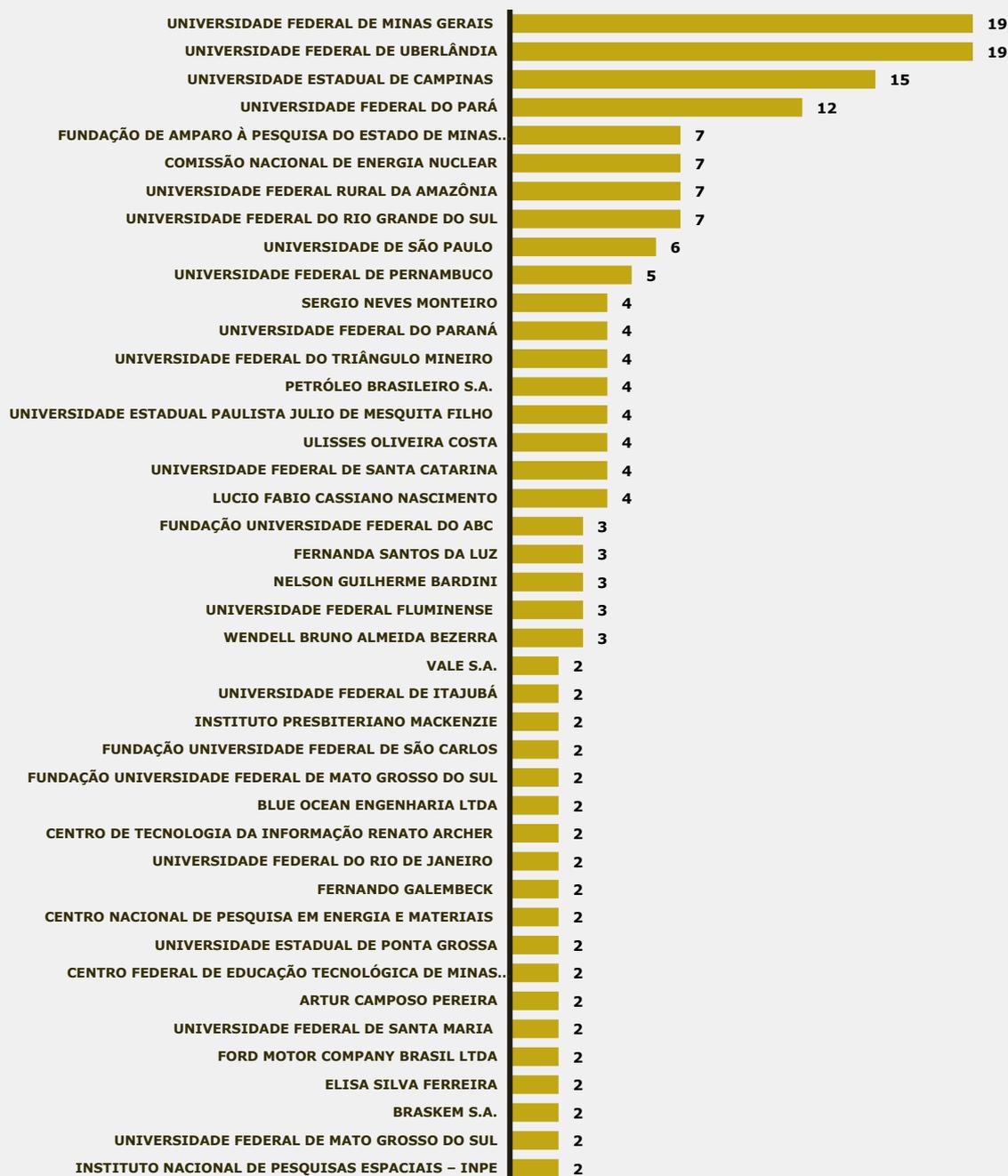


FIGURA 9: PRINCIPAIS DEPOSITANTES RESIDENTES NO BRASIL DAS TECNOLOGIAS COM GRAFENO



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

É importante esclarecer que alguns pedidos possuem mais de um depositante residente no Brasil. E há pedidos de depositantes residentes em parceria com depositante(s) não residente(s), fruto de parceria entre instituições brasileiras e estrangeiras, tais como: o pedido PI0402338, que tem como depositantes a "Fundação Universidade Federal de São Carlos" (UFSCar) e a "Universidad de la República" do Uruguai; o pedido BR102012023352, que tem como requerentes a USP e a "Universidade José Eduardo dos Santos" (UJES) de Angola; o pedido BR102015012398 depositado pela "Universidade Federal do Rio Grande do Sul" (UFRGS) e a "University of Massachusetts Amherst" dos EUA; o BR102016022303 depositado pela UFRGS, o "Consiglio Nazionale delle Ricerche" (IT) e a "Sichuan University" (CN); e o BR112017014761 que tem a "Oxford University Innovation Limited" (GB) e a "Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'" (UNESP) como depositantes.

Além disso, apenas 12% dos pedidos de patente de residentes foram feitos por empresas privadas: a maior parte delas possui 1 ou 2 pedidos depositados no INPI. A Petrobras é a empresa residente (capital público e privado) com mais pedidos de patente desta tecnologia no Brasil (4 pedidos ou 2,4%). Empatadas em segundo lugar com 2 pedidos cada (1,2%) estão as empresas residentes "Vale S/A", "Blue Ocean Engenharia Ltda.", "Ford Motor Company Brasil Ltda." e "Braskem S/A". Também foi encontrado pedido depositado por 2 empresas: a "CEMIG Distribuição S/A" e a "NANUM Nanotecnologia S/A" (BR102019010807).

Com relação às parcerias universidade-empresa, há alguns pedidos sobre grafeno depositados por empresa(s) privada(s) brasileiras junto com instituição de ensino e pesquisa: a parceria entre a empresa "Embraco Indústria de Compressores e Soluções em Refrigeração Ltda." e a "Universidade Federal de Santa Catarina" (UFSC) (pedido BR102020000748); a parceria entre empresa "Dini Têxtil Indústria e Comércio Ltda." e o "Instituto Presbiteriano Mackenzie" (BR102019024477); as parcerias entre a "Petrobras" e UFMG (pedidos BR132015005641 e BR102014027029); a parceria entre a empresa "Vale S/A" e a UFMG (BR102020011701); e a parceria entre a UFU e a empresa "Cirino Alberto Goulart Eireli - EPP" (BR102019006678). Há também a parceria entre 2 empresas ("Petrobras" e "Fiat Chrysler



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Automóveis Brasil Ltda.”) e uma universidade (UFMG) com apoio da FAPEMIG (BR102018076792).

Por fim, foram encontradas também parcerias entre universidades, tais como: a parceria entre a UFU, a *Universidade Federal Fluminense* (UFF) e a *Universidade Federal do Triângulo Mineiro* (UFTM), no pedido BR102018006216; ou a parceria entre as universidades UFU e UFTM com a FAPEMIG (BR102020000311).

6.2.1 Origem dos principais depositantes residentes no Brasil

A origem dos depositantes residentes permite compreender melhor o cenário nacional, ao saber quais estados têm maior representatividade no depósito de pedidos de patentes relacionados às tecnologias com grafeno foco deste estudo. Neste sentido, na Figura 10, é possível verificar que São Paulo é o estado brasileiro com maior número de depósitos de patente encontrados na base do INPI (32% do total), seguido por Minas Gerais (28%). Em 3º lugar, encontra-se o Estado do Rio de Janeiro (13%), em 4º lugar, está o Pará (7%) e, em 5º lugar (6%), o Rio Grande do Sul.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil



FIGURA 10: PRINCIPAIS ESTADOS BRASILEIROS DOS DEPOSITANTES RESIDENTES DE PEDIDOS COM GRAFENO

Em termos regionais, observa-se uma maior concentração dos pedidos de patente com grafeno efetuados por depositantes residentes nos estados do Sudeste do Brasil (116 pedidos, que representam 70%), seguido pelos residentes dos estados da região Sul (com 21 pedidos ou 13 %).

6.2.2 Tecnologias dos pedidos com Grafeno de residentes no Brasil

Nesta etapa do estudo, foi efetuada a análise dos pedidos de patente depositados no INPI (Brasil), resultando em **19** categorias (tipos de tecnologias), as quais foram agrupadas em dois grandes grupos: o das categorias relativas aos *métodos de produzir grafeno* (e variações, como o óxido de grafeno) ou *compósitos* com este nanomaterial; e, o grupo que inclui as categorias voltadas às diversas *aplicações do*



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

grafeno. A Tabela 2 apresenta as quantidades de pedidos de patente existentes nas categorias de cada grupo.

No caso da *produção do grafeno*, foi criada a categoria denominada "**Processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno**", incluindo filmes condutores e nanofitas, que representa 16% do total de pedidos de patente de residentes (166) encontrados neste estudo.

A categoria denominada "**Compósitos com grafeno e sua produção**" inclui os pedidos de patente que descrevem compósitos (ou nano compósitos), nos quais foi adicionado grafeno (ou óxido de grafeno) a fim de melhorar a(s) propriedade(s) do material. Esta categoria representa 27% dos pedidos de residentes depositados. Os compósitos encontrados nestes pedidos são relacionados, por exemplo, a: resinas, aditivos, polímeros, adesivos, catalizadores, substâncias cosméticas, componentes automotivos, composições cerâmicas, impermeabilizantes, dispersões ou soluções para diversas finalidades. Exemplos de tecnologias descritas nos pedidos: um processo de produzir resina polimérica modificada por nanoestruturas (grafeno) para ser aplicada a componentes estruturais; produção de nano compósito de poliéster onde se adiciona óxido de grafeno para aplicação na indústria têxtil; nano compósitos de filmes finos de grafeno como nano catalizadores em hidrólise para gerar hidrogênio.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

TABELA 2: QUANTIDADE DE PEDIDOS DE PATENTE BR POR CATEGORIAS

GRUPOS	CATEGORIAS	PEDIDOS
Métodos de produzir grafeno (e variações) ou compósitos com este nanomaterial	Processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno	26
	Compósitos com grafeno e sua produção	45
Aplicações	Agricultura	3
	Aparelhos ou dispositivos eletroeletrônicos	69
	Biotecnologia	3
	Construção	4
	Controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno	62
	Embalagens / Recipientes	5
	Ferramentas industriais	4
	Lubrificantes ou Óleos	6
	Mineração	5
	Outros	8
	Petróleo	8
	Revestimentos	12
	Saúde	49
	Segurança	9
	Telecomunicações	19
	Têxteis	4
	Transportes	18
Tratamento de água ou esgoto	14	
Vestuário	2	

No caso das **aplicações do grafeno**, foram encontrados pedidos de patente que descrevem que o grafeno (ou variações como o óxido de grafeno) podem ser aplicados nas seguintes áreas: "agricultura", "aparelhos ou dispositivos eletroeletrônicos", "biotecnologia", "construção", "embalagens / recipientes", "ferramentas industriais", "lubrificantes ou óleos", "mineração", "petróleo", "revestimentos", "saúde", "segurança", "telecomunicações", "têxteis", "transportes", "tratamento de água ou esgoto", "vestuário" (inclui calçados), no "controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno".

A categoria "**Agricultura**" inclui pedidos de patente, que descrevem, por exemplo, grafeno em fertilizantes, pesticidas, biocidas ou na liberação controlada destes ou ainda para o cultivo de plantas. Esta categoria possui poucos pedidos de patente depositados no Brasil



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

(1,8%). Já a categoria "**Biotecnologia**" inclui tecnologias onde o grafeno é usado no cultivo de células ou micro-organismos e estes pedidos também representam 1,8%.

Com apenas 2,4% dos pedidos de residentes (cada) encontrados existem 3 categorias: **Construção**, **Ferramentas industriais** e **Têxteis**. A categoria "**Construção**" inclui tecnologias onde o grafeno pode aplicado em cimentos, concretos, agregados em argamassas ou em outros dispositivos ou materiais de construção a fim de melhorar propriedades como a resistência, por exemplo. Já na categoria "**Ferramentas industriais**", os pedidos descrevem tecnologias onde o grafeno é usado em ferramentas de corte industrial ou, por exemplo, em porta-ferramentas para resfriar a ferramenta. Na categoria "**Têxteis**", estão incluídos os pedidos de patente que descrevem fibras ou fios produzidos com grafeno ou que mencionam sua aplicação em tecidos de forma geral.

Na categoria "**Aparelhos ou dispositivos eletroeletrônicos**", estão incluídos os pedidos de patente de residentes que descrevem a produção ou modificação de eletrodos, capacitores, sensores, semicondutores, transistores, diodos, ímãs, bobinas, memórias digitais, impressoras 3D, fiação ou cabos elétricos, dissipadores, aquecedores, equipamentos de refrigeração, telas *touch screen* de celulares ou tablets etc. Esta categoria também inclui as tecnologias associadas à geração, conversão e/ou armazenamento de energia como, por exemplo, baterias, pilhas, células a combustível, supercapacitores, células fotovoltaicas e corpos magnéticos úteis na energia eólica. Esta é a categoria com mais pedidos de patente, representando 42% do total de pedidos de residentes no Brasil.

A categoria "**Embalagens / recipientes**" inclui os pedidos de patente que descrevem o uso do grafeno (filmes compósitos), por exemplo, no revestimento de embalagens de alimentos ou bebidas para bloquear radiação UV ou auxiliar na conservação destes produtos, ou ainda grafeno em recipiente de combustível nuclear. Esta última categoria representa 3% dos pedidos de residentes no Brasil, assim como a categoria "**Mineração**", que inclui os pedidos relativos às tecnologias, onde o grafeno é utilizado em pontos de transferência do minério ou no material compósito da peneira móvel usada na mineração, ou ainda no processo de produção de aglomerado (composto de finas partículas de minério de ferro) mais resistente ao manuseio, ao transporte e à água.

Além disso, 3,6% dos pedidos de residentes descrevem tecnologias categorizadas como "**Lubrificantes ou óleos**", onde o



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

grafeno melhora as propriedades do lubrificante (ou óleo) e é usado, por exemplo: na composição de lubrificantes automotivos; em fluido empregado na indústria do petróleo e gás (ex.: na perfuração de poços); no fluido que lubrifica ferramentas industriais; ou em aditivos de fluidos, óleos e graxas para reduzir atritos entre componentes mecânicos de máquinas industriais.

A categoria "**Petróleo**" inclui pedidos de patente que descrevem as tecnologias com grafeno aplicadas em tubulações (ou *risers* de aço) da indústria petrolífera, nano catalizador de combustíveis ou as usadas na dessulfurização do petróleo. Estes pedidos correspondem a 5% dos residentes no Brasil.

Na categoria "**Revestimentos**", os pedidos de patente mencionam o uso do grafeno na fabricação de tintas condutoras, vernizes, materiais isolantes, adesivos ou filmes (condutores flexíveis ou para proteger dos raios UV, por exemplo) ou no revestimento do aço *maraging*. Alguns destes "revestimentos" com grafeno podem ser aplicados em eletrodos para sensores, por exemplo. Esta categoria representa 7,3% dos pedidos de residentes no Brasil.

A categoria "**Saúde**" inclui os pedidos de patente voltados à aplicação do grafeno (ou óxido de grafeno) em fármacos e na liberação controlada destes no organismo, em próteses, na preparação de cimento ósseo, na análise de materiais biológicos (no diagnóstico de doenças), em biomarcadores e sensores biológicos com sondas, em adesivos condutores para aparelhos médicos ou esportivos, em dispositivos cosméticos e médicos etc. Esta é a 3ª maior categoria do grupo "Aplicações" do grafeno, que representa 30% dos pedidos de residentes.

Na categoria "**Segurança**", os pedidos de patente (5,5% dos residentes) descrevem o uso do grafeno em material compósito usado em blindagens balísticas multicamadas (coletes), em dispositivos de segurança de rede ou mesmo em dispositivos eletrônicos automáticos utilizados nas janelas de veículos para segurança de passageiros.

A categoria "**Telecomunicações**" inclui os pedidos de patente (11,5%) que mencionam que o grafeno é aplicado nas seguintes tecnologias: antenas, radares, fibra ótica, filtro de frequência, circulador eletromagnético, divisor de potência, chave, proteção de fontes, cabos de rede ótica etc.

Nos pedidos de patente da categoria "**Transportes**", o grafeno é aplicado em tecnologias utilizadas nas indústrias naval, automobilística, ferroviária, aeronáutica ou espacial. Estes pedidos representam 11% da quantidade total de pedidos de residentes (166).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Na categoria "**Tratamento de água ou esgoto**", verifica-se a existência de 8,5% dos pedidos de patente de residentes no Brasil, que descrevem tecnologias onde o grafeno é aplicado em "*nano membranas*" para filtrar resíduos durante a purificação da água e o tratamento de efluentes, ou ainda, em soluções químicas com grafeno.

A categoria com menos pedidos de patente de residentes (1,2%) é "**Vestuário**", cujos pedidos descrevem tecnologias onde o grafeno é usado no material das palmilhas de calçados (uma delas voltada a calçado para diabéticos).

Cabe ressaltar que o mesmo pedido de patente pode ser enquadrado em mais de uma categoria, caso ele descreva mais de uma tecnologia identificada³⁴.

Isto ocorreu, por exemplo, com os pedidos da categoria "**Controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno**", que correspondem a 38% do total de pedidos de residentes. Muitos destes pedidos mencionam a construção de sensores (incluindo biossensores ou imunossensores) para detectar determinado material biológico. Também inclui pedidos que mencionam a liberação de fármacos (um tipo de controle). Além disso, há pedidos, cujas tecnologias procuram medir e/ou controlar a concentração de gás em processos industriais ou a temperatura do solo, por exemplo, dentre outros. Esta é a 2ª maior categoria do grupo "Aplicações" do grafeno.

O grupo "**Outros**" inclui pedidos de patente (5%) que não foram classificados em nenhuma das categorias anteriores, mas que envolvem outras tecnologias com grafeno, tais como: peças com ímã de um *brinquedo educativo*; peças de uma *válvula de retenção* (para bloquear o ar nas tubulações do sistema de abastecimento de água); *etiqueta adesiva* para marcação de dados ou identificação; aplicações industriais (*adesivos condutores, plataforma estacionária*); nano membranas hidrofóbicas com grafeno para impermeabilizar (antiembaçantes) *óculos*.

Portanto, a existência de poucos pedidos de patente de residentes no Brasil em determinadas categorias pode indicar uma oportunidade para aqueles interessados em pesquisar e desenvolver novas tecnologias associadas ao grafeno. Além disso, ao verificar as

³⁴ É importante esclarecer que em alguns momentos foi necessário consultar o documento da mesma família de patentes do documento BR (o mais próximo da tecnologia descrita no BR) a fim de decidir em qual categoria o pedido brasileiro poderia ser classificado, já que alguns BR foram classificados em classes gerais. Percebeu-se que, em alguns casos, o documento da mesma família depositado em outro país havia sido classificado em classes mais específicas o que auxiliava na categorização.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

tecnologias em domínio público, o interessado em produzir e/ou comercializar no país estará livre para operar, sem infringir direitos de terceiros. E se a tecnologia desejada estiver protegida, é possível procurar o detentor da patente para tentar obter um licenciamento.

6.2.3 Situação legal dos pedidos com Grafeno depositados por residentes no Brasil após 2004

É possível observar na Figura 11 que, dos 166 pedidos de patente sobre tecnologias com grafeno depositados por residentes no Brasil, que foram encontrados na base de patentes do INPI, a maioria (66,3%) é constituída de *pedidos pendentes* de decisão final³⁵. Já as *patentes vigentes* (concedidas) no Brasil, cujas tecnologias não estão livres, e as *patentes não válidas* (extintas ou pedidos indeferidos, arquivados ou abandonados) compreendem, respectivamente, 17,5% e 16,3%, dos pedidos sobre grafeno encontrados no período do estudo.

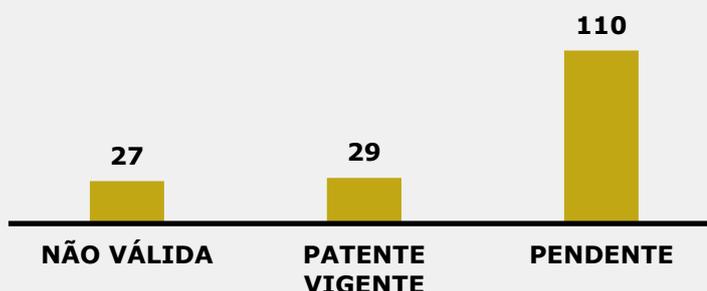


FIGURA 11: SITUAÇÃO LEGAL (FEVEREIRO DE 2022) DOS PEDIDOS DE PATENTE COM GRAFENO DE RESIDENTES NO BRASIL

³⁵ Os pedidos pendentes de decisão também contemplam os pedidos que podem ser restaurados, e pedidos deferidos, cujos depositantes devem pagar a taxa estabelecida para obter a carta patente. Os pedidos em fase de recurso podem ter a decisão revertida e podem virar uma patente concedida.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

7 Considerações Finais

Este estudo buscou mostrar um panorama tecnológico do grafeno, focando no levantamento de pedidos de patente depositados no Brasil relativos a este nanomaterial, a fim de contribuir com informações técnicas úteis ao sistema de inovação, visando promover o desenvolvimento tecnológico, econômico e social do país. Em particular, se procurou conhecer o panorama do patenteamento de tecnologias que envolvem o grafeno, a partir de 2004, mostrando os principais depositantes (residentes e não residentes) neste setor, as principais tecnologias e sua origem (países / regiões), assim como a situação legal destes pedidos de patente. Também se procurou identificar os estados brasileiros dos residentes no Brasil originários dos depósitos relativos às tecnologias com grafeno.

Assim, este estudo mostrou uma *tendência de crescimento* no número de pedidos de patente depositados desde 2004. Entretanto, a maior parte destes pedidos de tecnologias com grafeno encontra-se **pendente de análise** (48% dos 696). Neste campo, os pedidos de patente são principalmente de depositantes *não residentes* no país (76%). No caso dos *residentes* no Brasil (166), os pedidos *pendentes de decisão* representam 66%.

Além disso, verificou-se que os pedidos BR relacionados ao grafeno foram depositados principalmente por pessoas jurídicas. Assim, o principal depositante no Brasil é a empresa americana “*Baker Hughes Incorporated*” (com 3,6% dos pedidos), seguida por duas universidades brasileiras a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com 2,7% cada. No que diz respeito à **origem dos depositantes**, os Estados Unidos lideram com 38% do total de pedidos.

No caso dos *residentes*, as universidades e instituições voltadas ao ensino e à pesquisa são as que mais depositam patentes no Brasil (74%). Além disso, os **principais depositantes residentes** no Brasil são originários dos estados do Sudeste do Brasil (70%), seguido pela região Sul (13%). Neste sentido, concluiu-se que São Paulo é o estado brasileiro com maior número de depósitos de patente na base do INPI (32%) no período estudado, seguido por Minas Gerais (28%), pelo Rio



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

de Janeiro (13%) e pelo Pará (7%). A Petrobrás é a empresa residente no país com mais depósitos de pedidos.

No que diz respeito às **tecnologias**, considerando o total de documentos BR encontrados na busca (696), observou-se que a principal categoria de *aplicação das tecnologias com grafeno* é a de *Eletroeletrônicos* (com 53% dos pedidos), seguida pelas categorias *Revestimentos* (22% dos pedidos), *Saúde* (16%), e *Transportes* (13%). Entre as principais em número de pedidos, também se encontram as categorias voltadas aos *compósitos com grafeno* (31%) e aos *processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno* (18%).

No grupo das **aplicações do grafeno**, se observou que a maior parte dos pedidos de patente de **residentes no Brasil** (42% do total de 166) pertence à categoria *Aparelhos ou dispositivos eletroeletrônicos*, seguida pela categoria *Controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno* (38%) e em terceiro lugar, pela categoria *Saúde* (30% dos pedidos de residentes).

Assim, este estudo mostrou a predominância de pedidos voltados às *aplicações do grafeno*, em especial, da área de *eletroeletrônica*. Por outro lado, também se percebeu grande concentração dos pedidos com foco nos *processos de produção do grafeno* e de *compósitos com o grafeno*: no caso dos residentes, a categoria *Compósitos com grafeno e sua produção* possui mais pedidos de patente (27%) do que a categoria *Processos de produção do grafeno ou óxido do grafeno (e similares)* com 16% dos pedidos. Por outro lado, há categorias com pouquíssimos pedidos depositados no Brasil, o que pode significar uma oportunidade para aqueles interessados nestas áreas tecnológicas (nichos pouco pesquisados e desenvolvidos no país).

Certamente, novos estudos poderão ser efetuados no futuro, onde se poderá analisar, por exemplo, os depósitos mundiais de pedidos de patente focados em uma das aplicações do grafeno, como na saúde ou no transporte.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

7.1 Desafios e obstáculos à difusão do grafeno

As aplicações para o grafeno já despontam com sucesso. E muitas outras ainda estão em desenvolvimento, havendo um grande campo para a criação de novas aplicações com potencial disruptivo. Por outro lado, as tecnologias relativas à produção do grafeno ainda estão sendo aprimoradas, em especial, no que se refere aos aspectos de custos, escalabilidade e qualidade. Um dos grandes desafios é alcançar a produção em escala industrial e com a qualidade requerida para atender os mercados consumidores atuais e potenciais³⁶.

De acordo com o *Graphene Council*³⁷, as cinco principais barreiras para a adoção do grafeno são, em ordem de relevância: 1º) o custo do material; 2º) a pouca disponibilidade em escala industrial; 3º) a capacidade de produzir na qualidade exigida e com reprodutibilidade; 4º) a falta de conhecimento sobre o material, suas possibilidades de aplicação e manuseio / manipulação; 5º) a dificuldade em fazer sua dispersão e transferência para outros materiais.

Por se tratar de uma cadeia produtiva baseada em ciência, o grafeno e seus materiais têm o potencial de aproximar o setor de pesquisa com o setor industrial, considerando o potencial de mercado e o impacto na geração de valor para a sociedade.³⁸

³⁶ Lin & Peng (2019) e Costa & Hussain (2020).

³⁷ GRAPHENE COUNCIL (2021) conduziu recentemente um *survey*, que buscava identificar (dentre outros tópicos) o principal obstáculo para a adoção do grafeno. Esta pesquisa teve a participação de mais de 800 atores envolvidos com o grafeno, incluindo o governo, o setor acadêmico e grandes empresas (produtoras do material e intermediárias).

³⁸ Bellucci, Vasquez & Conti (2021).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

8 Referências Bibliográficas

Bellucci, F., Vasquez, H. & Conti, J., 2021. *Panorama Tecnológico Grafeno. Contexto Brasileiro e sua Demanda por Financiamento*. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/noticias/2021/Grafeno_setorial_2021.pdf. s.l.:s.n.

Costa, G. & Hussain, C. M., 2020. *Ethical, legal, social and economics issues of graphene*. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 91, 263–279. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2020.08.010>. s.l.:s.n.

IPOS, I. P. O. o. S., 2021. *GRAPHENE Technologies: Understanding the State-of-the-Art from a Patent Perspective*. Disponível em: <https://www.ipos.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/Repo>. s.l.:s.n.

Lin, L. & Peng, H. & L. Z., 2019. *Synthesis challenges for graphene industry*. *Nat. Mater.* 18, 520–524 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41563-019-0341-4>. s.l.:s.n.

Novoselov, K., Fal'ko, V., Colombo, L. & al., e., 2012. *A roadmap for graphene*. *Nature* 490, 192–200. <https://doi.org/10.1038/nature11458>. s.l.:s.n.

Tiwari, S., Sumanta, S., Nannan, W. & Huczko, A., 2020. *Graphene research and their outputs: Status and prospect*. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*. Volume 5, Issue 1, March 2020, Pages 10-29. s.l.:s.n.

Vieira Segundo, J. E. D. & Vilar, E. O., 2016. *Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos*. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 11(2).. s.l.:s.n.

Wang, X.-Y., Narita, A. & Müllen, K., 2017. *Precision synthesis versus bulk-scale fabrication of graphenes*. *Nature Reviews Chemistry*. 2. 0100. [10.1038/s41570-017-0100](https://doi.org/10.1038/s41570-017-0100).. s.l.:s.n.

Zan, R., Ramasse, Q. M., Bangert, U. & Novoselov, K. S., 2012. *Graphene reknits its holes*. *Nano letters*, 12(8), 3936-3940.. s.l.:s.n.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

9 Apêndice I: Metodologia

A metodologia de levantamento e análise dos pedidos de patente relativos ao grafeno foi realizada em 5 etapas, a saber:

Etapa 1: *Levantamento dos depósitos no Brasil – escolha das bases e das principais classificações de patentes*

Primeiramente, foram identificadas as classificações internacionais de patentes (CIPs) que atendem aos objetivos deste estudo³⁹. No caso do grafeno, foram usadas as classificações do subgrupo C01B 32/182 (grafeno) e os níveis abaixo, e da subclasse B82Y (Usos específicos ou aplicações de nanoestruturas; medidas ou análises de nano estruturas; fabricação ou tratamento de nanoestruturas). Também foi usada a CPC, mais especificamente o grupo C01B 2204/00 (Estrutura ou propriedades do grafeno) e seus subníveis. Estas classificações podem ser vistas em mais detalhes, na Tabela 3.

Contudo, verificou-se que alguns documentos depositados no Brasil não estão classificados como “grafeno” na base do INPI, mas apenas como nanoestruturas (B82Y), apesar de mencionarem o grafeno no resumo ou mesmo nas reivindicações. Neste caso, ao efetuar a busca por classificações não são encontrados todos os documentos pertinentes ao estudo. Além disso, alguns documentos estavam classificados, por exemplo, no subgrupo C01B 32/182 (grafeno) e na subclasse B82Y (usos específicos ou aplicações de nanoestruturas). Outros documentos estavam classificados na C01B 32/198 (óxido de grafeno) e na subclasse H01M (baterias) relacionada à aplicação do grafeno.

Assim, optou-se por efetuar a busca na base *Derwent Innovation*⁴⁰, que apresenta as famílias de patente. Existem documentos da família de determinado pedido depositados em outros países, que

³⁹ É importante salientar que os documentos BR depositados antes de dezembro de 2014 não estão classificados na Classificação de Patentes Cooperativa (CPC) ainda. Logo, ao fazer a busca na base do INPI, não se utilizou a CPC.

⁴⁰ A base usada na busca foi a *Derwent Innovation* (DWPI) da empresa Clarivate por possuir uma boa cobertura e por ter recursos que outras bases não possuem, como por exemplo, os resumos são lidos e reescritos por equipes de especialistas nas áreas tecnológicas. Contudo, optou-se por não usar os “Manual Codes” da base DWPI.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

havam recebido a classificação específica para grafeno ou óxido de grafeno. Isso permitiu ampliar os resultados.

TABELA 3: CLASSIFICAÇÕES RELATIVAS AO GRAFENO E AFINS

CLASSIFICAÇÕES	SUBGRUPOS	DESCRIÇÃO
C01B 32 (Carbono; seus compostos)	C01B 32/182	. . Grafeno
	C01B 32/184	. . . Preparação
	C01B 32/186 por deposição química de vapor [CVD ou DQV]
	C01B 32/188 por crescimento epitaxial
	C01B 32/19 por esfoliação
	C01B 32/192 a partir de óxidos grafíticos
	C01B 32/194	. . . Pós-tratamento
	C01B 32/196 Purificação
	C01B 32/198	. . . Óxido de grafeno
	C01B 32/20	. Grafite
	C01B 32/205	. . Preparação
	C01B 32/21	. . Pós-tratamento
	C01B 32/215	. . . Purificação; Recuperação ou purificação de grafite formados na fabricação de ferro, por ex. o resíduo da fabricação de ferro conhecido como "kish grafite"
	C01B 32/22	. . . Intercalação
C01B 32/225 Expansão; Esfoliação	
C01B 32/23	. . . Oxidação	
C25B 11 (eletrodos; fabricação não incluída em outro local)	C25B 11/043	. . . Carbono, por exemplo, diamante ou grafeno
	C25B 11/044 Impregnação de carbono
C01B (elementos não-metálicos; seus compostos)	C01B 2204/00	Estrutura ou propriedades de grafeno
	C01B 2204/02	. única camada de grafeno . quantidade específica de camadas ou espessura específica
	C01B 2204/04	. nanofitas de grafeno
	C01B 2204/06	. nanofitas de grafeno
	C01B 2204/065	. . caracterizado por sua largura ou proporção (taxa)
	C01B 2204/20	. Grafeno caracterizado por suas propriedades
	C01B 2204/22	. . propriedades eletrônicas
	C01B 2204/24	. . propriedades térmicas
	C01B 2204/26	. . propriedades mecânicas
	C01B 2204/28	. . conteúdo sólido em solventes
	C01B 2204/30	. . pureza
C01B 2204/32	. . tamanho ou área de superfície	
B82Y	Classificações abaixo desta subclasse	Usos específicos ou aplicações de nano estruturas; medidas ou análises de nano estruturas; fabricação ou tratamento de nano estruturas



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Desta forma, ao efetuar uma busca na base *Derwent Innovation*⁴¹ foram resgatados os depósitos de patentes no Brasil de residentes e não residentes, que contém as classificações incluídas nas classificações acima da Classificação Internacional de Patentes (CIP). Para identificar os documentos de patentes que descrevem tecnologias do grafeno, a estratégia de busca usada na base *Derwent* foi focada na seção "C" da CIP relacionada aos compostos químicos e à metalurgia, em especial nos subgrupos focados no "grafeno" (C01B 32/182 e subníveis) e no "óxido de grafeno" (C01B 32/198). Contudo, supondo que poderiam também existir documentos classificados em outras seções relacionadas às aplicações do grafeno, decidiu-se também fazer a busca com a palavra "grafeno" independente da seção.

Além disso, optou-se por fazer um recorte temporal na busca, selecionando apenas os pedidos de patente BR depositados após 2004, já que este foi o ano em que os pesquisadores Andre Geim e Konstantin Novoselov da Universidade de Manchester conseguiram isolar o grafeno, favorecendo as pesquisas com este nanomaterial. Assim, a estratégia de busca usada na base *Derwent* foi desmembrada em 4 partes a seguir:

Etapas da Estratégia de Busca	Resultados encontrados
AIC=((C01B0032182 OR C01B0032184 OR C01B0032186 OR C01B0032188 OR C01B003219 OR C01B0032192 OR C01B0032194 OR C01B0032196 OR C01B0032198)) AND AD>=(20040101) AND AD<=(20211231) AND AC=(BR);	144 pedidos
AIC=((C01B220400 OR C01B220402 OR C01B220404 OR C01B220406 OR C01B2204065 OR C01B220420 OR C01B220422 OR C01B220424 OR C01B220426 OR C01B220428 OR C01B220430 OR C01B220432)) AND AD>=(20040101) AND AD<=(20211231) AND AC=(BR);	40 pedidos
AIC=((C01B003220 OR C01B0032205 OR C01B003221 OR C01B0032215 OR C01B003222 OR C01B0032225 OR C01B003223) OR (C25B0011043 OR C25B0011044)) AND CTB=(graphene*) AND AD>=(20040101) AND AD<=(20211231) AND AC=(BR);	63 pedidos
CTB=(graphene*) AND AD>=(20040101) AND AD<=(20211231) AND AC=(BR);	681 pedidos

⁴¹ A base usada na busca foi a *Derwent Innovation* (DWPI) da empresa Clarivate por possuir uma boa cobertura e por ter recursos que outras bases não possuem, como por exemplo, os resumos são lidos e reescritos por equipes de especialistas nas áreas tecnológicas. Contudo, optou-se por não usar os "Manual Codes" da base DWPI.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Estes resultados (pedidos) das 4 etapas de busca foram unificados em uma planilha. Em seguida, foram retirados os números duplicados com o auxílio da ferramenta Excel. Após excluir os documentos repetidos, a amostra ficou com **696** documentos. Deste total, **166** documentos eram de residentes no Brasil.

Etapa 2: *Análise dos documentos encontrados para refinar resultados*

Após a busca, foi necessário fazer uma análise dos documentos encontrados a fim de refinar resultados, segundo a informação tecnológica contida em cada documento de patente. Os documentos foram agrupados em diversas categorias, conforme as classificações CPC e IPC associadas a cada um dos pedidos de patente e de acordo com o sistema de indexação denominado Manual Codes DWPI (*Derwent World Patents Index*) atrelados aos mesmos. Foi utilizada a ferramenta "Vantage Point" para auxiliar na categorização dos 696 pedidos de patente BR (residentes e não residentes). A Tabela 4 abaixo mostra as classificações de patente (CPC/CIP) e Manual Codes DWPI selecionados, que compõe cada uma das categorias utilizadas neste estudo.

Portanto, nesta etapa, os 696 pedidos BR foram categorizados em dois grupos: o das categorias referentes aos *processos de produção do grafeno* (ou variações como óxido de grafeno) e dos *compósitos com o grafeno* (inclui outras substâncias no compósito); e, o grupo das categorias das *aplicações do grafeno*. Isso gerou um total de 22 categorias, sendo que 20 destas são referentes às *aplicações do grafeno*. As 22 categorias são mostradas na Figura 12: "*Principais categorias dos pedidos de patente relacionados a grafeno depositados no Brasil*".

Dentre as categorias do grupo *aplicações do grafeno*, a categoria com mais pedidos, "**Eletroeletrônica**", foi subdividida em aplicações mais específicas, tais como: Eletrodos, Semicondutores, Baterias, Energia Fotovoltaica, Capacitores, Circuitos Impressos, Displays e Célula a Combustível (conforme a Figura 6).



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

TABELA 4: CLASSIFICAÇÕES DE PATENTE DAS CATEGORIAS DE TECNOLOGIAS DO GRAFENO

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO CPC/IPC	MANUAL CODES DWPI
Adesivo	C09J	G03
Agricultura	A01 C05	C P11 a P14
Baterias	H01M6 H01M10 Y02E60/10	L03-E01 L03-E02 L03-E03 L03-E08 L03-E09 X16-A, B, G, H
Biotecnologia	C12M ao C12Y C07K C40B30 C40B40	
Capacitores	H01G Y02E60/13	A12-E07B L03-B03 V01-B X16-L02
Célula a Combustível	H01M8 Y02B90/10 Y02E60/50	X16-C L03-E04
Cigarros	A24	D07-C D07-D P15
Circuitos Impressos	H05K	A12-E07A L03-H04E V04-Q V04-R
Compósitos	A24D3/0287 A61L27/40 ao /48 A61L31/12 ao /129 B01D69/12 ao /127 B22F2007 B22F7 B29C70 B33Y70/10 B64C2001/0072 B82Y30/00 C02F1/288 C09C1/0081 ao /0093 C09K3/1436 F05C2253/04 F05D2300/603 ao /6034 F41H1/02	A12-S08E F03-D J04-F02A1 L02-J L03-B02B4A L03-B02B6A M22-H03F*



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO CPC/IPC	MANUAL CODES DWPI
	H01B17/60 H01H1/021 ao /029 H01L41/183 H01L51/0566 H01M2300/0088 ao /0097 H01M4/362 ao /366 H01M4/665 ao /668	
Computação	G06F G06K G06Q G06T G11C	T01 T04
Construção	C04B Y02P40	L02
Displays	G02F1	A12-E11A L03-G05 T04-H U14-J U14-K W03-A08
Eletrodos	H01M4	A12-E06A A12-E14 J03-B01 L03-B03G L03-E01B L03-E01D L03-E04B L03-E04H2 L03-E05B2 L03-E08B L04-C11C U11-C05C U11-C05F V01-B01A V01-B01G1 X16-E
Eletroeletrônica	H Y02E	L03 L04 U11 a 14 U24 V01 a V08 X



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO CPC/IPC	MANUAL CODES DWPI
Energia fotovoltaica	H01L31 H02S Y02B10/10 Y02E10/50 ao /549	L03-E05B U12-A02A X15-A
Filtragem ou Separação	A24D3 A61F2 A61F2002 B01D B01J20 B01J2220 C02F1/004 C02F1/28 E21B43/02 a 108 G02B5/20 a 289	A12-H04 A12-L03D J01 L03-G02B
Impressão 3D	B33Y	
Medição, Monitoramento e/ou Controle de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno	C12Q G01 G05	
Metalurgia	C21 C22	M26 M27
Perfuração	C09K8 C09K2208 E21B	A12-W10 H01-B H01-P
Petróleo	C10	H
Produção ou preparação de grafeno	C01B32/154 C01B32/16 ao /166 C01B32/17 C01B32/172 C01B32/176 C01B32/178 C01B32/184 a /192 C01B32/196 C01B32/205 C23C16 C25B 1/135 C30B	
Revestimentos	B05B B05C B05D C09D C23C C25D	A11-B05 G02-A



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO CPC/IPC	MANUAL CODES DWPI
Saúde	A61 (- A61K8 e A61Q) G01N33/50 ao /98	P31 a P34 B
Farmacêutica	A61K (- A61K8) A61P	B
Semicondutores	H01L	L04
Telecomunicações	G11B G08C H01P H01Q H03B a M H04B ao N	V07 W01 a 06
Têxtil	D01 a D10	F1 ao F4
Tintas condutivas	C09D5/24	
Transporte	B60 B61 B62 B63 B64 Y02T10 Y02T50	A12-T Q11 Q17 Q24 Q25 X21



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Etapa 3: *Definição das categorias dos pedidos BR de residentes no Brasil*

No caso dos pedidos de patente dos residentes no Brasil (166), optou-se por realizar uma análise mais refinada por meio da leitura individual de cada documento para garantir que a categorização fosse mais precisa. Desta forma, foi necessário ler os “resumos” e “títulos” dos documentos, além das reivindicações (e em muitos casos também o relatório descritivo) a fim de identificar a exata categoria do pedido de patente. As classificações de patente também foram observadas nesta etapa.

Além disso, a leitura dos documentos permitiu identificar categorias transversais relevantes que não eram mostradas na busca pelas classificações gerais C01B e B82Y. Por exemplo, com a leitura dos documentos foi possível identificar pedidos de patente que descreviam tecnologias relacionadas ao “controle, monitoramento e/ou medição” de substâncias naturais (como os materiais biológicos ou a água) ou sintéticas, cujos dispositivos de testes ou sensores envolvem grafeno: a medição e testes normalmente são classificados na G01 e G05 ou ainda na G06 (contagem, cálculo ou processamento de dados).

Por outro lado, como alguns pedidos de patentes descrevem mais de uma tecnologia, eles foram classificados em mais de uma categoria. Assim sendo, um mesmo pedido pode descrever um eletrodo de um equipamento de telecomunicação, por exemplo, mas também descrever o sistema de produção do grafeno usado neste eletrodo. Neste caso, este mesmo pedido foi categorizado em duas categorias. Além disso, foi encontrado um pedido que descrevia a medição, o controle e/ou o monitoramento de um material biológico, que utiliza um biossensor contendo grafeno a fim de detectar determinado vírus (ou DNA) para o diagnóstico de uma doença. Neste exemplo, o mesmo pedido foi colocado na categoria “controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno”, mas também, na categoria denominada “saúde” e ainda na categoria “aparelhos ou dispositivos eletrônicos”, caso este mostrasse ser relevante.

Portanto, nesta etapa, foram definidas **19** categorias dos pedidos com grafeno de residentes no Brasil, mostradas na Tabela 2 do item



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

6.2.2 – *Tecnologias dos pedidos de patente com grafeno de residentes no Brasil.* Deste total, há 17 categorias referentes às aplicações do grafeno. As 19 categorias são:

- *Agricultura;*
- *Aparelhos ou dispositivos eletroeletrônicos;*
- *Biotecnologia;*
- *Construção;*
- *Compósitos com grafeno e sua produção;*
- *Embalagens / Recipientes;*
- *Ferramentas industriais;*
- *Lubrificantes ou óleos;*
- *Controle, monitoramento e/ou medição de substâncias naturais ou sintéticas com grafeno;*
- *Mineração;*
- *Processos de produção do grafeno ou óxido de grafeno;*
- *Outros;*
- *Petróleo;*
- *Revestimentos;*
- *Saúde;*
- *Segurança;*
- *Telecomunicações;*
- *Têxteis;*
- *Transportes;*
- *Tratamento de água e esgoto*
- *Vestuário.*



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

Etapa 4: *Tratamento dos dados*

Com a definição da amostra, foi necessário efetuar o tratamento dos dados, como por exemplo, identificar depositantes que possuem mais de um nome cadastrado na base do INPI para realizar a unificação, quando pertinente. Além disso, algumas empresas possuem nomes distintos, apesar de pertencerem ao mesmo grupo econômico. Logo, a *uniformização dos depositantes* é uma etapa necessária. A lista dos depositantes residentes no Brasil dos pedidos sobre grafeno está disponível no Apêndice II.

Já as informações referentes ao *status* legal de cada pedido BR foram extraídas da base do INPI, pois são informações mais atualizadas.

Por fim, foi necessário organizar os dados em uma planilha (Excel), a fim de gerar os gráficos e criar as tabelas.

Etapa 5: *Análise dos dados*

Com os dados tratados e organizados, foi possível gerar os seguintes gráficos: da evolução temporal (anual) dos pedidos BR com grafeno depositados no INPI; dos principais depositantes; dos países e dos estados brasileiros de origem dos depósitos; das tecnologias encontradas nos pedidos de patente, distribuídas em categorias; da situação legal dos pedidos de patente, no momento do estudo. Em seguida, foi feita a análise dos gráficos e tabelas.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

10 Apêndice II: Depositantes residentes no Brasil

Depositantes Residentes no Brasil dos Pedidos BR com Grafeno

PESSOAS FÍSICAS

ADOLFO CARDOSO LEITE [BR]
ALAN FARIAS ZANDONADI [BR]
ALOYSIO RODRIGUES DA CUNHA [BR]
ANA AMANCIO SANTOS DA SILVA [BR]
ANDRÉ LUIS BOAVENTURA [BR]
ANTONIO HERMINIO MARIN [BR]
ANTONIO MARTINS [BR]
ARTUR CAMPOS PEREIRA [BR]
AYRES ANTONIO PAES DE OLIVEIRA [BR]
DALVA RAFAELA DE SOUZA SOARES [BR]
DANIEL ARNONI SANT'ANNA [BR]
ELISA SILVA FERREIRA [BR]
FAUSTO FERRER FRÓES [BR]
FERNANDA SANTOS DA LUZ [BR]
FERNANDO GALEMBECK [BR]
GIUSEPPE JEFFREY ARIPPOL [BR]
GUILHERME BENJAMIM BRANDÃO PITTA [BR]
IVAN ARAUJO DAYRELL [BR]
JOSÉ LUIZ DE LIMA FILHO [BR]
LEONARDO CAMPOS DE OLIVEIRA [BR]
LUCIO FABIO CASSIANO NASCIMENTO [BR]
LUIZ GUILHERME VIEIRA MAIA [BR]
MARCELO SOARES DE CARVALHO [BR]
MARCIO MARSIGLIO [BR]
MARIA CRISTIANE BARTASSON [BR]
MARIA EDIMÁRCIA ROCHA DE ARAÚJO [BR]
NELSON GUILHERME BARDINI [BR]
PEDRO RICARDO PAULINO MENEZES [BR]
SAULO SANTOS BORGES [BR]
SERGIO NEVES MONTEIRO [BR]
ULISSES OLIVEIRA COSTA [BR]
VICTOR DE AZEVEDO MEYER [BR]
WENDELL BRUNO ALMEIDA BEZERRA [BR]



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

INSTITUIÇÕES PÚBLICAS VOLTADAS AO ENSINO E À PESQUISA

CENTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO RENATO ARCHER - CTI
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS - CEFET/MG
COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAPEMIG
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - UFABC
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SAO FRANCISCO - UNIVASF
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCTI
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ - UEM
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - UNESP
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA - UFRR
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFCE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS - UFT
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO - UFTM
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

INSTITUIÇÕES PRIVADAS VOLTADAS AO ENSINO E À PESQUISA

ASSOCIAÇÃO KEPPE & PACHECO
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS - CNPEM



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

FACULDADES CATOLICAS
FUNDAÇÃO VALEPARAIBANA DE ENSINO - FVE
INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

ENTIDADES EMPRESARIAIS

BIOTECAM ASSESSORIA E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA
BLUE OCEAN ENGENHARIA LTDA
BRASKEM S/A
CEMIG DISTRIBUIÇÃO S/A
CIRINO ALBERTO GOULART EIRELI - EPP
DINI TÊXTIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA
EMBRACO INDÚSTRIA DE COMPRESSORES E SOLUÇÕES EM REFRIGERAÇÃO LTDA
FCA FIAT CHRYSLER AUTOMOVEIS BRASIL LTDA
FORD MOTOR COMPANY BRASIL LTDA
LUBRISINT LUBRIFICANTES SINTÉTICOS ESPECIAIS LTDA
NACIONAL DE GRAFITE LTDA
NANUM NANOTECNOLOGIA S/A
PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRÁS
S & V CONSULTORIA EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO E COMPLETAÇÃO LTDA
VALE S/A



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

11 Apêndice III: Lista de códigos dos países⁴²

CÓDIGO	PAÍS	CÓDIGO	PAÍS
AR	Argentina	IL	Israel
AO	African Intellectual Property Organization (OAPI) ⁴³	IN	Índia
AT	Austria	IS	Islândia
AU	Austrália	IT	Itália
BE	Bélgica	JP	Japão
BG	Bulgária	KR	República da Coreia
BR	Brasil	LU	Luxemburgo
BS	Bahamas	LV	Letônia
CA	Canadá	MA	Marrocos
CH	Suíça	MD	República Moldova
CN	China	MX	México
CZ	República Tcheca	NL	Holanda
DE	Alemanha	NO	Noruega
DK	Dinamarca	NZ	Nova Zelândia
DZ	Argélia	PH	Filipinas
EA	Organização de Patentes da Eurásia (EAPO)	PL	Polônia
EE	Estônia	PT	Portugal
EG	Egito	RO	Romênia
EP	Organização Europeia de Patentes (EPO)	RU	Federação Russa
ES	Espanha	SE	Suécia
FI	Finlândia	SG	Singapura
FR	França	SI	Eslovênia
GB	Reino Unido	SK	Eslováquia
GR	Grécia	TR	Turquia
HK	Região Administrativa Especial de Hong Kong da República Popular da China	TW	Taiwan
HR	Croácia	UA	Ucrânia
HU	Hungria	US	Estados Unidos
ID	Indonésia	WO	Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) ⁴⁴
IE	Irlanda	ZA	África do Sul

FONTE: [HTTPS://WWW.WIPO.INT/EXPORT/SITES/WWW/STANDARDS/EN/PDF/03-03-01.PDF](https://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/pdf/03-03-01.pdf), ACESSO EM AGO 2021.

⁴² Segundo a WIPO, padrão st.03.

⁴³ A OAPI é um organismo intergovernamental encarregado de emitir títulos de proteção dos direitos de propriedade industrial e de prestar serviços relacionados com a propriedade industrial para cada um dos Estados-membros. Aplica uma legislação uniforme que tem lugar de lei nacional para cada um dos Estados-Membros: o Acordo de Bangui. Estes títulos de proteção têm efeito automático em cada um dos seguintes Estados-membros: Benim, Burquina Faso, Camarões, África Central, Congo, Costa do Marfim, Gabão, Guiné, Guiné Bissau, Guiné Equatorial, Mali, Mauritânia, Nigéria, Senegal, Chade e Togo.

⁴⁴ O código "WO" é utilizado para a publicação internacional dos pedidos depositados via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT) em qualquer um dos países receptores destes pedidos.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

12 Apêndice IV: Glossário

1. **Área tecnológica:** Estabelecida por um conjunto de classificações de patente (ver definição nesse Glossário) relacionado a determinado assunto.
2. **Bobina:** É um instrumento muito importante na eletrônica, possibilitando a criação de campos magnéticos a partir da passagem de corrente elétrica pelo fio (um fenômeno explicado pela Lei de Biot-Savart). Bobina é o enrolamento de um fio, normalmente tem formato de anel, caracol ou espiral. As bobinas elétricas, também conhecidas como indutores ou solenoides, são dispositivos passivos capaz de armazenar energia elétrica criada em um campo magnético, sendo que este campo é formado por uma corrente alternada, que passa por um fio condutor enrolado em si mesmo, ou ainda em volta de uma superfície que também é condutora. As bobinas elétricas, na maioria das vezes, são feitas de um material condutor, o cobre.⁴⁵
3. **Capacitores:** São dispositivos eletrônicos que reagem à passagem de corrente através do acúmulo de cargas elétricas. Também conhecidos como *acumuladores*, eles são usados para o armazenamento de cargas elétricas, sendo os capacitores de placas paralelas o tipo mais simples. Nesse tipo capacitor, utilizam-se materiais dielétricos, ligados a diferentes potenciais elétricos, capazes de aumentar a quantidade de cargas armazenadas entre as armaduras do capacitor. Os capacitores mais comuns são construídos por duas placas condutivas (metálicas), separadas por um material dielétrico (material isolante). Eles podem ser encontrados em quase todos os circuitos elétricos. Há outros tipos de capacitores. Os híbridos são capacitores que possuem eletrodos positivo e negativo diferentes. Os capacitores de dupla camada elétrica são chamados de supercapacitores. Um supercapacitor ou supercondensador é um tipo de capacitor capaz de armazenar e fornecer uma elevada densidade de potência em um curto intervalo de tempo (armazena muita energia), apresenta capacitância elevada se comparada com outros tipos de capacitores e ocupa o intervalo de aplicações entre capacitores eletrolíticos e baterias.⁴⁶
4. **Carta Patente:** Documento legal que garante ao detentor (titular) o direito de exclusividade de propriedade industrial sobre uma invenção.

⁴⁵ Por Henrique Mattede, em "Mundo da elétrica".

⁴⁶ Por Henrique Mattede, em "Mundo da elétrica".



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

5. **Célula a combustível:** É uma célula eletroquímica capaz de gerar energia elétrica através de reações de oxirredução. Seu funcionamento baseia-se no mesmo princípio das pilhas e baterias. A diferença é que, na célula a combustível, o fornecimento e consumo dos agentes redutores e oxidantes é contínuo, o que garante o seu funcionamento por mais tempo, já que não há o esgotamento dos seus reagentes. Outra vantagem é que, por não precisar “recarregar”, sua operação é ininterrupta. Além disso, este processo de geração de energia tem alta eficiência e baixo impacto ambiental. As principais desvantagens desta tecnologia são o alto custo de produção e as exigências de um “combustível” para o funcionamento da célula (hidrogênio) de elevada pureza para que não haja contaminação do catalisador. Há diversos tipos de células a combustível, dependendo de onde se deseja empregar esta tecnologia. Mas, em geral, se utiliza mais de uma célula em conjuntos chamados de pilhas a combustível, a fim de produzir correntes e cargas elétricas segundo a aplicação desejada.⁴⁷

6. **Classificação Cooperativa de Patentes (CPC, em inglês, *Cooperative Patent Classification*):** Fruto de uma parceria entre o EPO e o USPTO, tal classificação resulta de um esforço conjunto para harmonizar os sistemas de classificação (ECLA e USPC, respectivamente) visando um sistema de classificação comum e compatível internacionalmente para documentos técnicos, em particular publicações de patentes. A migração para a CPC foi desenvolvida com base em grande parte no Sistema Europeu de Classificação (ECLA) existente, que foi modificado para garantir a conformidade com os padrões do Sistema Internacional de Classificação Internacional de Patentes (CIP), administrados pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO). A CPC possui muito mais subdivisões (grupos e subgrupos) que a CIP, permitindo um detalhamento muito mais preciso das tecnologias de interesse. Disponível em:
<https://www.cooperativepatentclassification.org/index.html>.

7. **Classificação Internacional de Patentes (CIP, em inglês, *International Patent Classification*):** Sistema de classificação/indexação hierárquico que utiliza sequência de letras e números para agrupar documentos de patente de acordo com a invenção descrita, visando facilitar sua recuperação. Um documento de patente pode apresentar mais de uma CIP, quantas forem necessárias. Essa classificação está

⁴⁷Aroeira, Gustavo José Ribeiro. InfoEscola. <https://www.infoescola.com/eletroquimica/celula-de-combustivel/>



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

disponível, em português, no site do INPI <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub#refresh=page>>.

8. **Diodo:** É um componente eletrônico que permite a passagem da corrente elétrica somente em um sentido. O diodo é um componente com 2 terminais, onde o próprio símbolo esquemático indica qual é a polaridade. Assim, é possível visualizar um triângulo (que forma uma pequena seta), indicando em que sentido a corrente elétrica é permitida. Nos diodos, a corrente flui do anodo para o catodo. O diodo tem diversas aplicações: uma delas é atuar como um retificador, convertendo tensão alternada em contínua. Contudo, ele gasta um pouco de energia para trabalhar: quando a corrente flui através do diodo, alguma potência sempre é dissipada em forma de calor. Assim, saber a potência máxima que ele suporta é fundamental para a escolha do diodo adequado.⁴⁸
9. **Documento de patente:** Para esse estudo, considerou-se que cada documento de patente contém um único invento, podendo, entretanto, apresentar mais de uma **tecnologia** (ver definição nesse Glossário).
10. **Documento de Prioridade:** É o documento de patente que, conforme estabelecido pela Convenção de Paris (CUT) em seu Art. 4º, refere-se ao primeiro pedido de patente depositado em um dos países membros da Convenção, serve de base para depósitos subsequentes relacionados à mesma matéria, efetuados pelo mesmo depositante ou por seus sucessores legais. Tem-se assim o **direito de prioridade**. O prazo para exercer tal direito é de 12 meses, para invenção e modelo de utilidade. Ver Art. 16, da Lei da Propriedade Industrial (LPI), nº 9.279/96 – disponível em www.inpi.gov.br.
11. **Eletrodo:** Nome genérico dos pólos condutores de corrente elétrica de um sistema que gera ou consome energia elétrica. Dispositivo condutor por onde a corrente elétrica entra ou sai quando se trata de eletrólitos, arcos elétricos ou tubos de vácuo. O objetivo é realizar uma conexão entre metais e suas ligas, transferindo, assim, os elétrons de um meio para outro. Os eletrodos podem ser com revestimento ou sem, e esta distinção influencia no resultado da soldagem. Tradicionalmente, os eletrodos podem ser de alumínio, de inox ou de bronze, dependendo do seu uso.
12. **Escritório Europeu de Patentes (EPO - European Patent Office):** É um dos órgãos da Organização Europeia de Patentes, cuja missão é

⁴⁸ Por Henrique Mattede, em "Mundo da elétrica".



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

conceder patentes europeias de acordo a Convenção Europeia de Patentes (EPC - *European Patent Organization*), e conta com 38 estados membros, incluindo todos os estados membros da União Europeia, e ainda Albânia, Croácia, antiga República Iugoslava da Macedônia, Islândia, Liechtenstein, Mônaco, Noruega, San Marino, Sérvia, Suíça e Turquia. Disponível em: <https://www.epo.org/about-us/foundation.html>

13. **Família de documentos de patente:** Grupo de documentos de patente de determinado depositante, que descrevem uma tecnologia idêntica ou muito próxima, que foram depositados em diferentes países (ou territórios) com a mesma data de prioridade. Cada documento de patente da família baseia-se, normalmente, nos dados do primeiro pedido depositado no país da prioridade. Existem diferentes estruturas de famílias de patente, dependendo da base de patente consultada.
14. **Informação tecnológica:** Neste trabalho, informação tecnológica foi considerada como a informação contida em documentos de patente.
15. **INPADOC Family ID:** A base de dados INPADOC (*International Patent Documentation Center*) mantida pelo Escritório Europeu de Patentes – EPO é uma coleção de dados bibliográficos de documentos de patentes, ou seja, pedidos de patentes e patentes concedidas, e o status legal desses documentos. O banco de dados do INPADOC também pode incluir algumas informações processuais e declarações de pagamentos de taxas de renovação. A designação ID refere-se ao código identificador, para cada uma das famílias de patentes INPADOC, atribuído pela Base DERWENT (*Derwent Innovation Index*) da Clarivate Analytics. Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/help?locale=en_EP&method=handleHelpTopic&topic=legalstatusqh
16. **Lei da Propriedade Industrial (LPI):** Lei 9.279⁴⁹ estabelecida em 14 de maio de 1996, que regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial (PI), a fim dar segurança jurídica ao sistema de inovação, promovendo o desenvolvimento tecnológico e econômico do Brasil. Esta lei estabelece os requisitos para solicitar a exclusividade de uso de sinais marcários distintivos (marcas), de invenções (por meio de patentes de invenções ou modelos de utilidade) ou de alguma criação ornamental (desenho industrial), permitindo a exploração econômica do ativo de PI desejado, um bem imaterial das empresas (e outros titulares).

⁴⁹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

17. **Liberdade de Operação** (em inglês, *Freedom-to-Operate*): O termo é aplicado às tecnologias, reivindicadas em documentos de patente, cujos pedidos não foram depositados no Brasil, embora possam ter sido depositados em outros países, ou aqueles pedidos que, apesar de contarem com depósitos nacionais, foram indeferidos pelo INPI, arquivados definitivamente pelo órgão ou cujo prazo de vigência da proteção terminou. Assim, as tecnologias neles descritas se encontram livres para serem exploradas no País.
18. **Manual Codes da Base Derwent** (DWPI Manual Codes): Sistema de indexação hierárquico, destinado a ser utilizado como uma ferramenta de recuperação e análise de patentes. Os códigos manuais do DWPI indexam os aspectos inventivos e significativos de uma invenção, além de suas aplicações comerciais. O sistema é dividido em seções de tecnologia por letra, da mesma forma que a classificação DWPI. Existem cerca de 26.000 códigos no Manual do DWPI no total. Disponível em: <https://clarivate.com/products/dwpi-reference-center/dwpi-manual-code>
19. **Modelo de Utilidade** (MU): Um tipo de patente aceito no Brasil, que estabelece proteção territorial no país durante 15 anos para a(s) tecnologia(s) reivindicada(s) em um pedido de patente de MU depositado no órgão de PI do país (no caso, no INPI).
20. **Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE)**: Organização internacional, criada em 1961, contando com países que aceitam os princípios da democracia representativa e da economia de mercado, a qual procura fornecer uma plataforma para comparar políticas econômicas, solucionar problemas comuns e coordenar políticas domésticas e internacionais. A OCDE também partilha os seus conhecimentos e troca de ideias com mais de 100 outros países e economias não membros daquela organização.
21. **Organização Mundial da Propriedade Intelectual** (OMPI ou WIPO - *World Intellectual Property Organization*): Criada em 1967, é uma das 16 agências especializadas da ONU e tem por propósito a promoção da proteção da propriedade intelectual ao redor do mundo através da cooperação entre Estados. Atualmente, é composta de 187 Estados-membros e administra 27 tratados internacionais.
22. **Patente concedida**: Título concedido pelo INPI, em nome do governo brasileiro, após o pedido de patente ter sido analisado pelos técnicos deste instituto, segundo os requisitos de patenteabilidade estabelecidos



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

na Lei da Propriedade Industrial (LPI), e ter sido deferido.⁵⁰ A patente oferece proteção territorial para a(s) tecnologia(s) reivindicada(s) no pedido de patente durante um período de tempo limitado.

23. **Patente de Invenção (PI):** Um tipo de patente aceito no Brasil, que concede proteção territorial no país durante 20 anos para a(s) tecnologia(s) reivindicada(s) em um pedido de patente de PI depositado no órgão de PI do país (no caso, no INPI).
24. **Patente extinta:** Geralmente, a extinção da patente ocorre quando se completa o prazo máximo de 20 anos de vigência da patente ou porque o titular não pagou a anuidade (previsto na LPI).
25. **PCT** (*Patent Cooperation Treaty*, ou em português, *Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes*): Acordo administrado no âmbito da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), que facilita o depósito de pedidos de patentes em diferentes territórios, uma vez que reduz os custos envolvidos. Este tratado provê 12 meses, a partir da data do primeiro depósito, para a decisão de depositar em mais países; e 18 meses adicionais para a efetivação dos depósitos, totalizando 30 meses para a entrada na fase nacional nos Estados membros do tratado, nos quais a proteção patentária é almejada.
26. **Pedidos arquivados definitivamente:** Documentos de patente depositados no Brasil (INPI), que foram arquivados, mas que não poderão mais ser desarquivados. Nessa situação seu trâmite está definitivamente encerrado no INPI.
27. **Pedidos arquivados:** Documentos de patente depositados no Brasil (INPI), que foram arquivados, mas que ainda podem voltar à situação de “em andamento”.
28. **Pedidos com prazo para depósito no Brasil:** Pedidos de patente depositados via **PCT** (ver definição nesse Glossário) e que, deste modo, ainda estão dentro do período estipulado para indicar interesse em requerer proteção no Brasil (entrada na fase nacional) – até 30 meses após o primeiro depósito.
29. **Pedidos depositados no Brasil:** Trata-se dos inventos, para os quais se buscou proteção por patentes no território nacional. Assim, os pedidos depositados foram divididos em quatro categorias, dependendo

⁵⁰ É necessário também o pagamento das taxas correspondentes previamente estabelecidas pelo governo.



Tecnologias com Grafeno: Panorama do Patenteamento no Brasil

da sua situação legal: pedidos **em andamento**; pedidos **arquivados**, pedidos **arquivados definitivamente** ou pedidos que se tornaram **patentes concedidas** (ver definições nesse Glossário).

30. **Pedidos em andamento:** Situação legal dos documentos de patente depositados no Brasil, que estão em processamento interno no INPI e que não tiveram decisão definitiva.
31. **Pedidos não depositados no Brasil:** Documentos de patente depositados em outros territórios, mas que não foram depositados no Brasil, cujas tecnologias neles descritas se encontram livres para serem exploradas no País.
32. **Primeira publicação:** normalmente, ocorre após 18 meses da data do depósito do pedido de patente. Durante os 18 meses, o pedido permanece em sigilo.
33. **Tecnologia:** neste estudo cada tecnologia equivale a uma Classificação de Patentes (ver definição nesse Glossário).
34. **Tecnologias protegidas:** são aquelas descritas em pedidos de patente deferidos, após análise pelo INPI, e que tiveram a carta patente expedida.
35. **Territorialidade:** Patentes obedecem ao **princípio da territorialidade**, ou seja, patentes concedidas só têm seus direitos válidos dentro das fronteiras do País que lhe concedeu o privilégio e os pedidos depositados possuem expectativa de direito no território onde foi solicitada a proteção. Fora dessas fronteiras, as tecnologias estão livres para serem exploradas.
36. **Titular:** nome do detentor da patente. Quando a patente é concedida, é emitida, pelo INPI uma carta patente em nome do titular.