

# Prospecção do Uso de Coco e sua Fibra no Desenvolvimento de Produtos Voltados para a Inibição de Corrosão

*Prospection of the Use of Coconut and its Fiber in the Development of Products Aimed at Corrosion Inhibition*

Ana Lais de Araujo Costa<sup>1</sup>

Gleidson Pereira de Oliveira e Silva<sup>1</sup>

Josealdo Tonholo<sup>1</sup>

Fabiane Caxico de Abreu Galdino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

## Resumo

A corrosão é um problema que ocorre em todos os setores econômicos. O uso de inibidores de corrosão caracteriza-se em um dos métodos de grande interesse, todavia muitos desses compostos demonstraram exercer efeitos tóxicos, levando à busca por compostos ambientalmente amigáveis. O óleo de coco possui característica inibitória já descrita em literatura, e o Brasil possui cerca de 240 mil hectares cultivados com coqueiro. Assim, este artigo teve como objetivo analisar o panorama científico e tecnológico da aplicabilidade dos subprodutos do coco no âmbito da prevenção da corrosão. Para isso, foram analisados as patentes e os artigos publicados em bases nacionais e internacionais a partir de cinco grupos de palavras-chave, desse modo, o grupo IV apresentou de 145 a 551 patentes e 51 artigos, com maiores depositantes na China e no Reino Unido e com empresas majoritariamente na área petrolífera. Esses resultados apontam um mercado emergente e pouco investigado, com grandes possibilidades de exploração.

Palavras-chave: Coco; Corrosão; Patentes.

## Abstract

Corrosion is a problem that occurs in all economic sectors. The use of corrosion inhibitors is characterized as one of the methods of great interest, however many of these compounds have shown to exert toxic effects, leading to a search for green compounds. Coconut oil has an inhibitory characteristic already described in the literature and Brazil has about 240 thousand hectares cultivated with it. Thus, this article has the objective of analyzing the scientific and technological panorama of the applicability of coconut byproducts in the scope of corrosion prevention. For this, patents and articles published on national and international bases were analyzed from five groups of keywords, where group IV presented 145 to 551 patents and 51 articles, with the largest depositors in China and the United Kingdom and with companies in the majority oil area. These results point to an emerging and under-researched market with great possibilities of exploration.

Keywords: Coconut; Corrosion; Patents.

Áreas Tecnológicas: Inovação. Prospecção Tecnológica. Química.



# 1 Introdução

A corrosão é um problema que ocorre em todos os setores econômicos, seja industrial, construção civil, equipamentos de logística, etc. É um fenômeno que afeta toda a sociedade, e se atribui uma grande importância socioeconômica aos seus efeitos. Desempenha um papel prejudicial na confiabilidade, no custo e na longevidade dos sistemas de engenharia e nos sistemas estruturais, podendo, eventualmente trazer riscos aos ocupantes de edifícios e de embarcações que não têm sistema de acompanhamento desse fenômeno (Sabelkin *et al.*, 2015; Vieira *et al.*, 2010; Dantas; Cardoso, 2022).

A corrosão é definida por ser a deterioração de um material, geralmente metálico (como os aços ou as ligas de cobre), podendo ser não metálico (como plástico, cerâmicas ou concretos), que se inicia na sua superfície por ação química ou eletroquímica do meio ambiente (por um meio oxidante) aliado ou não a esforços mecânicos. As formas ou tipos de corrosão podem ser apresentados, considerando-se a aparência ou a forma de ataque e também pelas diferentes causas e mecanismos (Gentil, 2012; Mello, 2011; Domínguez, 2016; Almeida, 2014; Lima *et al.*, 2024).

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de reduzir os efeitos da corrosão. O uso de inibidores de corrosão caracteriza-se como um dos métodos de grande interesse, já que esses métodos funcionam como películas protetoras (sobre áreas anódicas e catódicas) que interferem na ação eletroquímica (Rossi *et al.*, 2007; Lima *et al.*, 2024).

Assim como algumas espécies químicas, por exemplo, sal, promovem corrosão, outras espécies químicas inibem a corrosão. A corrosão de superfícies metálicas pode ser controlada ou reduzida pela adição de compostos químicos ao agente corrosivo. Essa forma de controle de corrosão é chamada de inibição, e os compostos adicionados são conhecidos como inibidores de corrosão. Esses inibidores reduzem a taxa de oxidação do material. Normalmente são adsorvidos, fazendo um filme muito fino e persistente, formando uma película protetora na superfície do metal (Gentil, 2012; Davis, 2000; Frauches-Santos *et al.*, 2014; D'Oliveira *et al.*, 2022).

Embora muitos desses compostos apresentem alta eficiência de inibição, eles também apresentam efeitos indesejáveis. Inibidores convencionais, como cromatos e nitratos, demonstraram exercer efeitos tóxicos no ambiente e na saúde humana mesmo em baixas concentrações, devido a sua toxicidade, além disso, eles têm custos elevados (Pedrosa-Periñán *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2016).

Nos últimos anos, nota-se um aumento significativo no interesse pelo uso de compostos ambientalmente amigáveis, comumente obtidos a partir de extratos de plantas e outros produtos naturais, como inibidores de corrosão (Pedrosa-Periñán *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2016).

Extratos de plantas são geralmente pouco dispendiosos e podem ser obtidos por meio de processos simples de extração. Esses materiais têm muitos benefícios, como baixo custo, alta disponibilidade, renovabilidade, não toxicidade e sua composição fitoquímica, que apresenta uma série de compostos frequentemente relacionados à atividade anticorrosiva (Pedrosa-Periñán *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2016).

Ao longo dos últimos anos diversos trabalhos no âmbito de produção de anticorrosivos advindos de produtos naturais vêm sendo publicados. Alguns trabalhos analisaram a ação inibidora de extratos aquosos da borra do café, casca do alho e de algumas frutas (manga, laranja,

maracujá e caju), além do bagaço da uva tinta Pinot noir e da semente de mamão, que foram estudados com relação à corrosão do aço-carbono em meio HCl 1 mol L<sup>-1</sup> (Torres *et al.*, 2016).

Rossi *et al.* (2007) analisaram a eficiência do óleo de coco saponificado

e microemulsionado na inibição da corrosão de aço carbono, e o tensoativo avaliado em um sistema microemulsionado (ocs-me), ou em solução aquosa (OCS), apresentou inibição satisfatória, indicando a seguinte ordem de eficiência de inibição à corrosão: ocs com eficiência máxima de 63% com concentração na faixa de 0,14–0,16% e ocs-me com eficiência máxima de 77% na faixa de com concentração 0,5%.

O óleo de coco é um dos subprodutos da industrialização do coco. O Brasil possui cerca de 240 mil hectares cultivados com coqueiro, distribuídos em quase todo o território nacional com produção próxima de 1,7 bilhões de frutos. Os principais estados produtores são Bahia, Sergipe, Ceará e Pará, com 31,4, 13,4, 13,0 e 12,0% da produção, respectivamente. Alagoas vem em sétimo lugar, com 3,9% da produção, equivalente a 67,3 milhões de frutos (Seapa-MG, 2017).

## 2 Metodologia

As buscas foram realizadas em bases de patentes nacionais e internacionais. A base nacional pesquisada foi o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), e as bases internacionais verificadas foram: Escritório Europeu de Patentes (Espacenet); Patent Inspiration, Google Patents, World Intellectual Property Organization (WIPO) e Derwent Innovations Index da Thomson Reuters Scientific (Derwent), sendo esta acessada por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) a partir do endereço IP da Capes-UFAL, pela rede CAFE.

A revisão bibliográfica foi realizada na base de dados Scopus por meio do portal Capes/CAFe, e da base Scientific Electronic Library Online (SciELO), e nesta, foi pesquisado somente no Brasil; com exceção das bases Derwent e Scopus as demais bases são abertas a qualquer interessado, já que a base Patent Inspiration possui restrições em seu uso livre. Todas as buscas nas bases de patentes foram realizadas no campo de pesquisa avançada, com a seleção da opção de busca no resumo e no título. O mesmo procedimento foi adotado para as buscas de artigos científicos. As buscas foram realizadas no mês de abril de 2024.

As palavras-chave utilizadas foram divididas em cinco grupos como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Grupos de palavras-chave utilizados nas bases de pesquisa nacionais e internacionais

INPI E SCIELO	BASES DE PATENTES E DE DADOS INTERNACIONAIS	GRUPO DE PALAVRAS
Corrosão	corrosion	I
(casca or quenga or exocarpo) and coco	(shell or exocarp or cover) and coconut	II
Corrosão and coco	Corrosion and coconut	III
Corrosão and inibi* and coco	Corrosion and inibi* and coconut	IV
Corrosão and Inibi* and fibra and coco	Corrosion and inibi* and fiber and coconut	V

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Na Tabela 1, as palavras-chave em português foram utilizadas especificamente na base de patentes INPI e de artigos Scielo, e as palavras-chave em inglês foram utilizadas nas bases internacionais.

Foram utilizados operadores booleanos “and” e “or” com o propósito de limitar as buscas no caso de “and”, ou adicionar termos semelhantes ou sinônimos no caso de “or”. O operador “\*” foi utilizado para que fosse possível a utilização das possíveis variantes dos termos pesquisados. Com base nos dados obtidos, foram realizadas análises relativas ao número de patentes depositadas por ano, aos países de origem das patentes, à área de conhecimento abrangida, à área de aplicação, aos países aplicantes e às indústrias que originaram tais patentes.

### 3 Resultados e Discussão

O retorno das buscas dos grupos de palavras-chave em suas respectivas bases de registro pode ser observado na Tabela 2, na qual é possível observar a diminuição dos dados à medida que os grupos avançam, gerando em um pequeno grupo de resultados no grupo IV e quase nenhum no grupo V.

**Tabela 2** – Resultado das buscas dos grupos de palavras-chave nas respectivas bases

GRUPOS DE PALAVRAS-CHAVE	BASES PESQUISADAS							
	SCIELO	SCOPUS	INPI	PATENT INSPIRATION	ESPACENET	DERWENT	GOOGLE PATENTS	WIPO
I	408	432625	2762	482444	689577	645716	100000	471923
II	167	4940	94	4221	4768	13171	6664	3687
III	2	177	10	576	635	1386	802	460
IV	1	51	6	156	161	551	181	145
V	0	6	0	4	2	20	1	2

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

#### 3.1 Análise de Patentes nas Bases de Dados Scielo e INPI

Ao utilizar as palavras-chave do grupo I na base de artigos Scielo, houve um retorno de 408 artigos, essa mesma palavra-chave ao ser utilizada na base patentária do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), gerou um retorno de 2.762 patentes.

Quando foram utilizadas as palavras-chave do grupo II em ambas as bases, obteve-se o retorno de 167 artigos na Scielo e 94 patentes registradas no INPI, já com o grupo de palavras III, obteve-se um retorno de dois artigos na base Scielo e 10 registros de patentes no INPI. Entre os artigos pesquisados, o de maior interesse possuía o título “*Argamassas fotocatalíticas e concretos com adição de fibras de coco e sisal para a redução de impactos ambientais de gases poluentes*”, de M. M. Bonato, M. D’O. G. P. Bragança, K. F. Portella, M. E. Vieira, J. L. Bronholo, J. C. M. dos Santos, D. P. Cerqueira, no qual os objetivos são: a adição de fibras de coco (FC) e de sisal (FS) a um concreto-referência, com a intenção de aumentar suas demandas nacionais e diminuir o impacto ambiental resultante da quantidade de resíduos descartados no ambiente após

o consumo do fruto, com redução do consumo de cimento em cada dosagem; e a fotocatalise de gases poluentes por argamassas à base do nanocomposto dióxido de titânio, fase anatásio.

Entre as patentes, duas foram de interesse: a patente de número BR 10 2016 001609 6 A2 (Maciel *et al.*, 2016), com o título “*Utilização do Extrato Metanólico de Ixora Coccinea Linn como Inibidor de Corrosão*”, de Maria Aparecida Medeiros Maciel, Cássia Carvalho de Almeida, Cátia Guaraciara Fernandes Teixeira Rossi, Dulce Maria de Araújo Melo, Carlos Alberto Martinez-Huitle, que versa especificamente do extrato metanólico obtidos de flores da planta. O extrato IC, solubilizado no sistema Smeocs, foi avaliado na presença do aço carbono AISI 1020, em meio salino (NaCl 3,5%). A eficiência de inibição para a corrosão de IC solubilizado na microemulsão (Smeocs-IC), em diferentes concentrações (50 ppm - 400 ppm), foi analisada por medidas de perda de massa e pelo método eletroquímico de resistência à polarização, sendo assim, foram obtidos resultados significativos de inibições para a corrosão (83,6% Smeocs e 95,3% Smeocs-IC de eficiências máximas). E a patente de número BR 10 2012 024591 4 A2 (Macedo *et al.*, 2012), com o título “*Composição Inibidora de Corrosão de Aço Carbono com Utilização de Compostos Heterocíclicos Mesoioônicos Dispersos em Microemulsão de Óleo de Coco Saponificado*”, de Ruza Gabriela Medeiros de Araujo Macedo, Josealdo Tonholo, Adriana Santos Ribeiro, Maria Aparecida Medeiros Maciel, Tereza Neuma de Castro Dantas, Cátia Guaraciara Fernandes Teixeira Rossi, propõe o tratamento do aço carbono e assemelhados com o uso de substâncias nitrogenadas (heterociclos mesoioônicos) solubilizadas em sistemas microemulsionados que atuam como inibidores de corrosão. A invenção compreende um composto do tipo 1,3,4-triazólio-2-tiol, uma composição com compostos heterocíclicos mesoioônicos em uma microemulsão de óleo de coco saponificado e seus usos. Esses compostos apresentam propriedades anticorrosivas para aço carbono e assemelhados, apresentando propriedades sinérgicas com a microemulsão.

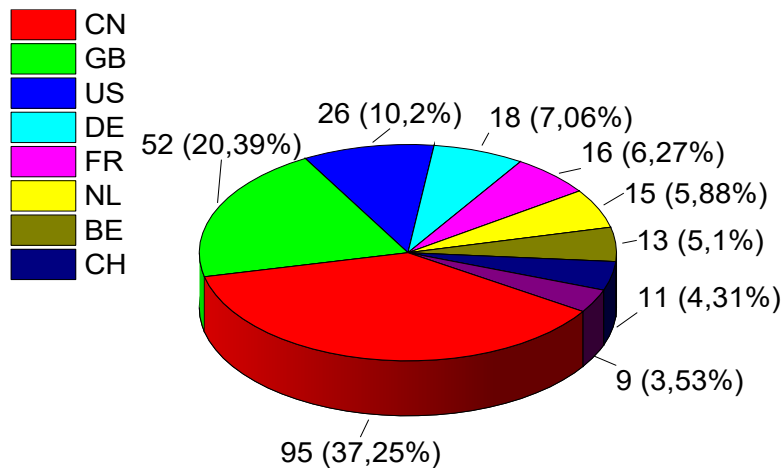
Ao serem utilizadas as palavras do grupo IV, obteve-se o retorno de um registro de artigo na base Scielo e de seis patentes na base INPI, patentes essas que já haviam sido analisadas no grupo de palavras-chave anterior (III). Com as palavras do grupo V, não houve retorno de registros em ambas as bases.

### 3.2 Análise de Patentes na Base de Dados Espacenet

Utilizando as palavras-chave do grupo I, II e III, foi possível obter o retorno de, respectivamente, 689.577, 4.768 e 635 patentes. Para um melhor refinamento, utilizou-se o grupo de palavras-chave IV. O grupo de palavras-chave V retornou apenas dois registros.

Com as palavras-chave do grupo IV, obteve-se um retorno de 161 registros de patentes, das quais o país com maior número de depósitos foi a China (CN) com 95 depósitos, seguida de Reino Unido (GB) com 52, Estados Unidos (US) com 26, Alemanha (DE) com 18, França (FR) com 16, Holanda (NL) com 15, Bélgica (BE) com 13, Suíça (CH) com 11 e Japão (JP) com nove, como é possível observar na Figura 1. Outros países apresentaram números iguais ou inferiores a quatro, como o Brasil, que apresentou o resultado de três patentes.

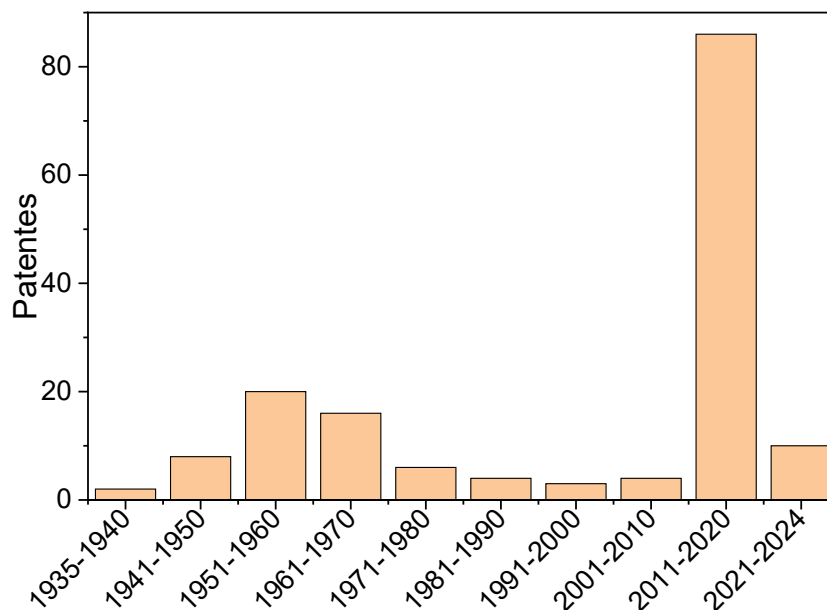
**Figura 1** – Registro percentual de patentes das palavras-chave do grupo IV em cada país



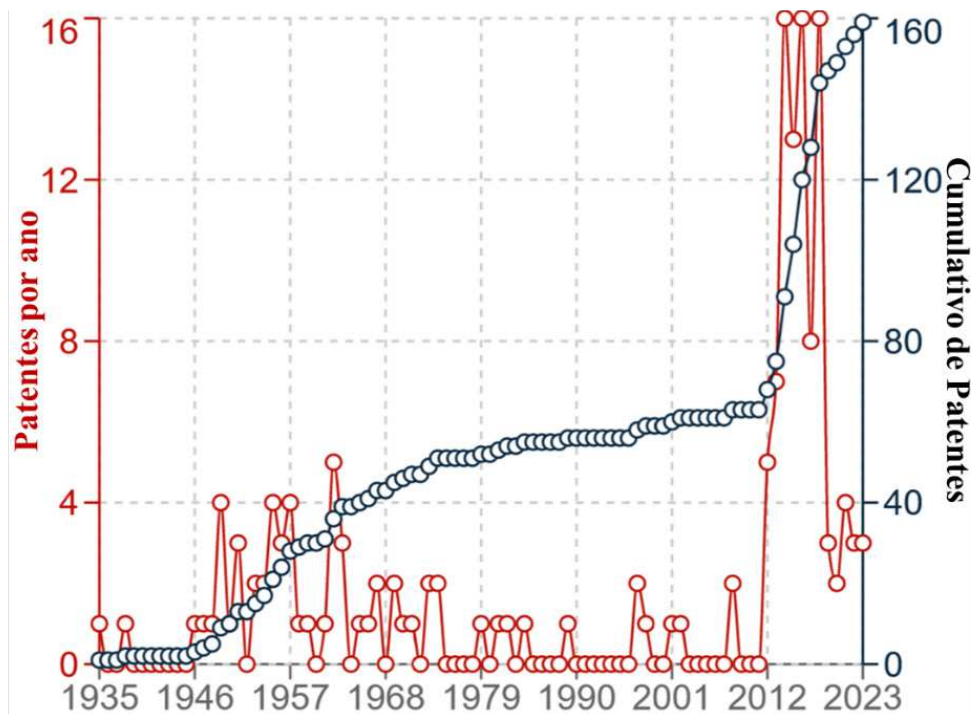
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

A Figura 2 foi construída observando-se o número de depósitos ao longo do tempo, por meio dessa figura, é possível detectar um aumento de 14 vezes no número de patentes depositados na última década (2011-2020) em um comparativo com a década anterior (2001-2010). Além disso, nota-se que, na década de 1960 e 1970, houve um maior número de patentes depositadas em comparação às décadas seguintes. Observa-se, ainda, pela Figura 3, que o maior número de patentes foi depositado entre os anos de 2014 e 2018, tendo uma queda significativa a partir do ano de 2019, não havendo recuperado o crescimento até o presente momento.

**Figura 2** – Número de depósitos ao longo do tempo no grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

**Figura 3** – Número de depósitos de patentes por ano no grupo de palavras IV

Fonte: Adaptada de Espacenet (2024)

Ao realizar o refinamento com o grupo de palavras IV, utilizando o código de Classificação Internacional de Patentes (CIP) de interesse da seção C, que trata sobre química e metalurgia e mais precisamente C23 que descreve sobre Revestimento de Materiais Metálicos; Revestimento de Materiais com Materiais Metálicos; Tratamento Químico de Superfícies; Tratamento de Difusão de Materiais Metálicos; Revestimento por Evaporação a Vácuo, por Pulverização Catódica, por Implantação de Íons ou por Deposição Química em Fase de Vapor, em Geral; Inibição da Corrosão de Materiais Metálicos ou Incrustação em Geral, obteve-se um retorno de 58 patentes, ou seja, das 161 patentes encontradas, 36,02% tratavam do assunto de nosso interesse. Levando-se em consideração os 58 registros de patentes, o panorama de países com o maior número de depósitos permaneceu o mesmo: a China em primeiro lugar com 37 registros, seguida do Reino Unido, Alemanha, Japão, Holanda e Estados Unidos.

Dos 58 registros encontrados, o que se destacou foi o IPC C23G que trata sobre Limpeza ou Desengorduramento de Materiais Metálicos por Outros Métodos Químicos que não a Eletrólise e C23f que trata sobre Remoção não Mecânica de Materiais Metálicos das Superfícies; Inibidor de Corrosão de Material Metálico; Inibidor de Incrustação em Geral; Processos de Múltiplos Passos para Tratamento de Superfícies de Materiais.

A última classificação teve suas patentes analisadas dentro dessa subclasse. É possível observar que todos utilizaram o óleo de coco como um dos componentes para a produção de um inibidor de corrosão.

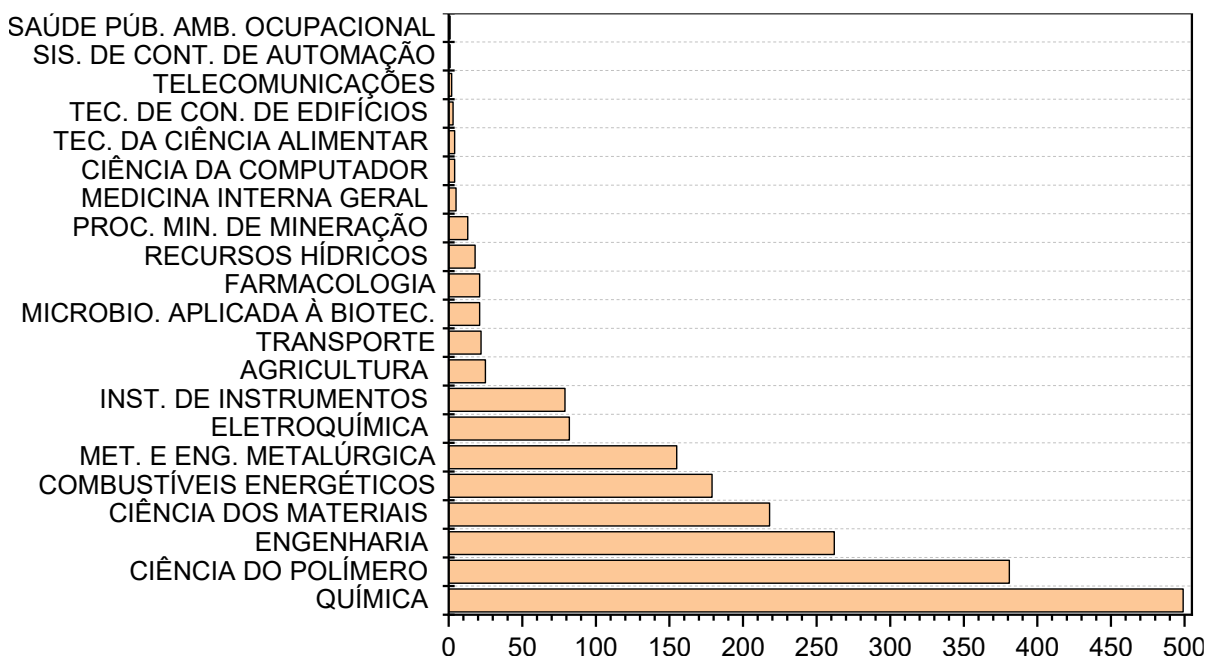
Os dois resultados do grupo V remetem a uma patente de Tecido não Tecido (TNT) à base de fibras naturais e sintéticas, de código CN109338591A (BO, 2018), intitulada “*Self-Filtration Absorbing Fiber Spunlace Non-Woven Fabric and Preparation Method*”, de Zhao Bo, com o objetivo de produzir um tecido com as vantagens de sensação de mão macia, desempenho de absorção de água/umidade alta, boa permeabilidade ao ar, aparência bonita, fio dental de

superfície curta, uso conveniente, seguro, confiável, higiênico, proteção da pele, esterilização, inibição bacteriana, umedecimento da pele, desodorização, resistência à corrosão e semelhantes, e o tecido tem funções de inibição e de desinfecção superiores em vários micro-organismos prejudiciais. O segundo trata de uma fita de cintagem, de código CN108239338A (Guofeng, 2018), com título “*Preparation Method of Tension-Resistant Anti-Corrosion Type Strapping Tape*”, de Wang Guofeng, Yang Yasheng e Chen Ke, objetivando um método de preparação de uma fita de cintagem do tipo anticorrosão resistente à tensão e pertencente ao campo técnico da preparação de fita de cintagem.

### 3.3 Análise de Patentes na Base de Dados Derwent

Ao utilizar as palavras-chave do grupo IV, houve um retorno de 551 patentes na base Derwent, possibilitando a elaboração da Figura 4.

**Figura 4** – Áreas de conhecimento do grupo IV



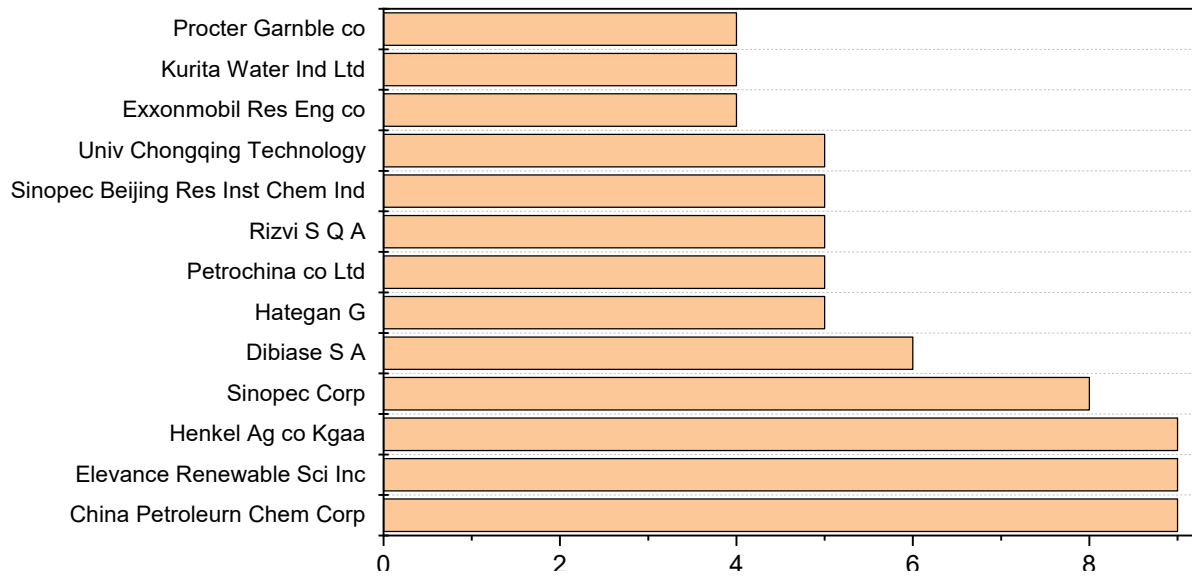
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Entre as principais áreas de conhecimento, pode-se destacar oito, e observa-se que 97,46% (499) das patentes são referentes à área de química. Outras áreas que se destacam são ciência dos polímeros com 74,41% (381) das patentes nesse grupo; Engenharia com 51,17% (262); Ciência dos Materiais com 42,58% (218); combustíveis energéticos com 34,96% (179); Metalurgia e engenharia metalúrgica com 30,27% (155); Eletroquímica com 16,01% (82); e Instrumentação de instrumentos com 15,42% (79), as demais áreas possuem um número muito abaixo de 25 patentes.

Analisando os 10 principais depositantes, é possível identificar os depositantes, conforme mostram os dados da Figura 5.



**Figura 5** – Principais depositantes do grupo IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

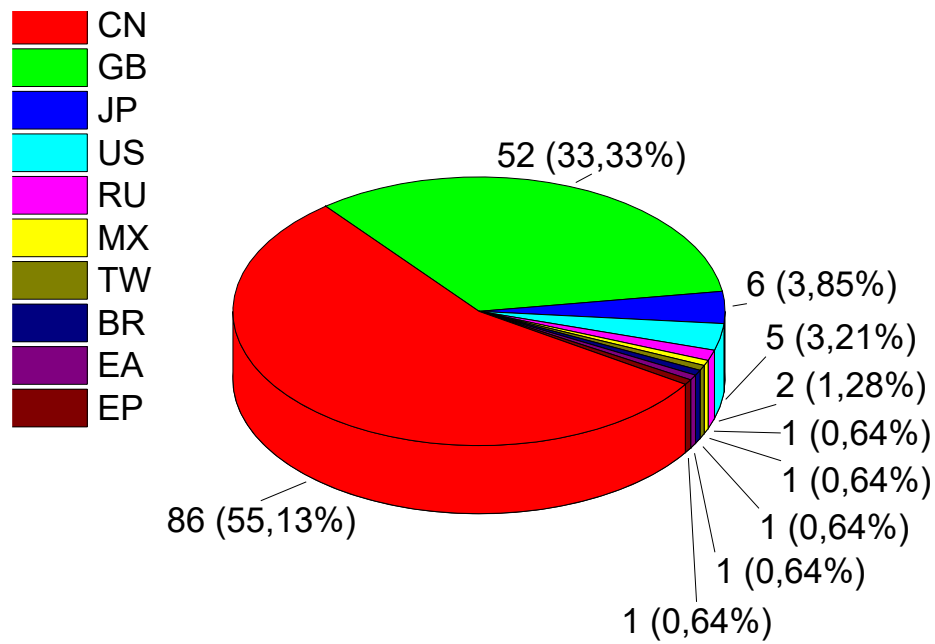
Por meio desses dados, é possível analisar que a quantidade de depósitos advém da indústria química e de petróleo, com apenas uma pequena parcela da indústria de limpeza como a Procter Gamble e de tratamento de água como a Kurita Water.

Dos 20 resultados do grupo de palavras V, a maioria usava óleo de coco com diferentes finalidades sem relação direta com inibição de corrosão, estando a fibra relacionada com diferentes materiais. A única patente com fibra de coco, KR2013019618-A, a utilizava para recuperação vegetal de áreas de minas abandonadas, sem relação com corrosão ou a inibição.

### 3.4 Análise de Patentes na Base de Dados Patent Inspiration

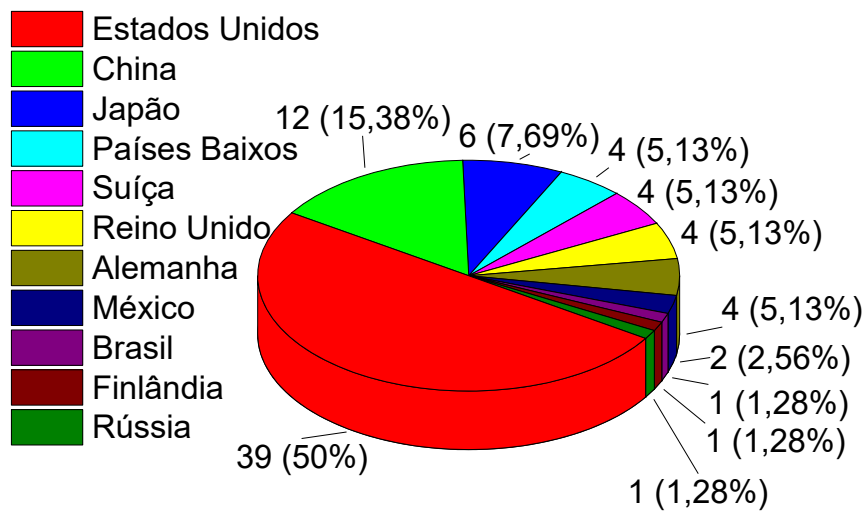
Utilizando as palavras-chave do grupo IV na base Patent Inspiration, foram obtidos 156 registros. A partir desses dados, foi construindo, como anteriormente para a base Espacenet, o gráfico dos países com maior número de depósitos (Figura 6). A China se destaca com o número de 85 patentes depositadas, seguida do Reino Unido (GB) com 52 patentes. Outros países desenvolvidos, como Japão e Estados Unidos, apresentaram resultados consideravelmente abaixo dos primeiros, com cinco e quatro patentes depositadas, respectivamente, ficando à frente apenas dos países com duas e uma patentes depositadas, que são Rússia (RU) com duas e Brasil (BR), Mexico (MX), Taiwan (TW), Organização Europeia de Patentes (EP) e Organização Euroasiática (EA), ambos com uma patente depositada. A situação é oposta quando se leva em consideração o que apresenta a Figura 7, que mostra os países aplicantes de patente, e, nesse panorama, os Estados Unidos vêm em primeiro lugar com 39 aplicações, e a China aparece em segunda colocação com apenas 12 patentes aplicadas.

**Figura 6** – Países com depósitos de patentes do grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

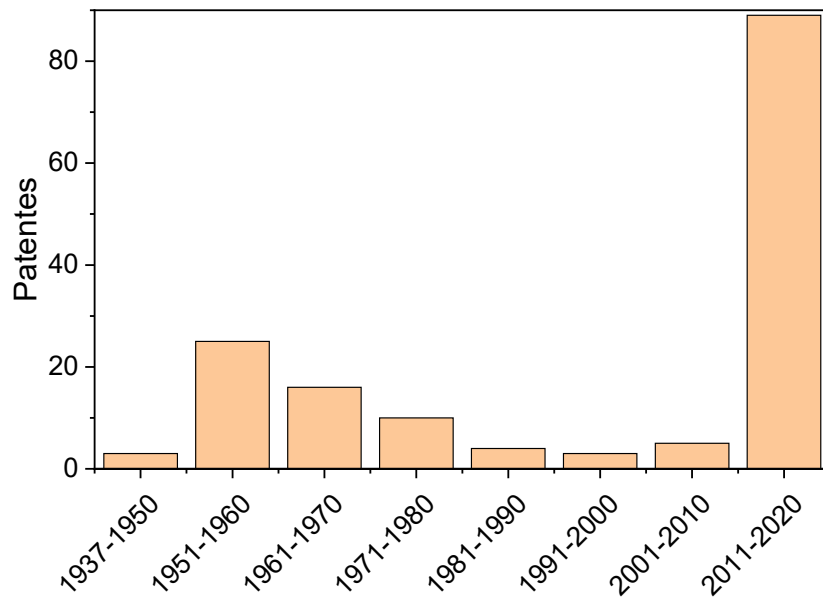
**Figura 7** – Países aplicantes de patentes do grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

A distribuição do depósito de patentes ao longo dos anos é demonstrada a partir da Figura 8.

**Figura 8** – Distribuição do depósito de patentes ao longo dos anos para o grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Nota um aumento de 17,8 em depósitos nos últimos 10 anos (2011-2020) em comparação com a década anterior (2001-2010), sendo responsável por 57,41% do total depositado, demonstrando, assim, o crescente interesse de pesquisa na área.

A Figura 9 apresenta o mapa colmeia e nele estão destacadas as áreas de domínio de aplicabilidade das patentes.

**Figura 9** – Mapa colmeia das áreas de domínio de aplicabilidade das patentes do grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Ao elaborar esse gráfico de colmeia, por domínio na classificação CPC, observa-se a distribuição em nove grandes grupos, o primeiro grande grupo é o das necessidades humanas, que é subdividido em três subclasses que são: Preparação de medicamentos, limpeza doméstica e uso específico para preparação de instalações sanitárias. Destacando-se a preparação de medicamentos, com a patente GB1228060A, que trata de Composições detergentes, contendo agentes promotores de deposição de partículas, usando um substrato orgânico em conjunto com polímeros e sais de metais pesados, e a patente GB912340A, que consiste em Sulfonatos de óxido alquilarodialílico e método para a sua produção, lidando com substituições em diferentes grupos aromáticos.

O segundo grupo é o de Operações e Transportes, que se divide em duas subclasses, de ferramentas de moagem e de processos físicos, destacando-se processos físicos com a patente GB706720A, que lida com a Construção de composições orgânicas detergentes e os processos para prepará-las, usando partículas detergentes rodeadas de diferentes partículas hidratadas misturadas com detergentes orgânicos sólidos com partículas anidras e capacidade de serem hidratadas.

O terceiro grande grupo, de Química e Metalurgia, se divide em sete subclasses, e se destaca a de compostos heterocíclicos, com cinco patentes, a exemplo da patente MX2014005597A, que trata de Processo para obter misturas de imidazolina a partir de óleos vegetais, obtendo misturas de imidazolina capazes de proporcionar consideráveis economias de energia durante o processo de fabricação, devido à redução da temperatura do processo e menores exigências de matérias-primas, e da patente GB865312A, que trata de Morfolino propilaminas substituídas e seu uso como inibidores de corrosão por meio da reação de uma propilenodiamina com éter dicloroetilico isolado ou não como sal de ácido carboxílico.

O grupo de Têxtil e Papel contém apenas a subclasse de limpeza a seco, com a patente GB912340A, já citada em preparações para medicamentos.

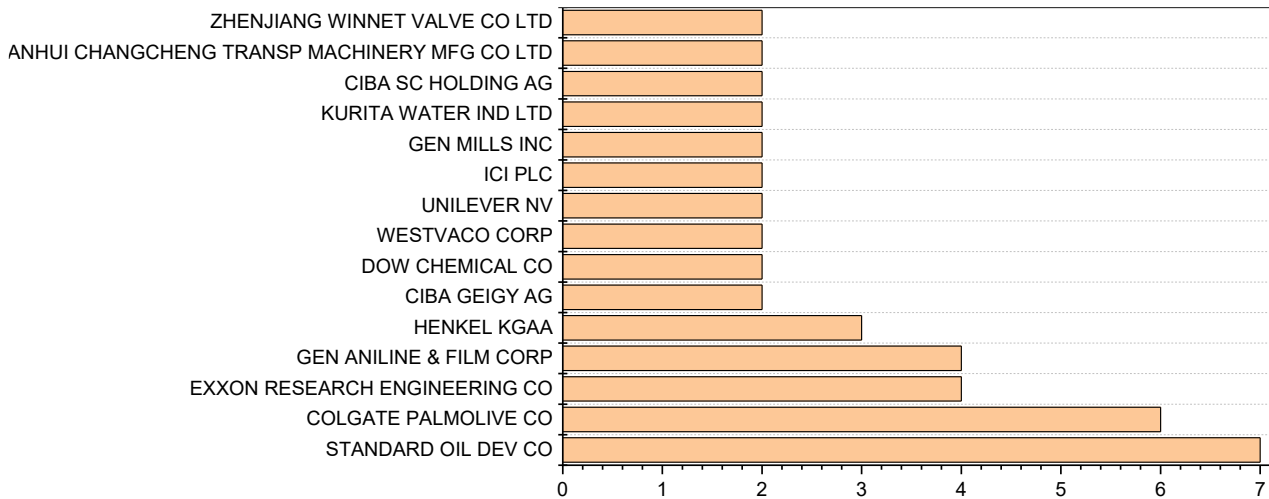
O seguinte grande grupo é o de motores, aquecimento e engenharia mecânica, que é dividido em quatro subclasses, e se destacam motores de pistão a combustão interna; motores de combustão em geral, com quatro patentes, a exemplo da patente GB1035985A, que lida com Novos hidroxi-fenil-bis-tiazóis e sua utilização como estabilizadores, adicionando em polímeros, óleos lubrificantes, óleos minerais, óleos animais, óleos vegetais, hidrocarbonetos e aldeídos para estabilizá-los contra deterioração, e da patente GB852831A, que conduz Polimerização por radiação de compostos nitrogenados insaturados, expondo uma mistura de um composto contendo azoto insaturado selecionado a partir de alquil acrilamidas C4-C18 com um éster orgânico insaturado à radiação radioativa de alta intensidade, como raios gama de no mínimo 10,000 R/Hr.

O grupo de Eletricidade continha apenas a subclasse de recursos, com a patente JP2739360B2, que produz Bateria seca de manganês, em que a corrosão de zinco ou liga de zinco usada como eletrodo negativo é contida, fornecendo um agente ativo de superfície catiônica na bateria em uma quantidade específica contra o eletrólito.

O grupo de Novas Tecnologias tem duas subclasses, destacando-se a de redução de emissão de gases de efeito estufa, com a patente EA002135B1, que lida com Método e composto para inibir o entupimento de canalizações por hidratos de gás, adicionando à mistura certa quantidade de um componente inibidor da formação de hidrato.

Por meio das empresas com maior número de depósitos (Figura 10), é possível observar onde existe a maior aplicabilidade relativa ao assunto abordado e onde este é mais aplicado na área de indústria química, mais precisamente indústria de petróleo, tendo nomes como Standard Oil, que foi uma grande refinaria de petróleo, seguida da indústria de higiene e limpeza em geral, como exemplo a Colgate.

**Figura 10** – Empresas depositantes de patentes do grupo de palavras IV



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Ao analisar os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP), nota-se que a classe C é a predominante. Com base nessa análise, três códigos de subclasse se sobressaem, que são: C11D3/00, que trata sobre ingredientes e componentes de detergente, dentro dessa subclasse existem 25 patentes, o que equivale a 16% no total; C11D1/00, que trata de Composições de detergentes baseadas essencialmente em compostos de superfície ativa, tendo 22 patentes, o que equivale a 14% no total; e, por fim, C23F11/00, com código referente à área de interesse deste estudo, que trata de Inibir a corrosão do material metálico, aplicando inibidores à superfície em perigo de corrosão ou adicionando-os ao agente corrosivo, tendo nessa subclasse 19 patentes, o que equivale a 12% no total.

Destaca-se que a mais recente é a patente de código CN105543856A com o título “*Inibidor de corrosão solúvel em óleo*”, de Xu Guangxin. Essa invenção divulga um inibidor de corrosão solúvel em óleo com alto grau de insolubilidade e de dispersibilidade, com baixo custo e praticidade de uso.

### 3.5 Comparativo de Artigos versus Patentes

Ao ser analisado o grupo de palavras IV, observou-se o retorno dos 20 maiores autores na base Scopus com os 20 maiores inventores da base de busca patentária Derwent, como é possível ver na Tabela 3, percebe-se a não coincidência de nomes.

**Tabela 3** – Autores *versus* Inventores no grupo de palavras IV

AUTORES	QUANT.	INVENTORES	QUANT.	AUTORES	QUANT.	INVENTORES	QUANT.
Casales, M.	5	ZHANG Y	14	Umoren, S.A.	3	ZHANG X	6
Ortega-Toledo, D.M.	5	LIU X	11	Cuervo, D.	2	ZHANG Z	6
Regla, I.	5	LI J	10	Maciel, M.A.M.	2	CHEN C	5
Eduok, U.M.	3	DIBIASE S A	9	Rahim, N.	2	CHEN J	5
Gonzalez-Rodriguez, J.G.	3	LI H	9	Rajalakshmi, R.	2	CHEN S	5
Israel, A.U.	3	RIZVI S Q A	8	Rivera Grau, L.M.	2	GAN G	5
Obot, I.B.	3	WANG T	8	Sobri, S.	2	HATEGAN G	5
Rivera-Grau, L.M.	3	CAO H	7	Subhashini, S.	2	JIANG Z	5
Rossi, C.G.F.T.	3	HU Y	6	Vijayalakshmi, P.R.	2	LI B	5
Solomon, M.M.	3	LIU J	6	Al-Sabagh, A.M.	1	LI Y	5

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Semelhante ao que se observa no comparativo entre as instituições que publicaram os artigos e os depositantes das patentes, Tabela 4, pode-se constatar que as instituições produtoras dos artigos são unicamente instituições de ensino, enquanto as depositantes de patentes são majoritariamente empresas, demonstrando que as instituições que mais lançam artigos não possuem interesse na produção patentária dessa área de conhecimento, ou ainda não alcançaram a investigação necessária para deposição de uma.

**Tabela 4** – Instituição *versus* Depositante no grupo de palavras IV

INSTITUIÇÃO	QUANT.	DEPOSITANTE	QUANT.
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	6	ELEVANCE RENEWABLE SCI INC	9
Universidad Nacional Autónoma de México Câmpus Morelos	6	HENKEL AG CO KGAA	9
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	5	SINOPEC CORP	8
Universidad Nacional Autónoma de México	4	CHINA PETROLEUM CHEM CORP	6
Centro de Investigacion en Materiales Avanzados	3	DIBIASE S A	6
University of Uyo	3	HATEGAN G	5
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	3	RIZVI S Q A	5
Universidade Federal do Rio de Janeiro	2	SINOPEC BEIJING RES INST CHEM IND	5
University of Johannesburg	2	UNIV CHONGQING TECHNOLOGY	5

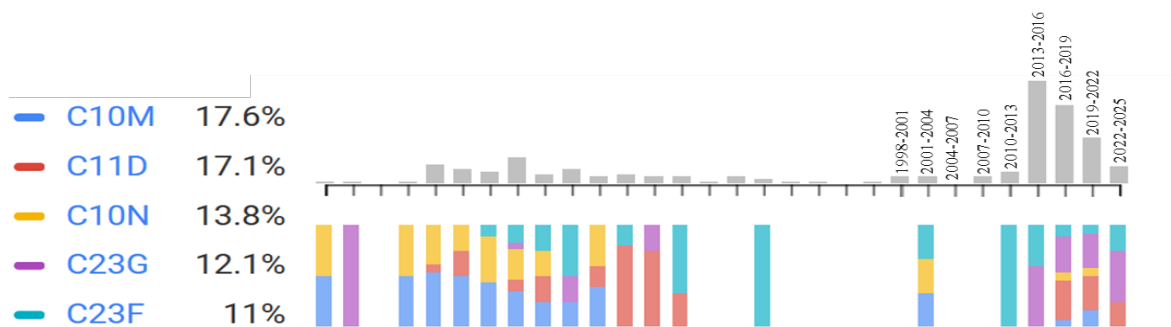
INSTITUIÇÃO	QUANT.	DEPOSITANTE	QUANT.
Avinashilingam Institute for Home Science and Higher Education for Women	2	EXXONMOBIL RES ENG CO	4
Universiti Putra Malaysia	2	KURITA WATER IND LTD	4
Covenant University	2	PROCTER GAMBLE CO	4
Dr. G.R. Damodaran College of Science	1	SCHEIBEL J J	4
Federal Rural University of Semi-Arid	1	ANHUI CHANGCHENG CONVEYING MACHINERY MFG	3
Dr. G.R. Damodaran College of Science	1	GREEN P R	3
Corrosion y Proteccion Ingenieria	1	HANVAL INC	3
CPI	1	NALCO CO	3
Lvliang University	1	RENEWABLE LUBRICANTS INC	3
Laureate International Universities	1	RHEIN CHEMIE RHEINAU GMBH	3
Cosmetic Ingredient Review	1	SHANGHAI YUSHIRO CHEM IND CO LTD	3

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

### 3.6 WIPO e Google Patents

As bases de dados Google Patents e World Intellectual Property Organization (WIPO) apresentaram resultados semelhantes aos das bases de dados anteriormente citadas. Para o grupo de palavras-chave IV, por meio da plataforma do Google Patents, observou-se que os depositantes são majoritariamente grandes companhias, como a Standard Oil Dev Co (5,5%) e Exxon Research Engineering Co. (3,3%), e outras companhias com percentual abaixo de 2%. Os resultados de buscas também permitem observar, como mostrado na Figura 11, em números absolutos, que os códigos C10M (Composições Lubrificantes), C10N (Subclasse indexada ao C10M) e C11D (Composições de Detergentes) possuem maior número de depósitos. Percebe-se, ainda, que C10M e C10N tiveram seu ápice entre os anos de 1940 e meados dos anos de 1960, e C11D foi majoritário nos anos de 1970, sendo substituído pelo código C23F (Remoção Não Mecânica de Materiais Metálicos das Superfícies) como prioritário no fim dos anos de 1970 até meados dos anos de 2010, quando C23G (Limpeza ou Desengorduramento de Materiais Metálicos por Outros Métodos Químicos que não a Eletrólise) e C11D começaram a tomar o espaço na última década.

**Figura 11** – Empresas depositantes de patentes do grupo de palavras IV



Fonte: Adaptada de Google Patents (2024)

Lima-Coelho *et al.* (2015) relataram que as pesquisas e as patentes na área de corrosão eram lideradas pela China e pelos EUA, tendo o Brasil pouca contribuição nessa área. Resultado semelhante foi relatado por Costa e Lima (2018), quando eles averiguaram os depósitos com a fibra do coco. Santos, Martinez e Juiz (2019) descobriram que a fibra do coco tem sido pesquisada para aprimorar produtos têxtil no paisagismo, na jardinagem e na produção de substratos agrícolas, indústria automotiva, etc. Já Silva, Borschiver e Rodrigues (2021) indicaram que a fibra estava sendo usada mais recentemente como desenvolvimento de colchões com fibra de coco em sua composição, como meio de cultivo e na constituição de mantas para proteção de solos e de corpos hidrográficos. Nessas últimas citadas, o Brasil continuou não tendo aumento nos depósitos na área. Morais *et al.* (2018) constataram que, na área de inibidores de corrosão, os materiais inorgânicos estavam em decadência e os orgânicos estavam em ascensão, como óleo de coco, quitosana, extratos fúngicos, embora não sejam ainda uma realidade no mercado.

## 4 Considerações Finais

Com base nos grupos de palavras-chave observados, foi possível identificar que não existe uma grande quantidade de estudos ou de produtos que foquem na reutilização dos subprodutos do coco relacionados à inibição de corrosão, mesmo existindo alguns resultados que utilizam seu óleo. Todavia não há patente que se utiliza de alguma forma de fibra. Os resultados apontam que o foco dos investigadores de óleo de coco com fim anticorrosivo é majoritariamente de empresas petrolíferas, existindo ainda empresas de foco em produtos cosméticos e saúde. Esses resultados indicam que esse ainda é um mercado emergente e pouco investigado, com grandes possibilidades de exploração ainda desconhecidas e que teve suas pesquisas reduzidas após a pandemia, mas ainda se mostra promissor.

## 5 Perspectivas Futuras

Com base nos resultados de publicações e de depósitos ao longo do tempo, as pesquisas envolvendo especificamente derivados da fibra do coco para inibição de corrosão já demonstravam redução mesmo antes do período da pandemia de Covid-19, indicando que, a menos



que novos fatores de incentivo sejam descobertos, elas permanecerão estagnadas. No entanto, isso não se aplica aos derivados de coco que não envolvem a fibra, os quais demonstravam crescimento, mas quase cessaram durante e após a pandemia. Esses fatores indicam que, depois um período de normalização das pesquisas na área de inibição, os estudos com derivados do coco para a corrosão tendem a retornar. O Brasil continua mostrando pouca participação nos depósitos com derivados de coco, mesmo sendo um dos maiores produtores, desse modo, é necessário que haja incentivos para que o país possa demonstrar maior interesse na área. No mundo, o coco continua sendo pesquisado principalmente na área de cosméticos e de subprodutos para paisagismo e agricultura, desse modo, são poucos os investimentos para a área de corrosão.

## Referências

- ALMEIDA, V. M. D. L. **Estudo da Influência do Número de Acidez Total e Teor de Enxofre Total nas Frações Destiladas no Processo de Corrosão em Aços do Tipo AISI 1020 e AISI 316**. 2014. 123f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química do Centro de Ciências Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2014.
- BO, Zhao. Inventor. Zhao Bo. Titular. Univ Zhongyuan Technology. **Patente CN109338591A**. 2018.
- COSTA, H. K. dos S.; LIMA, L. C. P. de. Fibra de Coco: estudo exploratório sobre registro de patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, Edição Especial, p. 387-398, abr.-jun. 2018.
- D'OLIVEIRA, M. C. P. E. *et al.* Estudos recentes sobre compósitos de carboidratos para inibição da corrosão: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 11, n. 9, p. e41811932021-e41811932021, 2022.
- DANTAS, M. C. N.; CARDOSO, S. P. Inibidor de corrosão de origem vegetal: revisão em artigos publicados no Brasil. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 14, 2022. ISSN: 1984-5693.
- DAVIS, J. R. **Corrosion: Understanding the Basics**. OH: Ed. ASM International, Materials Park, 2000.
- DOMÍNGUEZ, A. O. **Análise Comparativa de Inibidores de Corrosão na Água de Poro e no Concreto Armado para Aço Carbono CA-50**. 2016. 110p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2016.
- ESPACENET. **Acesso gratuito a mais de 150 milhões de documentos de patentes**. 2024. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/>. Acesso em: 15 maio 2024.
- FRAUCHES-SANTOS, C. *et al.* Corrosão e os Agentes Anticorrosivos. **Revista Virtual Química**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 293-309, 2014.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora LTC, 2012.
- GOOGLE PATENTS. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <https://patents.google.com/>. Acesso em: 15 maio 2024.
- GUOFENG, Wang. Inventor. Wang Guofeng; Yang Yasheng; Chen Ke. Titular. Jiangsu Huayou

Decoration Eng Co Ltd. **Patente CN108239338A**. 2018.

LIMA, J. F. *et al.* Inibidores de Corrosão Verdes e Glicerina: revisão e perspectivas futuras. **Revista Sociedade Científica**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 1528-1544, 2024.

LIMA-COELHO, S. F. *et al.* Inibidores de Corrosão do Concreto: estudo prospectivo. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 3, p. 495-501, jul.-set. 2015.

MACEDO, Ruza Gabriela Medeiros de Araujo *et al.* Inventor. Ruza Gabriela Medeiros de Araujo Macedo; Josealdo Tonholo; Adriana Santos Ribeiro; Maria Aparecida Medeiros Maciel; Tereza Neuma de Castro Dantas; Cátia Guaraciara Fernandes Teixeira Rossi. Titular. Universidade Federal de Alagoas. **Patente BR1020120245914A2**. 2012.

MACIEL, Maria Aparecida Medeiros *et al.* Inventor. Maria Aparecida Medeiros Maciel; Cássia Carvalho de Almeida; Cátia Guaraciara Fernandes Teixeira Rossi; Dulce Maria de Araújo Melo; Carlos Alberto Martinez-Huitle. Titular. Maria Aparecida Medeiros Maciel. **Patente BR102016001609A2**. 2016.

MELLO, L. S. **Estudo de Corrosão Localizada dos Aços Inoxidáveis em Sistemas de Resfriamento Industrial**. 2011. 70p. Projeto de TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Metalúrgica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

MORAIS, W. R. *et al.* Mapeamentoógiçóificóçõesão. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n. 5, Ed. Esp. VIII ProspeCT&I, p. 1.579-1.595, dezembro, 2018.

PEDROZA-PERINÁN, D. E. *et al.* Evaluation of Theobroma Cacao Pod Husk Extracts as Corrosion Inhibitor for Carbon Steel. **Journal Ciencia, Tecnología y Futuro**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 147-156, 2016.

ROSSI, C. G. F. T. *et al.* Estudo Comparativo da Eficiência da Difenilcarbazida e do Óleo de Coco Saponificado Microemulsionados na Inibição da Corrosão de Aço Carbono. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 5, p. 1.128-1.132, 2007.

SABELKIN, V. *et al.* Investigation Into Crack Initiation from Corrosion Pit in 7075-T6 Under Ambient Laboratory and Saltwater Environments. **Engineering Fracture Mechanics**, [s.l.], v. 134, p. 111-123, 2015.

SANTOS, D. E. dos; MARTINEZ, F. C. C.; JUIZ, P. J. L. A Fibra de Coco como Matéria-Prima para o Desenvolvimento de Produtos: uma prospecção tecnológica em bancos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 153-164, março, 2019.

SEAPA-MG – SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Coco**. Belo Horizonte, MG: Seapa-MG, 2017.

SILVA, A. L. R. da; BORSCHIVER, S.; RODRIGUES, R. C. A Patente como Ferramenta de Construção de Estratégia Tecnológica: um estudo aplicado ao aproveitamento da fibra de coco. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 2, p. 460-474, junho, 2021.

TORRES, V. V. *et al.* Ação Inibidora de Extratos da Semente do Mamão papaia na Corrosão do Aço-Carbono 1020 em Hcl 1 Mol L-1. **Química Nova**, [s.l.], v. 39, n. 4, p. 423-430, 2016.

VIEIRA, D. V. *et al.* Estudo de inibidores de corrosão em concreto armado. **Revista Matéria**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 431-444, 2010.

## Sobre os Autores

### **Ana Lais de Araujo Costa**

*E-mail:* analaisdearaujo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5346-0054>

Mestre em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas em 2015.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Câmpus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.

### **Gleidson Pereira de Oliveira e Silva**

*E-mail:* gledisonpos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7866-3459>

Mestre em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas em 2021.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Câmpus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.

### **Josealdo Tonholo**

*E-mail:* tonholo@qui.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4015-9564>

Doutor em Físico-Química pela Universidade de São Paulo em 1997.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Câmpus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.

### **Fabiane Caxico de Abreu Galdino**

*E-mail:* fca@qui.ufal.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9723-414X>

Doutora em Química pela Universidade Federal de Pernambuco em 2001.

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Câmpus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió, AL. CEP: 57072-970.