

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

YURI HEMERLY POYARES CAFÉ

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE REVESTIMENTOS ENVOLVENDO O
PROCESSO SOL-GEL COM POTENCIAL ATIVIDADE ANTICORROSIVA PARA
SUPERFÍCIES METÁLICAS**

Rio de Janeiro

2020

Yuri Hemerly Poyares Café

Prospecção tecnológica de revestimentos envolvendo o processo sol-gel com potencial atividade anticorrosiva para superfícies metálicas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, do Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Luciene Ferreira Gaspar Amaral

Coorientadora: Dra. Ana Claudia Dias de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, eu agradeço a Deus. Ele me ajudou a superar diversos desafios pelos quais passei ao longo destes últimos anos, e colocou pessoas que foram importantes para o meu crescimento e que, direta ou indiretamente, me motivaram a chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais – Homero e Shirlei – pelo amor, carinho, compreensão, reflexões e incentivo ao longo de toda esta jornada, desde a minha decisão em migrar para a área de Propriedade Intelectual até este exato momento. Sem Deus (primeiramente) e sem eles, eu não estaria aqui.

Agradeço aos meus amigos Rayne, Claudia, Felipe, Vlad, Adriana, Maria Clara, Aline, André, Caio e Angela pelo incentivo, risadas, momentos em que emprestaram seus ouvidos para escutar meus desabafos, e pelo apoio ao longo destes anos. Sem vocês, esse período teria sido bem mais difícil.

Às minhas orientadoras Luciene e Ana Claudia, agradeço a paciência (tenho consciência de que exige isto bastante de vocês), gentileza e pelos eventuais “puxões de orelha”. Admiro a competência de ambas e espero me tornar como vocês, ao longo da minha trajetória profissional.

Agradeço a todo o corpo docente e administrativo da Academia de Pós-Graduação do INPI pelas aulas que tive ao longo do Mestrado. Tive a oportunidade de aprender com profissionais muito competentes na área de Propriedade Intelectual e que sempre me trataram muito bem quando recorri para tirar alguma dúvida. Todos se tornaram referências para mim.

Por fim, não posso deixar de agradecer aos escritórios Magellan IP e Murta Goyanes Advogados. À Magellan, agradeço a oportunidade do primeiro emprego, mesmo tendo iniciado o Mestrado em PI meses antes e pela compreensão em aceitar meus remanejamentos de horário de trabalho devido às aulas e os ensinamentos que obtive durante minha passagem. Agradeço também ao escritório Murta Goyanes pela compreensão, pelo incentivo em me aprimorar sempre para me tornar um profissional melhor, e pela convivência diária com pessoas competentes e que também se tornaram referências para mim.

RESUMO

CAFÉ, Yuri Hemerly Poyares. **Prospecção Tecnológica de Revestimentos Envolvendo o Processo Sol-gel com Potencial Atividade Anticorrosiva para Superfícies Metálicas**, 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2020.

Corrosão é um processo físico-químico passível de ocorrer em metais e cujos efeitos podem transpassar à mudança de características do material e causar despesas financeiras. Dentre as diferentes técnicas de combate à corrosão, há o uso de tintas, que exigem o tratamento prévio da superfície à qual será aplicada. Para isso, utiliza-se a fosfatização, que consiste em um pré-tratamento capaz de aumentar a aderência ao revestimento, mas que envolve o uso de cromo hexavalente em seu processo, sendo prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. O processo sol-gel surge, neste contexto, como uma alternativa ambientalmente amigável ao uso da fosfatização. Desta forma, o objetivo deste trabalho é compreender o cenário de revestimentos anticorrosivos envolvendo o processo sol-gel em escala mundial e em escala nacional. Por meio de combinações de palavras-chave, foram realizadas buscas nas bases de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO) e do INPI, cujos documentos obtidos foram selecionados considerando o uso (ou não) do processo sol-gel para a produção do revestimento. Os resultados mostram que aproximadamente 45% dos pedidos depositados são de origem chinesa. Coréia do Sul e EUA ocupam os segundo e terceiro lugares neste ranking (cerca de 12%, cada um). Apesar disto, os depositantes chineses identificados apresentaram poucos depósitos, individualmente. Foi possível identificar 9 centros de pesquisa e desenvolvimento/universidades depositantes de patentes nesta área, o que mostra o uso do sistema de patentes com uma expectativa para futuros licenciamentos das tecnologias patenteadas. Por fim, foram identificados apenas 8 pedidos de patentes depositados no Brasil, indicando uma grande oportunidade para exploração do setor e a possibilidade de realização de parcerias para o desenvolvimento e/ou aprimoramento de tais tecnologias.

ABSTRACT

CAFÉ, Yuri Hemerly Poyares. **Technological prospecting of sol-gel-involving and potential anticorrosive coatings for metallic surfaces**, 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Inovação) – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2020.

Corrosion is a physical-chemical process amenable to occur on metals, whose effects may surpass the change of the material features, as well as causing financial costs. Among different combat techniques against corrosion, there is painting, which requires the previous treatment of surface to be protected. To this end, phosphating is applied as a pre-treatment capable of improving adherence of metal to the paint layer, but which involves the use of hexavalent chrome, harmful for humans and the environment. In this context, the sol-gel process highlights as an ecofriendly alternative to phosphating. Based on the aforesaid, this study aims to comprehend the scenario of anticorrosive coatings involving the sol-gel process both on the global and Brazilian scales. Searches at European Patent Office (EPO) and BPTO databases were executed by combining keywords, and its results were analyzed considering the use (or not) of sol-gel process for the manufacture of coatings. Results indicate that around 45% of filed applications are Chinese. South Korea and USA are ranked at second and third places (approximately 12% each). Despite this, Chinese applicants identified during the searches have individually few filings. Nine R&D centers/universities were identified as patent applicants in this field, indicating the use of patent system with an expectation for future licensing of protected technologies. Lastly, only 8 patent applications filed in Brazil were identified, which shows a great opportunity for exploring the field and implementing partnerships in order to develop and/or improve such technologies.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes da tinta e suas funções.	18
Tabela 2 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continua).	18
Tabela 3 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continuação).	19
Tabela 4 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continuação).	20
Tabela 5 - Relação dos graus de corrosão de uma superfície de aço conforme norma ISO 8501-1.	23
Tabela 6 - Classificações de preparo de superfícies de aço segundo a norma ISO 8501-1 (continua).	23
Tabela 7 - Classificações de preparo de superfícies de aço segundo a norma ISO 8501-1 (continuação).	24
Tabela 8 - Tabela comparativa entre os processos de fosfatização e sol-gel (continua).	30
Tabela 9 - Tabela comparativa entre os processos de fosfatização e sol-gel (continuação).	31
Tabela 10 - Palavras-chave em inglês utilizadas para a realização de buscas em bases de dados (continua).	49
Tabela 11 - Palavras-chave utilizadas para a realização de buscas em bases de dados (continuação).	50
Tabela 12 - Combinações de palavras-chave e operadores booleanos utilizados nas buscas.	50
Tabela 13 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continua).	56
Tabela 14 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continuação).	57
Tabela 15 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continuação).	58
Tabela 16 - Número de pedidos identificados nas buscas que apresentam pedidos brasileiros em suas famílias.	67

Tabela 17 - Portfólio de documentos de patente da The Boeing Company identificados ao longo das buscas no <i>Espacenet</i> (continua).....	68
Tabela 18 - Portfólio de documentos de patente da The Boeing Company identificados ao longo das buscas no Espacenet (continuação).	69
Tabela 19 - Portfólio de documentos de patente da Tata Steel identificados nas buscas realizadas na base de dados <i>Espacenet</i> (continua).	69
Tabela 20 - Portfólio de documentos de patente da Tata Steel identificados nas buscas realizadas na base de dados Espacenet (continuação).....	70
Tabela 21 - Relação dos documentos de patente obtidos através da base de dados do INPI (continua).	73
Tabela 22 - Relação dos documentos de patente obtidos através da base de dados do INPI (continuação).....	74
Tabela 23 - Portfólio de documentos de patente da <i>Henkel AG & Co. KGAA</i> identificados ao longo das buscas na base de dados do INPI (continua).	77
Tabela 24 - Portfólio de documentos de patente da <i>Henkel AG & Co. KGAA</i> identificados ao longo das buscas na base de dados do INPI (continuação).....	78
Tabela 25 - Andamento processual dos documentos de patente obtidos na base de dados do INPI.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Acompanhamento do número de publicações científicas contendo o termo “sol-gel” no período 1997-2020. (Elaboração própria)	11
Gráfico 2 - Distribuição de documentos por país/região de depósito.	53
Gráfico 3 - Número de depósitos de pedidos de patente identificados na busca realizada na base de dados do Espacenet ao longo dos anos.	54
Gráfico 4 - Principais depositantes identificados nas buscas feitas através do Espacenet.	68
Gráfico 5 - Distribuição dos depositantes identificados nas buscas pelo Espacenet, conforme seus países de origem.	71
Gráfico 6 - Número de depósitos de pedidos de patente brasileiros ao longo dos anos.	72
Gráfico 7 - Principais depositantes identificados nas buscas feitas na base de dados do INPI.	76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVOS	14
Objetivo geral	14
Objetivos específicos	14
JUSTIFICATIVA	15
1 CORROSÃO E TINTAS.....	16
1.1 BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A CORROSÃO.....	16
1.2 DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DE TINTAS	17
1.2.1 Considerações sobre o panorama do mercado de tintas.....	21
1.3 ADESÃO DE REVESTIMENTOS ORGÂNICOS EM SUPERFÍCIES METÁLICAS E PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE	21
1.4 FOSFATIZAÇÃO.....	25
1.5 PROCESSO SOL-GEL	27
2 PROPRIEDADE INTELECTUAL E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA UTILIZANDO O SISTEMA DE PATENTES.....	32
2.1 PROPRIEDADE INTELECTUAL.....	32
2.1.1 A propriedade intelectual enquanto fonte de informação	34
2.2 PROPRIEDADE INDUSTRIAL.....	34
2.2.1 Sistema de patentes	35
2.2.1.1 Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial (<i>Paris Convention for the Protection of Industrial Property</i> - CUP).....	35
2.2.1.2 Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (ADPIC ou TRIPS – <i>Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights</i>)	36
2.2.1.3 Origem do sistema de patentes	37
2.2.1.4 O desenvolvimento do sistema de patentes no Brasil.....	38
2.2.1.5 Estrutura do pedido de patente.....	40

2.2.1.6	Tipos de patente e requisitos de patenteabilidade.....	41
2.3	INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA.....	43
2.3.1	Classificação Internacional de Patentes	45
2.4	PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA.....	47
3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	49
3.1	CRITÉRIOS DE BUSCA	49
3.2	SELEÇÃO DOS RESULTADOS	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1	RESULTADOS OBTIDOS DA BUSCA NA BASE DE DADOS <i>ESPACENET</i> 52	
4.1.1	Distribuição de documentos por país depositante	52
4.1.2	Distribuição de documentos por ano de depósito	54
4.1.3	Análise da existência de pedidos brasileiros nas famílias	66
4.1.4	Principais depositantes e natureza das instituições.....	67
4.2	RESULTADOS OBTIDOS NA BUSCA REALIZADA NA BASE DE DADOS DO INPI.....	72
4.2.1	Distribuição de documentos por ano de depósito	72
4.2.2	Principais depositantes e natureza das instituições.....	76
5	CONCLUSÕES.....	82
6	REFERÊNCIAS	84
	ANEXO A – imagens representativas dos graus de corrosão de superfície de aço, estabelecidos pela norma ISO 8501-1:2007	91
	ANEXO B - Imagens representativas das classificações de tratamento de superfície de aço, estabelecidas pela norma ISO 8501-1:2007.....	93

INTRODUÇÃO

A importância dos metais para o dia a dia da sociedade atual é notória. Estes materiais estão intensamente presentes em diversos contextos, tanto sob a forma de objetos simples quanto na construção de estruturas de maior importância. Todavia, juntamente com as vantagens advindas de seu uso, há também a desvantagem de se lidar com um fenômeno físico-químico de degradação denominado corrosão.

Em linhas gerais, o processo de corrosão consiste na degradação do material causada pela ação química ou eletroquímica do meio ao qual sua superfície se encontra exposta – podendo ainda haver a contribuição de possíveis esforços mecânicos a este processo (GENTIL, 2014). Trata-se de um fenômeno prejudicial não somente à integridade do material, mas também à economia. Como exemplo, há estimativas de que o custo da corrosão na China seja maior do que US\$ 310 bilhões/ano – representando 3,3% do Produto Interno Bruto (PIB) chinês. Se o mesmo percentual for considerado a nível global, o custo da corrosão em todo o planeta se aproximaria de US\$ 2,5 trilhões/ano. Todavia, este montante pode ser reduzido: considera-se que 20% a 25% do custo anual diminuiria caso medidas adequadas de proteção anticorrosiva fossem adotadas (ZHANG *et al*, 2018; HAYS, 2016).

Ao longo dos anos, diversas formas de combate à corrosão foram estudadas e desenvolvidas. Dentre elas, está a proteção por revestimentos (ZHOU *et al*, 2015). Neste grupo, a proteção por revestimentos orgânicos (tintas) se destaca devido a várias razões, como a facilidade de execução e o seu custo-benefício (GENTIL, 2014).

Diversos aspectos devem ser considerados a fim de garantir o bom desempenho dos revestimentos orgânicos, como a correta aplicação destes sobre a superfície; a adequação das características técnicas das tintas às condições ambientais às quais suas películas ficarão expostas; e o preparo da superfície metálica antes da pintura, o que envolve tanto a remoção de elementos indesejados (identificados como “contaminantes”) quanto a criação de condições propícias para a aderência da camada de tinta ao metal (GENTIL, 2014). Neste contexto, o pré-tratamento de fosfatização é uma das maneiras utilizadas para conferir à superfície metálica o perfil de rugosidade necessário

para permitir a aderência com o revestimento (GENTIL, 2014). Entretanto, devido às camadas de fosfato serem porosas, é necessária a selagem da camada produzida (LIN *et al*, 2008). Identificada por GENTIL (2014) como passivação, a etapa de selagem envolve o uso de íons Cr^{3+} e Cr^{6+} , assim como misturas de ácido crômico e ácido fosfórico (LIN *et al*, 2008; GENTIL, 2014).

Considerando os malefícios que o Cr^{6+} produz à saúde e ao meio ambiente, o processo sol-gel tem sido alvo de estudos por gerar revestimentos capazes de serem utilizados como camadas de pré-tratamento, substituindo, assim, os processos baseados no uso de cromo (CARBONELL *et al*, 2016).

Dentre suas vantagens, o processo sol-gel apresenta grande versatilidade, podendo ser empregado em diversas áreas, e esta abertura a novas possibilidades tem despertado o interesse de pesquisadores ao longo dos anos. Neste contexto, com a finalidade de avaliar brevemente a evolução do interesse da comunidade científica por este tema, foi realizada uma busca simples pelo termo “sol-gel” na base de dados *Science Direct*¹, que evidenciou um interesse considerável na tecnologia nos últimos anos.

O Gráfico 1 mostra claramente um aumento significativo da quantidade de artigos envolvendo o tema.

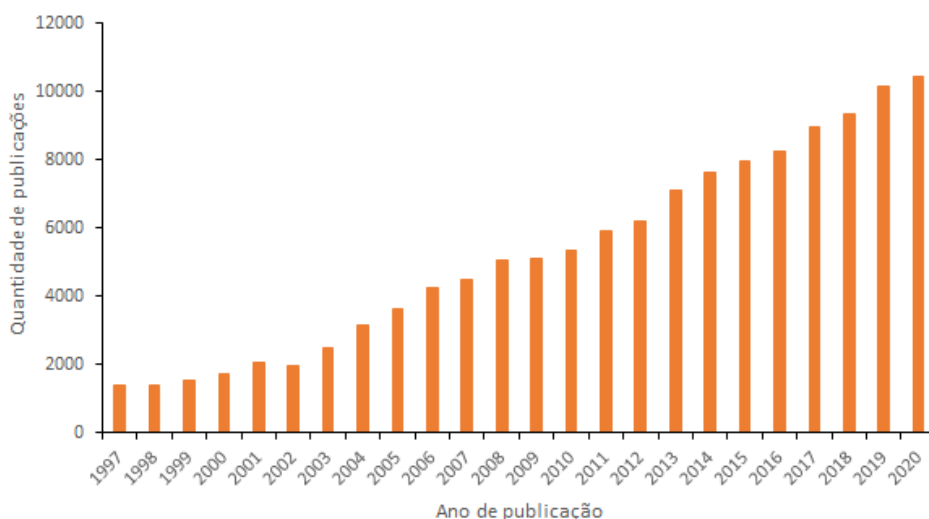


Gráfico 1 - Acompanhamento do número de publicações científicas contendo o termo “sol-gel” no período 1997-2020. (Elaboração própria)²

¹ <https://www.sciencedirect.com/>. Acessado em 28 de agosto de 2020.

² Foi realizada uma busca através da palavra-chave “sol-gel” na base de dados do Science Direct, que retornou 133.875 publicações, dentre artigos científicos, capítulos de livros, resumos de congressos, e outros.

Dentre os materiais capazes de serem sintetizados pelo processo sol-gel, há aqueles formados através de reações entre precursores inorgânicos e orgânicos. Revestimentos com esta natureza híbrida e sinterizados em baixas temperaturas apresentam maior dureza e maior espessura em relação a revestimentos de conversão química tradicionais (ROSETO-NAVARRO *et al*, 2010), além de não agredirem o meio ambiente e serem compatíveis com revestimentos orgânicos. Ainda, é possível inserir em sua composição diversos monômeros orgânicos para melhorar a flexibilidade do sistema (ROSETO-NAVARRO *et al*, 2010).

Devido à sua característica *ecofriendly*, ao baixo custo quando comparado a outras técnicas, à possibilidade de ser realizado sob temperatura ambiente (ZHOU, 2015), assim como à grande variedade de aplicações, novas tecnologias fundamentadas no processo sol-gel poderiam ser geradas, a partir do conhecimento científico que tem sido reunido e, eventualmente, tais criações chegariam ao mercado consumidor. Percebe-se, com isso, uma mudança de cenário: de um ambiente puramente laboratorial a um contexto no qual alguns temas de origem “não-científica” ganham destaque, como a proteção dos direitos pertencentes aos proprietários da invenção.

As patentes (que serão discutidas adiante) são utilizadas a fim de proteger inovações de natureza tecnológica como processos de produção, formulações químicas e melhorias técnico-funcionais em objetos já existentes, desde que assegurado o respeito aos requisitos de novidade, atividade inventiva (ou ato inventivo) e aplicabilidade industrial (FERREIRA *et al*, 2009). Tais documentos podem ser utilizados para estimular o desenvolvimento tecnológico e a pesquisa científica, propagar o conhecimento de ordem prática, criar novos mercados e ainda saciar necessidades de um mercado consumidor (FERREIRA *et al*, 2009).

No contexto de estímulo ao desenvolvimento e propagação de conhecimento, as patentes podem ser consideradas fontes de Informação Tecnológica, visto que o conteúdo de tais documentos auxilia na elaboração de linhas de pesquisa, no monitoramento de concorrentes, e também possibilita o reconhecimento de tendências em um determinado setor tecnológico (NUNES, 2010).

Considerando a relevância que o processo sol-gel tem adquirido e sua versatilidade em produzir materiais com características diferentes e voltados aos mais variados campos de aplicação, o presente trabalho possui como objetivo geral compreender melhor a estrutura do mercado de revestimentos híbridos produzidos via sol-gel e com possível atividade anticorrosiva por meio de documentos de patente, visto que a literatura atual carece deste tipo de material. Especificamente, foi realizado um levantamento por meio de pedidos de patente e patentes concedidas; em seguida, diversos aspectos necessários para a compreensão do cenário global são analisados, como a distribuição de depósitos ao longo dos anos e os principais depositantes. Por fim, busca-se comparar o cenário global com o panorama brasileiro, verificando se o Brasil tem sido visto como um mercado relevante para o setor.

No primeiro capítulo, é apresentado um levantamento dos conceitos principais relacionados ao processo sol-gel e seu uso como substituinte da fosfatização. Em seguida, o segundo capítulo apresenta conceitos relevantes sobre Propriedade Intelectual, Propriedade Industrial e Prospecção Tecnológica, a fim de fornecer o entendimento básico suficiente para a compreensão do trabalho.

O terceiro capítulo consiste na descrição da metodologia utilizada para a realização das buscas nas bases de dados, assim como o raciocínio seguido para o refino dos resultados. Por sua vez, o quarto capítulo apresenta análise dos dados obtidos e as considerações elaboradas.

Por fim, o quinto capítulo conclui o estudo, apontando as principais informações obtidas através das buscas e apresentando o cenário global demonstrado pelas análises dos resultados.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Compreender o cenário atual referente à tecnologia descrita nos documentos de patente cujos objetos se refiram a revestimentos anticorrosivos e, a produção envolva direta ou indiretamente o uso de precursores orgânico-inorgânicos e o processo sol-gel.

Objetivos específicos

- Realizar buscas nas bases de dados do Escritório Europeu de Patentes (*European Patent Office* - EPO) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a fim de obter informações sobre os documentos de patentes cujos objetos de proteção sejam revestimentos, descrevam a utilização do processo sol-gel em pelo menos uma de suas etapas, e que demonstrem propriedades anticorrosivas.
- Verificar aspectos relevantes para a compreensão do cenário global deste setor, como oportunidades de mercado, principais países depositantes e visão estratégica de proteção de algumas empresas.
- Comparar as informações obtidas a nível mundial com o cenário brasileiro atual representado por documentos depositados no país.

JUSTIFICATIVA

Este trabalho busca fornecer uma compreensão geral a respeito do cenário da tecnologia de revestimentos com propriedades anticorrosivas associados ao processo sol-gel por meio dos documentos de patente, que são fontes de conhecimento nas quais as tecnologias se encontram em um estado de maior amadurecimento em comparação a artigos científicos, sob o ponto de vista de desenvolvimento para alcançar o mercado consumidor.

Por meio deste estudo, será possível verificar se, ao redor do mundo, há muitos países se dedicando ao tema; quais das empresas/instituições de pesquisa têm se destacado; e ainda a distribuição dos depósitos de pedidos ao longo dos anos, tanto no cenário global quanto nacional.

A respeito do panorama no Brasil, será ainda possível compreender qual o estágio dos pedidos de patente, em termos de andamento processual, permitindo verificar se há, no território brasileiro, tecnologias já protegidas por patentes que compreendam revestimentos anticorrosivos que apresentem o processo sol-gel em uma de suas etapas de preparo.

1 CORROSÃO E TINTAS

1.1 BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A CORROSÃO

A corrosão é definida como um fenômeno físico-químico de degradação, conforme já mencionado. JONES (1996), por sua vez, complementa que o fenômeno de corrosão é responsável por transformar o metal em um composto químico semelhante (ou até mesmo idêntico) àquele que o originou, sendo assim apelidado de *extractive metarllurgy in reverse* (“metalurgia extrativa inversa”, em tradução livre).

O fenômeno da corrosão ocorre em função de três parâmetros, que sempre devem ser considerados (GENTIL, 2014):

- **Material metálico** – a este quesito, pode-se correlacionar aspectos como a sua composição química, o tratamento térmico ao qual foi submetido, o estado de sua superfície, dentre outros;
- **Meio corrosivo** – aspectos como a presença de contaminantes, temperatura, pH, concentração de O_2 e a própria composição química do meio devem ser considerados;
- **Condições operacionais** – neste item, deve-se observar se o material é submetido a operações contínuas ou não, que tipo de movimento é realizado em relação ao meio, se há imersão parcial ou total do material, dentre outros aspectos.

A corrosão pode ser classificada, segundo o meio corrosivo e o material em consideração, em dois tipos de mecanismos (GENTIL, 2014):

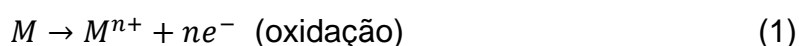
- **Mecanismo eletroquímico** – caracterizado pela ocorrência de reações químicas onde há transferência de cargas ou elétrons por meio de uma interface ou eletrólito;
- **Mecanismo químico** – caracterizado por reações químicas que ocorrem diretamente entre o material em questão e o meio corrosivo, não ocorrendo transferência de elétrons.

MECANISMO ELETROQUÍMICO

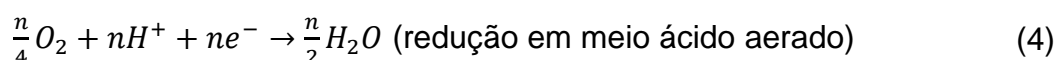
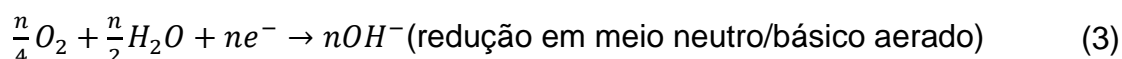
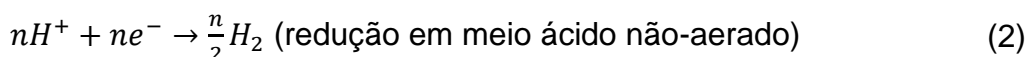
Neste mecanismo, o deslocamento de elétrons ocorre a partir de uma localidade denominada de “região anódica” até outro local, identificado como “região catódica”, formando assim uma pilha de corrosão (GENTIL, 2014).

As Reações 1 a 4 representam as reações químicas que acontecem em um meio reacional no qual ocorrem processos de corrosão:

Região anódica:



Região catódica:



1.2 DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO DE TINTAS

A fim de se evitar (ou retardar) o processo corrosivo, uma estratégia bastante utilizada é a aplicação de tintas, conforme também mencionado anteriormente. Uma tinta pode ser definida como uma composição química constituída por pigmentos em uma solução ou emulsão com um ou mais polímeros que, após aplicação em uma superfície, transforma-se em um filme aderente para fins estéticos ou de proteção (ABRAFATI, 2020). Esta mistura apresenta enorme versatilidade, podendo ser empregada nos mais diversos ramos industriais, como a indústria alimentícia, automobilística, aeroespacial, naval, na construção civil e no ramo de prevenção de acidentes (GENTIL, 2014; ANGHINETTI, 2018).

Segundo Zhang e colaboradores (2018), os revestimentos orgânicos protetores são, em linhas gerais, compósitos poliméricos de alta complexidade e heterogeneidade quanto à composição química e às propriedades de superfície/interfaciais. Entretanto, é possível simplificar esta percepção a

respeito das tintas. Em linhas gerais, uma tinta é produzida a partir da mistura de quatro componentes (GENTIL, 2014), descritos na Tabela 1:

Tabela 1 - Componentes da tinta e suas funções.

Componente	Função
Resina (ou veículo fixo, ou ainda, veículo não volátil)	Aglutinação dos pigmentos e formação da película de tinta.
Solvente (ou veículo volátil)	Contribui no processo de fabricação de tintas, solubilização da resina, controle da viscosidade e na aplicação em uma superfície.
Aditivos	Conferem às tintas (ou às suas películas) qualidades que inicialmente não existiriam. São utilizados em pequenas concentrações.
Pigmentos	Melhora de características da película ou ainda proteção anticorrosiva, cor, dentre outras características.

Adaptado de: GENTIL (2014).

Na Tabela 1, consta que a resina tem a atribuição de formar a película de tinta. Logo, as propriedades que a película apresentará, tais como resistência à radiação solar, dependem da natureza química da resina utilizada (GENTIL, 2014). Entretanto, além de sua composição química, o tempo de secagem e de formação da película devem ser observados a fim de que a película atenda às expectativas iniciais.

Neste contexto, deve-se ter em mente que secagem se refere à evaporação de solventes e, em muitos casos, este processo não corresponde à efetiva formação da película, denominada cura da tinta, a qual pode ocorrer por meio de diversos mecanismos (GENTIL, 2014). Nas Tabelas 2 a 4, serão mencionados os principais tipos de resinas conforme o mecanismo de cura da película de tinta (GENTIL, 2014):

Tabela 2 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continua).

Mecanismo de formação de película	Tipo de resina	Observações
Evaporação de solventes	vinílica	Elevada resistência a ácidos, bases e sais; baixa resistência à temperatura.
	acrílica	Elevada versatilidade; pode ser combinada com outros tipos de resina; resistente à radiação UV.

Tabela 3 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continuação).

Mecanismo de formação de película	Tipo de resina	Observações
Evaporação de solventes	borracha clorada	Resistente a substâncias químicas e umidade, e não são inflamáveis (em ausência de solvente); decomposição sob radiação UV e altas temperaturas.
	betume, asfalto e alcatrão de hulha	Alcatrão de hulha, quando misturado à epóxi, resulta em coal-tar epóxi, o qual apresenta alta resistência à umidade e boa resistência química. Todavia, é altamente tóxico. Logo, vem caindo em desuso.
	Nitrocelulose	Apresenta secagem rápida (uso em pinturas automotivas).
Oxidação	óleos vegetais	Boa proteção ao aço em ambientes não muito agressivos.
	alquídica modificada com óleos vegetais	Mais resistentes a substâncias químicas que as tintas a óleo; bom desempenho em diversos tipos de ambiente; fácil aplicação e custo menor.
	fenólica modificada com óleos vegetais	Maior resistência a substâncias químicas, temperatura e umidade que as alquídicas.
Polimerização por à condensação temperatura ambiente	epóxi (ou epoxídica)	Muito utilizadas em revestimentos anticorrosivos. Boa aderência a superfícies, resistência a substâncias químicas, à abrasão. Pouco resistentes à radiação UV.
	poliuretânica	Excelente desempenho em ambientes de alta agressividade. Dependendo da presença (ou não) de anéis aromáticos, podem ser mais ou menos resistentes à radiação UV.
	poliaspártica	Relativamente novas no mercado de tintas. Apresentam secagem/cura muito rápidas, e altas espessuras por demão.
	polissiloxano	Alta resistência à radiação UV; altas espessuras por demão.
Polimerização térmica	silicone	Resistentes a altas temperaturas.
	amínica	Alta dureza de película, resistência à abrasão.
	tintas em pó	Elevada dureza e resistência à abrasão; alta impermeabilidade.

Tabela 4 - Tipos de resinas segundo o mecanismo de formação de película (continuação).

Mecanismo de formação de película	Tipo de resina	Observações
Hidrólise	silicato de etila	Estas tintas apresentam pó de zinco na formulação. Oferecem alta proteção a superfícies ferrosas expostas a ambientes agressivos; são resistentes a altas temperaturas.
Coalescência	poli(acetato de vinila)	Utilizadas na construção civil.
	acrílica em emulsão	Combinadas com tintas acrílicas à base d'água, apresentaram alto desempenho em ambientes de agressividade leve/moderada.
Solvente como fator de formação de película	poliéster	-
Reação entre o substrato e a resina	silicatos inorgânicos alcalinos	Alta aderência tinta-substrato; boa resistência a altas temperaturas.

Elaboração própria. Adaptado de: GENTIL (2014).

As tintas são capazes de proporcionar até três tipos de proteção:

- Proteção por barreira – existente em praticamente todas as tintas cujas resinas apresentem impermeabilidade razoável. Seu desempenho depende da espessura da película de tinta e do tipo de resina utilizada. Além disso, os filmes também devem ser impermeáveis à água, oxigênio e íons agressivos ao metal (DOS SANTOS, 2018).
- Passivação anódica – neste mecanismo, a tinta apresenta pigmentos que, ao reagir com o substrato, proporcionam filmes finos que passivam a superfície metálica, o que dificulta a corrosão. Geralmente são usadas como tintas de fundo, pois atuam de forma satisfatória se seus pigmentos estiverem próximos ao substrato (DOS SANTOS, 2018).
- Proteção catódica – Este tipo de proteção se manifesta quando o metal que se deseja proteger é ligado a um metal com maior potencial de oxidação (GENTIL, 2014), o qual se oxida no lugar do primeiro. Como a proteção catódica é normalmente empregada para proteger superfícies

de aço, em geral utiliza-se tintas ricas em zinco para o revestimento de tais superfícies (GENTIL, 2014).

1.2.1 Considerações sobre o panorama do mercado de tintas

O Brasil é um dos cinco maiores mercados de tintas em todo o mundo. Estes produtos apresentam quatro classificações, a saber: tintas imobiliárias que representam aproximadamente 83% do volume de material produzido no Brasil, tintas automotivas (2.5% volume), tintas para repintura automotiva (aproximadamente 4%) e tintas para indústria em geral (cerca de 11%) (ABRAFATI, 2019). Estima-se que, em 2018, o setor de tintas, esmaltes e vernizes empregou cerca de 17.600 pessoas no Brasil (ABIQUIM, 2018).

Somente em 2018, as exportações de tintas, esmaltes e vernizes atingiu US\$ 136,88 milhões, enquanto as importações alcançaram US\$ 146,63 milhões (ABIQUIM, 2018). Tal diferença resultou em um déficit de US\$ 9,75 milhões na balança comercial brasileira – déficit maior que o observado no ano anterior, de US\$ 2,53 milhões (ABIQUIM, 2018).

No Brasil, são fabricados todos os tipos de tintas mencionados; e o setor é constituído por empresas de pequeno, médio e grande portes. Porém, apesar da diversidade em produtos e em *players* competidores de mercado, somente as 10 maiores empresas do ramo correspondem 75% do total das vendas (ABRAFATI, 2019).

1.3 ADESÃO DE REVESTIMENTOS ORGÂNICOS EM SUPERFÍCIES METÁLICAS E PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE

Para que uma tinta desempenhe uma função de proteção ou até mesmo, simplesmente estética em uma estrutura qualquer, características como a aderência entre a película e a superfície devem ser observadas.

A adesão (ou aderência) é o parâmetro mais relevante ao se analisar o desempenho de um revestimento orgânico contra a corrosão. Isto se justifica pois, se a adesão não for suficientemente intensa, a proteção proporcionada ao metal é insuficiente, deixando-o mais vulnerável à ocorrência de processos corrosivos (CAFÉ, 2016).

Existem três mecanismos de aderência relacionados à interação película-substrato metálico (CAFÉ, 2016):

- Aderência química – há a formação de ligações químicas entre a película e a superfície do metal;
- Aderência polar – grupos polares existentes na película se atraem a grupos polares do metal;
- Aderência mecânica – se baseia na rugosidade existente na superfície metálica.

A preparação de superfície, juntamente com a etapa de limpeza, é muito importante a fim de que um revestimento apresente a performance desejada (GENTIL, 2014). Basicamente, consiste na remoção de óxidos, pinturas antigas, óleos, graxas, sujeiras e contaminantes salinos, os quais têm potencial para provocar falhas prematuras na pintura através de processos corrosivos e perda de aderência entre o revestimento e a superfície metálica (CAFÉ, 2016).

Dentro do contexto de preparação de superfície, há os métodos de limpeza mecânica. Uma característica interessante deste grupo é que, além de proporcionarem limpeza à superfície metálica, também geram um novo perfil de rugosidade na superfície, capaz de oferecer uma maior ancoragem da película ao metal (CAFÉ, 2016).

Este tipo de limpeza é padronizado por normas técnicas internacionais, como a norma ISO 8501-1:2007 da Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization* – ISO), que apresenta quatro classificações de graus de corrosão (A, B, C e D). Todas elas podem ser correlacionadas às classificações de preparo de superfícies de aço (tratamento por jateamento abrasivo (Sa); tratamento por ferramentas mecânicas ou manuais (St); e limpeza de superfície por chama (Fl)). As Tabelas 5 a 7 abaixo mostram os graus de corrosão de uma superfície de aço e as classificações relacionadas aos preparos de superfície. As imagens representativas estão nos Anexos A e B, ao final deste trabalho

Tabela 5 - Relação dos graus de corrosão de uma superfície de aço conforme norma ISO 8501-1:2007.

Grau de corrosão do aço	Características
A	Superfície, em geral, revstida por carepa de laminação e pouca ferrugem (se houver).
B	Superfície contendo pouca ferrugem, e cuja carepa de laminação começa a se desprender.
C	Superfície de aço sem carepa de laminação, e contendo poucos furos (<i>pitting</i>) visíveis a olho nu.
D	Superfície de aço sem carepa de laminação, e com furos geralmente visíveis a olho nu.

Elaboração própria, adaptado da norma ISO 8501-1:2007.

Tabela 6 - Classificações de preparo de superfícies de aço segundo a norma ISO 8501-1:2007 (continua).

Preparo de superfície	Graus de limpeza	Comentários
Jateamento abrasivo (<i>Blast-cleaning</i>): projeção de partículas metálicas ou minerais em alta pressão em direção ao metal.	Sa1	Superfície livre de óleo visível, graxa, sujidades, e de carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes fracamente aderidos.
	Sa2	Superfície livre de óleo visível, graxa, sujidades, e da maioria da carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes.
	Sa 2 ½	Superfície livre de óleo visível, graxa e sujidades, e de carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes. Quaisquer materiais remanescentes estarão sob a forma de pontos ou traços, apenas.

Tabela 7 - Classificações de preparo de superfícies de aço segundo a norma ISO 8501-1:2007 (continuação).

Preparo de superfície	Graus de limpeza	Comentários
Jateamento abrasivo (Blast-cleaning): projeção de partículas metálicas ou minerais em alta pressão em direção ao metal.	Sa 3	Superfície livre de óleo visível, graxa e sujidades, e de carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes, apresentando um aspecto metálico uniforme.
Tratamento com ferramentas mecânicas e manuais: oferece um grau de limpeza inferior ao jateamento abrasivo, sendo aconselhável em locais de difícil acesso e onde o jateamento não pode ser realizado.	St 2	Superfície livre de óleos visíveis, graxas, sujidades, e de carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes fracamente aderidos.
	St 3	Resultado muito semelhante ao St 2, porém a superfície apresenta um brilho metálico.
Limpeza por chama	Fl	Superfície livre de carepa de laminação, ferrugem, revestimentos de tinta e partículas contaminantes. Quaisquer resíduos ainda remanescentes aparecerão como regiões descoloridas na superfície.

Elaboração própria. Adaptado de: CAFÉ (2012) e ISO (2007).

Com base nestas classificações do grau de corrosão de uma superfície e do tipo de tratamento realizado, é possível identificar um material quanto ao grau de corrosão inicialmente apresentado, a técnica utilizada para seu tratamento e o grau de limpeza atingido ao final do procedimento. A seguir, estão dois exemplos:

- ASa3: superfície de aço inicialmente com grau de corrosão A, à qual foi realizado o jateamento abrasivo até a remoção de todas as sujidades e contaminantes existentes.
- CSt2: superfície inicialmente contendo alguns furos (*pittings*) em sua superfície e sem carepa de laminação, na qual foi realizado o tratamento com ferramentas manuais ou mecânicas até a remoção de contaminantes e sujidades fracamente aderidos no metal.

Também há os métodos de limpeza química, que compreendem desengraxantes e decapantes. Incluso neste grupo também estão as soluções químicas que atuam em pré-tratamentos, os quais formam camadas orgânicas ou inorgânicas responsáveis por promover uma rugosidade mínima para que a adesão entre a película de tinta e a superfície ocorra (CAFÉ, 2016).

Uma particularidade importante destes pré-tratamentos é a aplicação em chapas de baixa espessura (inferior a 2 mm). Caso o jateamento abrasivo fosse utilizado em tais materiais, suas superfícies ficariam deformadas devido ao impacto das partículas, o que não é desejado (CAFÉ, 2016). Neste contexto, pode ser citado como exemplo o pré-tratamento de fosfatização.

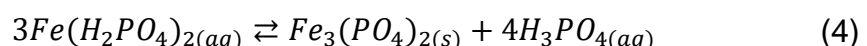
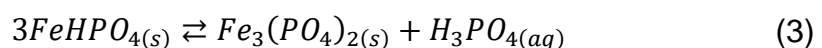
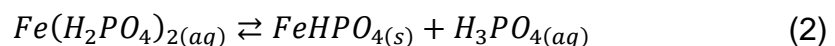
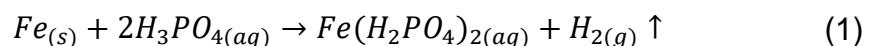
1.4 FOSFATIZAÇÃO

O processo de fosfatização consiste na formação de uma camada de sais de fosfato sobre uma superfície metálica (GENTIL, 2014) e é muito utilizado na indústria automobilística, por exemplo, no revestimento de carrocerias antes da aplicação da tinta (OLIVEIRA *et al*, 2013). Como já mencionado, este pré-tratamento geralmente é aplicado em materiais com baixa espessura, nos quais o jateamento abrasivo causaria deformações indesejadas nas superfícies.

A camada de fosfato decorrente deste processo apresenta extensa área superficial e porosidade, permitindo que haja maior penetração da tinta (GENTIL, 2014). Assim, ocorre maior aderência entre a película de tinta e o metal fosfatizado (GENTIL, 2014) e, neste caso, um aumento no desempenho anticorrosivo do revestimento orgânico.

Em linhas gerais, a fosfatização é composta pelas seguintes etapas:

- **Limpeza da superfície metálica** – aqui, busca-se remover eventuais óleos, produtos de corrosão, óxidos e outros materiais indesejados, os quais podem atrapalhar a geração da camada de fosfato (CAFÉ, 2016). Os materiais de natureza orgânica são removidos através de limpeza alcalina, que se baseia em reações de saponificação; já os contaminantes inorgânicos são retirados através de decapagem (CAFÉ, 2016).
- **Refino de grão** – também denominada de “condicionamento de grão” ou “ativação”, nesta etapa ocorre a nucleação dos cristais de fosfato, de maneira que, quanto maior for a quantidade dos germes de cristalização, menores serão os cristais resultantes, mais compacta será a camada e, ao final, melhor será a cobertura da superfície metálica (CAFÉ, 2016).
- **Fosfatização** – etapa responsável pela formação dos cristais, os quais são gerados a partir do próprio metal, conforme descrição a seguir (CAFÉ, 2016; GENTIL, 2014):
 - Logo após a imersão do material no banho fosfatizante, espécies químicas H_3O^+ começam a oxidar sua superfície, resultando na liberação do gás H_2 .
 - A oxidação também provoca a liberação de íons do metal, os quais reagem com o ácido fosfórico presente no banho fosfatizante. Para facilitar o entendimento, consideremos a fosfatização de aço carbono. Neste caso, os sais formados serão $Fe(H_2PO_4)_2$, $FeHPO_4$ e $Fe_3(PO_4)_2$, conforme mostram as Equações 1 a 4:



- **Selagem** – Também identificada como “passivação”, caracteriza-se pelo revestimento dos poros existentes na recém-formada camada de fosfato,

dificultando o acesso de eventuais contaminantes ao metal (CAFÉ, 2016). Este recobrimento é realizado através de soluções de ácido crômico ou misturas de ácido crômico e ácido fosfórico, que passivam a superfície metálica que ainda está descoberta (CAFÉ, 2016).

De acordo com Oliveira *et al* (2013), os banhos fostatizantes são compostos, em geral, por água, ácido fosfórico e agentes oxidantes, além de sais de fosfato de zinco, níquel, ferro ou manganês. Os fosfatos de ferro, também identificados como fosfatos não cristalinos (GENTIL, 2014), são indicados como agentes de aderência para pintura de superfícies. Porém, a etapa de pintura deve ser realizada logo após a formação desta camada de fosfato para que não ocorra a formação de pequena camada de ferrugem sobre a superfície fostatizada conhecida como *flash rust*. Recomenda-se fortemente uso de fosfatos de ferro em objetos passíveis de armazenamento em ambientes internos, para que seja evitada a remoção da película de tinta da superfície o que resultaria no início do processo corrosivo (GENTIL, 2014).

Sistemas contendo fosfatos de zinco são os mais utilizados dentre os banhos fostatizantes, pois podem ser utilizados para diversas aplicações. Como eles promovem maior proteção que o fosfato de ferro, são recomendados a superfícies que ficarão, ao final, expostas ao ambiente externo ou a meios corrosivos (GENTIL, 2014).

Em relação ao níquel, descobriu-se que íons Ni^{2+} localizados em banhos de fosfatização podem estar presentes nas camadas de fosfatização ou serem depositados sobre ela (ZIMMERMANN *et al*, 2003, apud BANCZEK, 2008). A presença deste elemento na camada de fosfatização proporciona redução da taxa de corrosão, da solubilidade da camada de fosfato e de sua porosidade (BANCZEK, 2008)

Por fim, o fosfato de manganês é responsável pela formação de camadas mais pesadas, normalmente utilizado em correntes, parafusos, porcas, ferramentas, dentre outros diversos objetos (GENTIL, 2014).

1.5 PROCESSO SOL-GEL

O processo sol-gel abrange diversas rotas de síntese em que um sistema inicialmente sol se transforma em um sistema gel (ALFAYA e KUBOTA, 2002). O termo “sol” representa uma suspensão estável composta por partículas sólidas, as quais formam um coloide em um meio líquido; enquanto “gel” corresponde a uma rede sólida tridimensional que se expande de maneira estável em um meio líquido e limitada apenas pelo recipiente que a contém (PIERRE, 1998). Segundo Pierre (1998), existem diversos entendimentos a respeito do processo sol-gel, o qual pode ser definido como uma rota sintética coloidal utilizada para fabricar materiais cerâmicos que apresentam um estágio intermediário incluindo um estágio sol e/ou gel.

Por sua vez, Wang e Bierwagen (2009) afirmam que o processo sol-gel pode ser caracterizado como a criação de uma rede de óxido por meio de reações químicas de condensação de precursores em um meio reacional líquido. Este processo apresenta grande versatilidade, podendo ser aplicado para a produção de inúmeros materiais (Figura 1), utilizados em áreas como eletrônica, proteção anticorrosiva e óptica (HATTE *et al*, 2019).

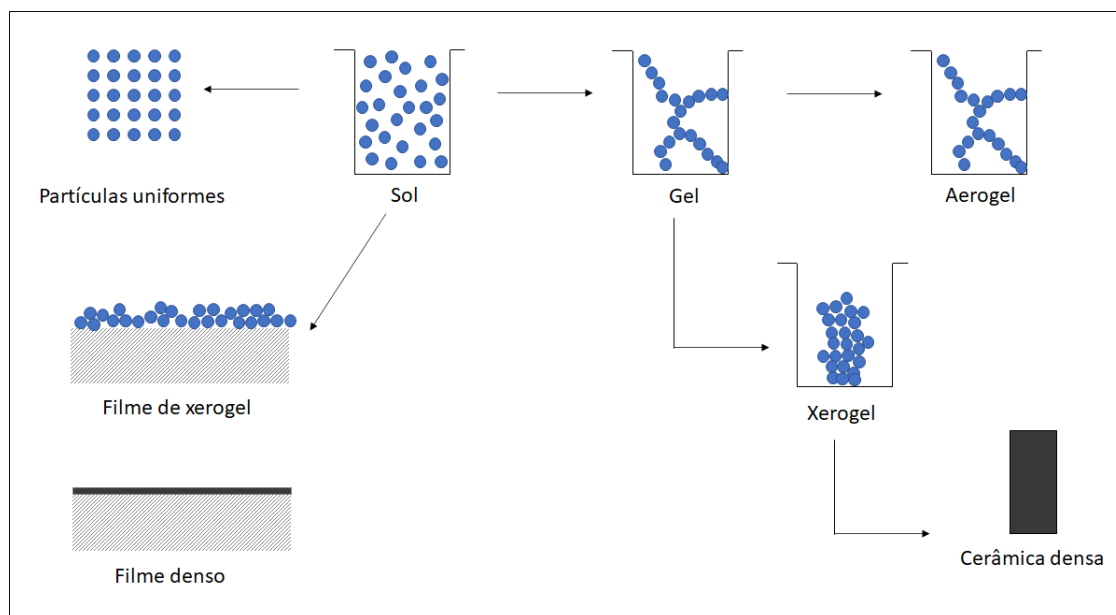


Figura 1 – Possíveis tipos de materiais produzidos pelo processo sol-gel.

Adaptado de: BRINKER e SCHERER (1990).

Em geral, o processo sol-gel consiste em quatro etapas (WANG e BIERWAGEN, 2009):

- Hidrólise dos precursores;
- Condensação e polimerização, formando cadeias e partículas;
- Crescimento das partículas; e
- Aglomeração das partículas e formação de redes, levando a um aumento de espessura e à posterior formação de gel.

Como resultado da condensação, são formados recobrimentos quimicamente inertes sobre o material que se intenciona proteger. Ligações químicas covalentes podem ser formadas entre grupos funcionais contidos nas espécies hidrolisadas e os óxidos metálicos presentes no metal (SU *et al*, 2016). Além disso, uma característica interessante do processo sol-gel é a capacidade de formar uma rede, habilitada a abrigar diversas espécies químicas com potencial anticorrosivo (CARBONELL *et al*, 2016).

O processo sol-gel é considerado ambientalmente amigável, de baixo custo e não requer a aplicação de altas temperaturas (ZHOU *et al*, 2015). Adicionalmente, não requer lavagem do material a ser protegido após a deposição, proporcionando agilidade e praticidade no recobrimento de superfícies (WANG e BIERWAGEN, 2009). Por fim, o operador apresenta grande controle de todas as etapas do processo, podendo realizar alterações significativas no material final a partir de pequenas variações em alguns parâmetros experimentais (WANG e BIERWAGEN, 2009; ZHOU *et al*, 2015).

Os filmes produzidos pelo processo sol-gel a partir de precursores contendo silício são as alternativas *ecofriendly* mais promissoras para a substituição dos revestimentos de conversão à base de cromato (NEZAMDOUST e SEIFZADEH, 2017). De acordo com os autores, revestimentos sol-gel monocomponentes e de origem totalmente inorgânica não são tão resistentes à corrosão e são propensos à formação de rachaduras, sendo necessário o tratamento em altas temperaturas para se evitar tal fenômeno.

Por outro lado, revestimentos sol-gel de silício híbridos apresentam melhores propriedades físicas e de proteção contra corrosão (NEZAMDOUST e SEIFZADEH, 2017). O componente inorgânico contribui com as qualidades ligadas às propriedades mecânicas, ao passo que a parte orgânica é responsável pela flexibilidade da camada produzida – além de aumentar a

compatibilidade com camadas orgânicas que venham a ser aplicadas (tintas). Conforme explicam Senani e colaboradores (2013), os revestimentos sol-gel organicamente modificados formam uma rede inorgânica densa, apresentando aderência satisfatória às superfícies metálicas e proteção por barreira contra espécies que provocam corrosão.

A fim de visualizar um pouco melhor algumas características do processo convencional de fosfatização, e do processo sol-gel quando aplicado a revestimento de superfícies metálicas, a Tabela 8 abaixo reúne algumas informações importantes quanto à aspectos de aplicação em substratos e vantagens de cada um dos processos.

Tabela 8 - Tabela comparativa entre os processos de fosfatização e sol-gel (continua).

Parâmetros de comparação	Fosfatização	Processo sol-gel
Formas de deposição	Imersão e pulverização.	Imersão (<i>dip coating</i>), <i>spin coating</i> , eletroforese, termoforese, sedimentação e pulverização (BRINKER e SCHERER, 1990).
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação em chapas de baixa espessura; - Forte aderência a películas de tinta, proporcionando maior proteção anticorrosiva ao substrato (GENTIL, 2014). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambiente de fabricação mais simples; - Alta uniformidade dos filmes finos e capacidade de revestir materiais de diferentes composições e tamanhos (KALIYANNAN et al, 2020); - Não precisa lavar após a deposição (WANG e BIERWAGEN, 2009).

Tabela 9 - Tabela comparativa entre os processos de fosfatização e sol-gel (continuação).

Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação de sistemas hídricos com fósforo, provocando a eutroficação (HAMIDON, 2020); - Utilização de cromo hexavalente, que apresenta alta toxicidade (HAMIDON, 2020). 	<ul style="list-style-type: none"> - Como é possível realizar alterações significativas no material (WANG e BIERWAGEN, 2009; ZHOU <i>et al</i>, 2015), é necessário um alto controle de cada etapa do processo. - Pode exigir altas temperaturas, o que causa rachaduras. Para isso, utiliza-se precursores orgânicos (HAMIDON, 2020).
Exemplos de aplicações	<ul style="list-style-type: none"> - Agentes de aderência para pintura de superfície; - Condutor de lubrificantes ou óleos protetores (GENTIL, 2014). 	<ul style="list-style-type: none"> - Revestimentos antirreflexo de vidros ITO (HENCH e WEST, 1990); - Revestimentos de próteses metálicas (ROMERO-GAVILÁN <i>et al</i>, 2020); - Produção de camadas condutoras transparentes (TLC) para uso em células solares (MENG <i>et al</i>, 2019); - Uso em janelas de acrílico e policarbonato para evitar arranhões (BRINKER e SCHERER, 1990).

O desenvolvimento do processo sol-gel ao longo dos anos pode ser observado através da quantidade de publicações científicas a respeito do assunto, assim como de seu conteúdo. Porém, outra fonte de informação deve ser também considerada ao se investigar o cenário vigente de uma tecnologia: os documentos de patente. Deste modo, a seção seguinte destaca os principais conceitos relacionados a patentes e sua importância para a disseminação do conhecimento tecnológico.

2 PROPRIEDADE INTELECTUAL E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA UTILIZANDO O SISTEMA DE PATENTES

2.1 PROPRIEDADE INTELECTUAL

O ser humano possui uma característica única denominada criatividade, a qual lhe permite, por exemplo, elaborar criações agradáveis ao olhar, desenvolver processos e produtos capazes de tornar a vida cotidiana mais confortável, ou ainda na criação de um símbolo que diferencie sua atuação comercial em relação a de seus concorrentes, mostrando ao consumidor a qualidade de seu serviço. A criatividade humana pode ainda se manifestar de maneira menos perceptível à sociedade, como na manipulação genética de alimentos a fim de manifestarem determinadas propriedades, ou no desenvolvimento de *softwares* dos mais diversos.

Sendo identificadas como criações humanas, objetos imateriais passíveis de proteção, elas podem ser alvo de disputas jurídicas. Logo, é necessária a existência de leis que organizem e regulem aspectos relacionados a tais criações.

Segundo Denis Barbosa, 2009 - Propriedade intelectual é:

o termo correspondente às áreas do direito que englobam a proteção aos sinais distintivos (marcas, nomes empresariais, indicações geográficas e outros sinos de identificação de produtos, serviços, empresas e estabelecimentos), as criações intelectuais (patentes de invenção, de modelo de utilidade e registro de desenho industrial), a repressão à concorrência desleal, as obras protegidas pelo direito de autor, os direitos conexos, enfim, toda a proteção jurídica conferida às criações oriundas do intelecto.

A importância deste instituto reside no fato de que, através dela, um país estimule a inovação em seu território, garantindo de maneira equilibrada os interesses do criador/titular do bem protegido e da sociedade como um todo (ARAÚJO *et al*, 2010).

De acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (World Intellectual Property Organization – WIPO), sob um ponto de vista organizacional tradicional, este grande conjunto de proteção a criações

intelectuais pode ser subdividido em dois grupos: propriedade industrial e direito de autor (copyright) (WIPO, 2004). Há também um grupo ainda pertencente à propriedade intelectual denominado “direitos *sui generis*”. Criado durante a elaboração do Acordo TRIPS, este subgrupo compreende uma forma especial de regime de proteção, a qual se diferencia dos mecanismos já conhecidos (ATPS, 2006), como proteção de Conhecimentos Tradicionais, e proteção de cultivares.

A relevância da propriedade intelectual no mundo atual é notória. Porém, isto não quer dizer que não haja divergências entre os estudiosos quanto a certos pontos. Uma destas se refere à própria identificação “propriedade intelectual”, a qual ainda não é completamente aceita devido ao fato de reunir dois ramos diferentes do direito, a saber: o direito civil, que abarca as proteções de direito de autor e as relacionadas a esta; e o direito comercial, que se relaciona, por exemplo, à propriedade industrial (BARBOSA, 2009).

Dentre os opositores à denominação “propriedade intelectual”, está João da Gama Cerqueira. Em sua obra intitulada “Tratado de Propriedade Industrial”, ele manifesta seu descontentamento com o termo e sua preferência pela expressão “propriedade imaterial” (CERQUEIRA, 2010).

Em sua definição do que seria a propriedade intelectual, CERQUEIRA (2010) destaca a inteligência e o esforço humanos, relacionando-os a uma possível recompensa por seu empenho:

Ao conjunto desses direitos resultantes das concepções da inteligência e do trabalho intelectual, encarados principalmente sob o aspecto do proveito material que deles pode resultar, costuma-se dar a denominação genérica de propriedade intelectual.

Por sua vez, SILVEIRA (2011) disserta sobre a propriedade intelectual ressaltando a ideia da criatividade humana como o alicerce de todas as obras e invenções sob sua proteção. O autor discorre a respeito da divisão tradicional entre criações no campo das artes onde se situam quaisquer obras que impactem a mente e as emoções das pessoas e, no campo da técnica, obras que produzam resultados materiais mostrando que tal divisão não é mais adequada ao momento atual, pois há criações dignas de proteção que não se

encaixam unicamente em um dos subgrupos tais como os programas de computador.

2.1.1 A propriedade intelectual enquanto fonte de informação

Na Economia, a informação pode ser entendida como um bem público, devido à sua natureza “não-rival” caracterizada pelo fato de ser utilizada por uma pessoa sem que terceiros sejam privados de também usá-la e “não-excludente” (i.e., não se pode impedir terceiros de alcançá-la). Com base nesta interpretação, não haveria um estímulo à produção de informação, visto a inexistência de uma recompensa ao seu criador. Esta “apatia”, em seguida, levaria à ausência de inovação na sociedade, colaborando para a composição de um cenário identificado como “falha de mercado” – cuja essência transmite a ideia da incapacidade de um sistema em atender à demanda existente, sem que ocorra uma intervenção (BARBOSA, 2009).

A fim de contornar este impasse, o Direito intervém por meio da concessão, ao titular da criação, do direito de excluir terceiros de controlar o bem sob proteção. É interessante observar que, apesar de interferir nesta situação, o “direito de excluir terceiros” abrange apenas o bem que incorpora a dita informação (BARBOSA, 2009). Desta forma, o impasse desmotivador da produção de informação é solucionado por meio da concessão de um privilégio temporário, cujo campo de atuação se limita ao bem que “manifesta” a informação.

2.2 PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A propriedade industrial pode ser entendida como um subgrupo da propriedade intelectual no qual constam os direitos incidentes sobre as criações intelectuais relacionadas à indústria (BARCELLOS, 2006).

De acordo com o Art. 1(2) da Convenção da União de Paris, a proteção da propriedade industrial se dá através da proteção aos seguintes institutos (WIPO, 2020):

- patentes;

- modelos de utilidade;
- desenhos industriais;
- “marcas comerciais” (*trademarks*);
- marcas de serviço;
- nomes comerciais;
- indicações de procedência ou denominações de origem; e
- repressão à concorrência desleal.

2.2.1 Sistema de patentes

2.2.1.1 Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial (*Paris Convention for the Protection of Industrial Property - CUP*)

Segundo Cruz (2018), a Convenção de Paris (CUP) foi o tratado mais importante referente à propriedade industrial até 1994. Sua elaboração foi iniciada em 1873, motivada por um setor empresarial mundial necessitado por mecanismos de proteção às invenções e por uma harmonização desta proteção entre os países (MALAGRICI, 2009).

Promulgada em 20 de março de 1883, a CUP se destaca por ter sido o primeiro tratado referente aos direitos de propriedade industrial a nível internacional; e por ter influenciado de maneira intensa no Sistema Internacional de Propriedade Industrial tal como é conhecido atualmente (MALAGRICI, 2009). Apresenta três fundamentos principais, que devem ser respeitados pelos países-membros do tratado (também chamados de países unionistas):

- **Tratamento nacional** – o tratamento conferido aos residentes de um país-membro deve ser o mesmo dispensado aos não-residentes;
- **Direito de prioridade unionista** – uma invenção cuja proteção foi requerida em um país-membro pode ser protegida nos demais países, dentro de um intervalo de tempo, sem que a novidade seja prejudicada; e
- **Independência de direitos** – a proteção conferida em um determinado país-membro só é válida em seu território, e é

totalmente independente da proteção concedida em outros países.

2.2.1.2 Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (ADPIC ou TRIPS – *Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*)

Em termos de relevância no cenário internacional, o Acordo TRIPS ocupou a partir de 1995 a posição preenchida anteriormente pela Convenção de Paris, e sua promulgação está intimamente relacionada à criação da Organização Mundial do Comércio (OMC) (MALAGRICI, 2009).

A OMC foi criada em 1994, na Rodada Uruguai do GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*), como uma solução à impossibilidade da discussão pelos países membros de diversas questões comerciais que surgiam na época (KIANI, 2014). Com a sua criação, um dos principais acordos estabelecidos foi o TRIPS, cuja vigência iniciou em 01 de janeiro de 1995.

Tratando-se, na verdade, de uma estratégia do setor empresarial farmacêutico norte-americano de garantir proteção à sua tecnologia nos demais países – os quais apresentavam, até então, políticas mais liberais quanto à proteção por patentes (BRAITHWAITE e DRAHOS, 2000), foi estabelecido que todos os membros da Organização Mundial do Comércio deveriam ajustar suas legislações de maneira que respeitassem o disposto no Acordo TRIPS até 2005 – o que incluía a concessão de patentes relacionadas a medicamentos (MALAGRICI, 2009).

Com isso, segundo Malagrici (2009), embora tal acordo reconhecesse os princípios basilares dos tratados internacionais existentes sobre propriedade intelectual, impôs restrições quanto à liberdade que as nações possuem (perante a CUP) de determinar quais áreas tecnológicas deveriam ser protegidas por patentes. Desta maneira, o TRIPS configura a conexão entre os setores comercial e de proteção à propriedade industrial e acaba dividindo com a CUP a relevância no cenário internacional (MALAGRICI, 2009; BRAITHWAITE e DRAHOS, 2000).

2.2.1.3 Origem do sistema de patentes

Após explorar brevemente os conceitos de Propriedade intelectual e industrial, é necessário compreender melhor o sistema de proteção por patentes, principal fonte de informação utilizada neste trabalho.

O termo “patente” deriva do latim *pateo*, o qual transmite a ideia de abertura, acessibilidade, de tornar algo claro (CRUZ, 2018). Representa *um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação* (INPI, 2020, marcação do autor). Outra definição plausível é a de um documento que contém a *descrição de um invento* e capaz de criar uma situação legal onde esta *invenção pode ser explorada apenas com a autorização de seu titular* (WIPO, 2015, marcações do autor).

Com base nestas duas definições, percebemos que a patente é a peça-chave de um sistema onde há dispositivos legais para fornecer uma proteção temporária (*título de propriedade temporária*) a uma pessoa em troca da publicação de uma informação (*descrição de um invento*), e esta proteção permite que seu titular impeça eventuais concorrentes de se aproveitarem da sua criação (*invenção pode ser explorada apenas com a autorização de seu titular*). Este mecanismo remonta de séculos atrás, especificamente do sistema que havia no reino semi-bizantino de Jerusalém (pertencente ao Império Oriental), que posteriormente atingiu a Itália e se espalhou por diversas regiões da Europa (CRUZ, 2018). Naquele momento, estes privilégios eram concedidos visando a introdução de determinada atividade ou tecnologia naquela região, ou simplesmente em troca de algum favor (CRUZ, 2018). Neste último caso, mesmo sendo uma espécie de “presente”, havia ainda a intenção de executar uma prática (ou introduzir um produto) em um território ainda não explorado (CRUZ, 2018).

A Itália ocupa um papel de destaque na história do sistema de Patentes. A produção de vidros e seda que era realizada em Veneza veio de Bizâncio. Porém, além dos procedimentos técnicos, Veneza acabou por absorver também a ideia de concessão de privilégios bizantina (CRUZ, 2018). Florença

também foi influenciada, de modo que foi o local onde, em 1421, a primeira patente de invenção (semelhante às existentes nos dias de hoje) foi concedida (CRUZ, 2018). Alguns anos depois, em 19 de março de 1474, ocorre em Veneza a aprovação da primeira lei de patentes, a qual possuía quatro fundamentos (CRUZ, 2018):

- O incentivo à atividade inventiva;
- O fornecimento de uma recompensa ao inventor;
- O direito do inventor sobre a criação de seu espírito; e
- A utilidade social da invenção.

Em 1623, foi promulgado o Estatuto dos Monopólios na Inglaterra, documento considerado “a ‘Carta Magna’ dos direitos de inventor” (CRUZ, 2018), pois foi a primeira lei geral de um Estado moderno a estabelecer que somente o “verdadeiro e primeiro inventor” poderia receber a concessão da patente (CRUZ, 2018). Apesar de alguns pontos contraditórios, o Estatuto dos Monopólios ainda é a base da legislação de patentes inglesa, além de ter influenciado fortemente a primeira lei de patentes norte-americana de 1790 e a legislação francesa de 1791 (CRUZ, 2018).

2.2.1.4 O desenvolvimento do sistema de patentes no Brasil

No Brasil, a primeira norma visando a proteção patentária às invenções foi promulgada ainda enquanto colônia portuguesa, em 28 de abril de 1809. De autoria de D. João VI, o chamado “Alvará de 1809” foi a quarta legislação relacionada a patentes a surgir no mundo e demonstrava um esforço do governo em estimular o desenvolvimento da colônia – tendo em vista que a Corte portuguesa se viu obrigada a se mudar para o Brasil devido à invasão de Napoleão a Portugal (INPI, 2008).

Alguns anos depois, em 28 de agosto de 1830, D. Pedro I promulga a primeira Lei brasileira de Patentes, a qual se mostrou satisfatória por pouco tempo. Diante do surgimento de inovações tecnológicas tanto a nível nacional quanto internacional, e com o objetivo de incentivar o desenvolvimento da

indústria, a lei foi revogada, entrando em seu lugar a lei nº 3.129, de 14 de outubro de 1882 (INPI, 2008).

Entre o final do século XIX até a segunda década do século XX, ocorreram algumas modificações na legislação nacional de patentes, consequências das mudanças ocorridas no cenário político e econômico. Um acontecimento que merece destaque foi protagonizado pelo presidente Arthur Bernardes, que assinou o Decreto 16.264 de 19 de dezembro de 1923, responsável pela criação da Diretoria Geral da Propriedade Industrial (DGPI). O mesmo decreto foi o responsável pela criação da Revista de Propriedade Industrial, veículo oficial de comunicação onde eram divulgadas as invenções e outras criações protegidas pela propriedade industrial (como marcas e desenhos industriais) e que existem até os dias atuais (INPI, 2008). Alguns anos adiante, o DGPI seria substituído pelo DNPI (Departamento Nacional da Propriedade Industrial) através do Decreto 22.989 de 26 de julho de 1933.

Já na denominada “Era Vargas”, foi criado o primeiro Código da Propriedade Industrial brasileiro por meio do decreto-lei nº 7.903 de 27 de agosto de 1945, o qual viria a ser substituído por duas vezes ao longo dos governos militares até que fosse criada a lei nº 5.772 de 21 de dezembro de 1971. Também denominada de Código da Propriedade Industrial, seu objetivo foi incitar situações onde pudesse haver transferência de tecnologia para o país, além de incentivar o desenvolvimento industrial-tecnológico brasileiro (MALAGRICI, 2009). Para alcançar tais metas, foram estabelecidos alguns dispositivos como a licença compulsória e o não-patenteamento de substâncias farmacêuticas (MALAGRICI, 2009).

A Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996 (também chamada de Lei da Propriedade Industrial ou, ainda, LPI), vigente até os dias atuais, substituiu a Lei nº 5.772 em meio a um contexto de profundas mudanças internacionais no campo de propriedade industrial devido à criação do TRIPS e à consequente conexão estabelecida, a partir daquele momento, entre a propriedade industrial e o comércio. Na prática, a LPI foi elaborada a fim de adequar a legislação brasileira aos padrões deste acordo multilateral e, assim, ter acesso à OMC (MALAGRICI, 2009). Uma prova disto é a criação da figura da “patente *pipeline*”. Recebia a identificação de patente *pipeline* todo pedido de patente cujo objeto de proteção não poderia ser protegido à luz da Lei nº 5.772, e que

já pertenceria ao estado da técnica quando a LPI entrasse em vigor (KUBRUSLY, 2010). Como resultado, foi permitido o patenteamento retroativo de invenções que, anteriormente, não seriam passíveis de proteção. Inclusive, quando se tratava de pedidos estrangeiros, não houve o exame por parte do INPI, e sim um aproveitamento dos exames realizados no exterior (KUBRUSLY, 2010).

2.2.1.5 Estrutura do pedido de patente

Considerando que a concessão de patentes é uma atribuição governamental, há de se ter uma legislação para regularizar tal ato e um órgão responsável por este serviço. No Brasil, a proteção por patentes é fundamentada na Lei 9.279, promulgada em 14 de maio de 1996 e apelidada de Lei da Propriedade Industrial (LPI); e o órgão responsável pelo recebimento e exame de pedidos de patente, assim como pela concessão das patentes, é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)³.

No Art. 19 da LPI, consta que um pedido de patente deve conter: (BRASIL, 1996)

- **Requerimento** – formulário específico para o depósito de um pedido de patente.
- **Relatório descritivo** – seção em que é apresentado o contexto no qual a invenção se enquadra. Em outras palavras, deve-se abordar o *estado da técnica*⁴ relevante para o entendimento e avaliação da invenção, inclusive as dificuldades existentes e que são solucionadas pela invenção que se deseja proteger (WIPO, 2015).
- **Reivindicações** – conhecida como a parte mais importante do pedido de patente, é a seção que confere proteção legal à invenção (WIPO, 2015). Apesar de sua relevância, não deve ser interpretada de maneira

³ Criado através da Lei nº 5.648, de 11 de dezembro de 1970, o INPI é uma autarquia federal cujo objetivo principal é executar, no território nacional, as normas que regulam a propriedade industrial (BRASIL, 1970). O Art. 2º da Lei, responsável por esta delimitação dos objetivos do instituto, foi alterado com a promulgação da LPI em 1996, removendo a responsabilidade de adotar medidas para acelerar e regular a transferência de tecnologia, e estabelecer melhores condições de negociação e uso de patentes.

⁴ De acordo com o Art. 11 § 1º da LPI, “O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrito ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior”.

isolada, e sim com base no conteúdo do relatório descritivo e de possíveis desenhos existentes no pedido (WIPO, 2015), conforme determina o Art.41 da LPI⁵.

- **Desenhos** – simplesmente são as representações da invenção (ou de suas partes), ou da estrutura de um sistema, todos relevantes para a compreensão da criação que se deseja proteger (WIPO, 2015).
- **Resumo** – como o próprio nome indica, consiste em um pequeno texto onde são mencionadas informações principais do relatório descritivo, reivindicações e desenhos, para fins de pesquisa (WIPO, 2015).
- **Comprovante do pagamento de taxa referente ao depósito** – diversos serviços prestados pelo INPI são pagos, inclusive o depósito de um pedido de patente. Também deve-se considerar que, ao longo do *prosecution* (andamento processual) do pedido e após a concessão da patente, haverá outras taxas que devem ser pagas. Os valores podem diminuir caso o depositante seja pessoa física ou instituição de ensino e pesquisa, por exemplo.

2.2.1.6 Tipos de patente e requisitos de patenteabilidade

No imaginário popular, muitas pessoas utilizam o verbo “patentear” em diversas situações, na intenção de transmitir a ideia de proteção àquela criação. No entanto, aos olhos da Lei, há critérios que devem ser respeitados, e somente às invenções será concedido o privilégio de proteção por patentes.

Antes da explanação dos requisitos, deve-se ter em mente que a legislação brasileira estabelece dois tipos de patente: as patentes de invenção e as patentes de modelo de utilidade. Entende-se como invenção “*uma nova solução para um problema técnico específico, dentro de um determinado campo tecnológico*” (WIPO, 2015). Já o modelo de utilidade, “*uma nova forma ou disposição em um objeto de uso prático ou parte deste, visando melhoria funcional*” em sua utilização ou produção (WIPO, 2015). Diante disso, é possível concluir que os documentos de patente considerados neste trabalho

⁵ “Art. 41. A extensão da proteção conferida pela patente será determinada pelo teor das reivindicações, interpretado com base no relatório descritivo e nos desenhos.”

são referentes a invenções, e não a modelos de utilidade, visto que buscam soluções para problemas existentes no estado da técnica.

Assim, para que uma criação possa ser protegida por patente de invenção, deve cumprir os requisitos estabelecidos no Art. 8º da Lei de Propriedade Industrial: “É patenteável a invenção que atenda aos requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial”.

Uma invenção, para que possa ser patenteada, deve ser nova. Neste contexto, o conceito de novidade adotado pelo legislador brasileiro está descrito no Art. 11 da LPI que é identificado como “novidade absoluta”, visto que o objeto precisa ser diferente de toda e qualquer tecnologia que já tenha sido exposta ao público:

Art. 11. A invenção e o modelo de utilidade são considerados novos quando não compreendidos no estado da técnica.

§ 1º O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior, ressalvado o disposto nos arts. 12, 16 e 17.

A atividade inventiva mencionada no Art. 8º, por sua vez, apresenta maior subjetividade. O Art. 13 condiciona a existência de atividade inventiva à invenção não ser uma modificação evidente ou óbvia do estado da técnica, ao estabelecer que a *“invenção é dotada de atividade inventiva sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica”*. Em outra linguagem, a invenção deve apresentar um desenvolvimento suficiente em relação ao estado da técnica, deve apresentar um efeito técnico inesperado (WIPO, 2015).

Em patentes de modelo de utilidade, há uma pequena diferença neste ponto. O Art. 9º, ao definir os quesitos para patenteabilidade como modelo de utilidade, menciona a expressão *ato inventivo*, que é explicada no Art. 14:

Art. 9º É patenteável como modelo de utilidade o objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação.

Art. 14. O modelo de utilidade é dotado de ato inventivo sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira comum ou vulgar do estado da técnica.

A lógica de raciocínio utilizada para compreender o que significa atividade inventiva é a mesma para o ato inventivo: uma alteração feita em um determinado objeto apresenta ato inventivo quando tal mudança provoca uma melhoria funcional no seu uso ou produção (WIPO, 2015).

Por fim, há o requisito de atividade industrial, compreendido no Art. 15 da Lei de Propriedade Industrial e, segundo o qual, a criação deve apresentar a capacidade de ser utilizada ou produzida em qualquer tipo de indústria (BRASIL, 1996).

Além destes três pontos fundamentais para a concessão de um pedido de patente, a LPI também menciona outros critérios importantes: a suficiência descritiva e a precisão das reivindicações. O artigo 24 da LPI determina que o relatório descritivo deve descrever o objeto de proteção de maneira clara e suficiente, permitindo que terceiros consigam obter os mesmos resultados. Já o Art. 25 estabelece que as reivindicações devem estar baseadas no relatório descritivo e serem capazes de definir o objeto de proteção clara e precisamente.

2.3 INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

Atualmente, é de conhecimento público a relevância da informação no mundo, especialmente a de cunho científico e tecnológico. Quando aproveitada de forma correta, é capaz de proporcionar o desenvolvimento econômico e social de uma nação, assim como a propriedade industrial.

A informação científica pode ser compreendida como todo o conhecimento que provém, ou está relacionado, aos resultados obtidos por meio de uma pesquisa científica (AGUIAR, 1991 *apud* VASCONCELOS e DE FARIAS, 2018). Dentre as mais diversas aplicações, a informação científica pode contribuir em prol da disseminação do novo conhecimento adquirido, podendo inclusive ser utilizada como suporte para futuras pesquisas. Adicionalmente, a propagação do conhecimento acarreta em confirmação de sua veracidade e, conseqüentemente, no fortalecimento da confiabilidade da pesquisa, tendo em vista que terceiros podem replicar o procedimento experimental utilizado a fim de obterem os mesmos resultados (MUELLER,

2000a, p. 21 *apud* VASCONCELOS e DE FARIAS, 2018; VASCONCELOS e DE FARIAS, 2018).

A informação tecnológica engloba o conhecimento envolvido na manufatura de produtos ou prestação de serviços visando sua inserção no mercado, sendo capaz de, por exemplo (AGUIAR, 1991 *apud* VASCONCELOS e DE FARIAS, 2018):

- atuar como insumo fundamental para a realização de pesquisas tecnológicas;
- colaborar com o processo de gestão tecnológica; e
- auxiliar na avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais referentes às tecnologias.

Por sua vez, o mesmo tema pode ser analisado sob um ponto de vista voltado à gestão estratégica, considerando que a informação tecnológica abrange conhecimentos de origem tecnológica ou não capazes de auxiliar na tomada de decisão referente ao desenvolvimento científico-tecnológico e da inovação (BALTAZAR *et al*, 2017). Assim, tem ocupado um espaço de destaque ao se considerar o desenvolvimento tecnológico e a competitividade entre *players* de um setor industrial, a ponto de se considerar que, sem a informação tecnológica, não existiria a competitividade (VALENTIM, 1997, p. 17 *apud* VASCONCELOS e DE FARIAS, 2018).

Dentre os diversos meios existentes de captação da informação tecnológica, estão os documentos de patentes. Apesar de se ter conhecimento que a existência de invenções protegidas por patentes não corresponde obrigatoriamente ao surgimento de inovações no mercado, este mecanismo de proteção permite a análise de seu conteúdo por diversos pontos de vista, como os domínios tecnológicos a serem explorados, a identificação de potenciais colaboradores para atuação em um determinado setor e o comportamento dos *players* em um determinado campo tecnológico (BALTAZAR *et al*, 2017). Desta maneira, percebe-se que as patentes se manifestam também como um canal de transmissão do conhecimento para a sociedade – atuando como difusores da informação (BALTAZAR *et al*, 2017).

2.3.1 Classificação Internacional de Patentes

A cada ano, a quantidade de pedidos de patente aumenta significativamente. Para lidar com tamanho volume de informação, é necessário o estabelecimento de um sistema de classificação documental.

Em 1954, foi elaborada uma primeira versão do sistema durante a Convenção Europeia sobre a Classificação Internacional de Patentes para Invenção. Alguns anos depois (1968), a Classificação (Europeia) Internacional de Patentes para Invenção foi publicada. Porém, foi após a assinatura do Acordo de Estrasburgo em 1971 que esta versão europeia foi considerada e reconhecida como a primeira versão da Classificação Internacional de Patentes, vigorando de 1º de setembro de 1968 até 30 de junho de 1974 (WIPO, 2019). Assim, o Acordo de Estrasburgo se destaca como o documento que instituiu a Classificação Internacional de Patentes (*International Patent Classification - IPC*).

O objetivo principal da IPC consiste no estabelecimento de uma ferramenta de busca eficaz para a recuperação de documentos de patente pelos Escritórios de Propriedade Intelectual dos países e por outros usuários, para que a atividade inventiva ou não obviedade de revelações técnicas pudesse ser avaliada (WIPO, 2019). Adicionalmente, a IPC facilita o acesso às informações tecnológica e legal contidas nos documentos de patente, além de se configurar como uma base para a elaboração de estatísticas de Propriedade Industrial (WIPO, 2019).

Além da classificação IPC, há outros sistemas utilizados em documentos de patentes, como a Classificação Cooperativa de Patentes (*Cooperative Patent Classification – CPC*). Elaborada pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO) e o Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos (USPTO) com base nos sistemas europeu e norte-americano de classificações existentes à época e lançada em 2013, é muito mais detalhada que a classificação IPC, conferindo ao usuário maior acurácia em sua busca por um determinado documento de patente e leva à diminuição de palavras-chave necessárias para a obtenção de documentos (WIPO, 2020; INPI, 2020). Além de utilizada na Europa e Estados Unidos, a classificação CPC já é utilizada por outras organizações como a própria OMPI e a Organização Regional Africana

da Propriedade Intelectual (ARIPO). Desde 2014, o Brasil classifica seus documentos de patente por meio da CPC, integrando um conjunto cada vez maior de países usuários de tal sistema (INPI, 2020).

A fim de demonstrar o nível de detalhamento da CPC em relação à IPC, a Figura 2 mostra os subníveis existentes na classificação voltada a tintas anticorrosivas (em ambos os sistemas, C09D 5/08). Os trechos destacados em verde existem somente na classificação CPC, enquanto os trechos sem marcação existem nos dois sistemas).

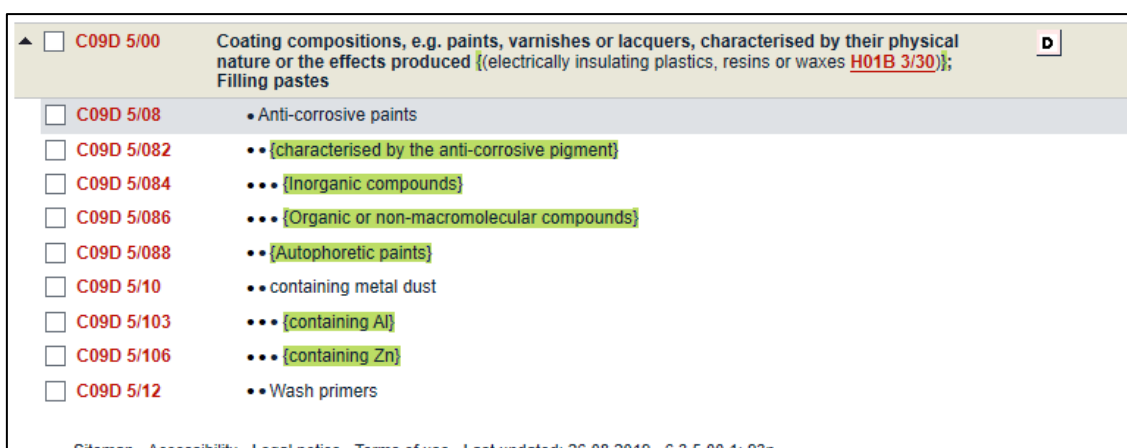


Figura 2. Trecho comparativo entre as classificações CPC e IPC⁶.

Apesar de suas vantagens, a classificação IPC não foi utilizada na metodologia de obtenção dos documentos de patente neste trabalho (como será abordado adiante). Considerando que o interesse deste trabalho está em revestimentos ou processos de obtenção dos mesmos nos quais o processo sol-gel contribuiu direta ou indiretamente e que apresentem propriedades anticorrosivas, a classificação que mais se aproxima, dentro do sistema IPC, é a C09D 5/08 (“Composições de revestimento, p. ex. tintas, vernizes ou lacas caracterizadas por sua natureza física ou efeitos produzidos; Pastas de enchimento – tintas anticorrosivas”). No sistema CPC, esta classificação apresenta o código C09D 5/082.

O motivo para o não uso neste trabalho se deve à versatilidade do processo sol-gel. Como ele pode ser aplicado para diversos fins em vários setores industriais, haveria a possibilidade de que algum documento de patente

⁶ Adaptado de <https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en> EP#/CPC=C09D5/08 Acessado em 05 de abril de 2020.

não apresentasse a classificação utilizada nas buscas. Assim, entendeu-se que seria mais prudente não fundamentar as buscas ao uso da classificação IPC/CPC.

2.4 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Nos últimos anos, a competição em vários setores industriais tem se intensificado, tanto a nível nacional quanto internacional, de maneira que uma empresa pode ser ultrapassada pelas suas concorrentes caso assuma uma postura de acomodação diante do mercado (MADEIRA, 2013). Neste contexto, a prospecção tecnológica tem desempenhado um papel muito relevante.

A prospecção tecnológica possui algumas pequenas variações, identificadas de diferentes maneiras ao longo das décadas: *forecasting*, *foresight*, *future studies*, *futuribles*, *technology watch*, vigilância tecnológica, prospectiva, *technology forecast*, *prospective studies* e *competitive intelligence* (MAYERHOFF apud MADEIRA, 2013; BORSCHIVER apud MADEIRA, 2013). Apesar disso, observando de uma forma mais ampla, todos estes termos correspondem a atividades de prospecção cujo alvo são mudanças na tecnologia, na capacidade funcional ou ainda no tempo e significado de uma determinada inovação (INT, 2003). Pode ainda ser considerada como uma forma de estudo que propicia a antecipação e o entendimento das possibilidades, da evolução, das características e dos efeitos das mudanças tecnológicas, especialmente a inovação, a invenção, a adoção e a utilização resultantes destas alterações na tecnologia (INT, 2003).

Quanto ao produto final, a prospecção tecnológica fornece material para que tomadores de decisão (sejam gestores públicos; empresários ou líderes políticos) possam elaborar planejamentos com base em prováveis cenários futuros, sendo geralmente aplicada para: (INT, 2003)

- Aumento dos lucros e minimização de despesas advindas de acontecimentos internos ou externos à instituição;
- Orientação em relação à distribuição de recursos financeiros;
- Identificação e, ainda, análise de oportunidades ou ameaças no mercado;
- Auxílio na organização de pessoal, infraestrutura ou de finanças;

- Desenvolvimento de estratégias e, até mesmo, de políticas; dentre outros.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 CRITÉRIOS DE BUSCA

Foram realizadas buscas em duas bases de dados:

- Base de dados do Escritório Europeu de Patentes (*Espacenet*);
- Base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O *Espacenet* foi selecionado porque confere acesso a mais de 110 milhões de documentos de patentes, provenientes de diversos escritórios de patentes no mundo (ESPACENET, 2019), além de também permitir a identificação de famílias de patentes. A plataforma ainda permite a obtenção de informações relacionadas ao andamento processual do pedido/patente no Escritório Europeu além de disponibilizar o inteiro teor do processo.

A base de dados do INPI, por sua vez, permite o acesso a milhares de documentos patentários brasileiros. Assim como o *Espacenet*, esta base também permite o acesso a dados processuais.

Em ambas as plataformas, foram realizadas buscas nos títulos e resumos de documentos contidos nas bases de dados identificadas acima por meio de combinações de palavras-chave, de novembro de 2018 a junho de 2019. Estes campos (título e resumo) foram utilizados para as buscas pois, até então, as bases de dados possibilitavam apenas a realização de pesquisas nestes campos.

Para a obtenção dos dados, não foi utilizada nenhuma limitação temporal. Os documentos obtidos ao final das buscas foram submetidos à triagem (que será explicada adiante). A relação de termos utilizados encontra-se nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Palavras-chave em inglês utilizadas para a realização de buscas em bases de dados (continua).

Palavras-chave em inglês	Palavras-chave em português
sol-gel	sol-gel
paiting	revestimento

Tabela 11 - Palavras-chave utilizadas para a realização de buscas em bases de dados (continuação).

Palavras-chave em inglês	Palavras-chave em português
coating	recobrimento
Metal	metal
corrosion	corrosão
hybrid	híbrido

A Tabela 12 mostra as combinações de palavras-chave empregadas para a obtenção dos resultados.

Tabela 12 - Combinações de palavras-chave e operadores booleanos utilizados nas buscas.

Base de dados	Identificação	Combinações utilizadas
<i>Espacenet</i>	Busca 1	“sol-gel” AND “coating” AND “hybrid”
	Busca 2	“sol-gel” AND “hybrid” AND “corrosion”
	Busca 3	“sol-gel” AND “metal” AND “hybrid”
	Busca 4	“sol-gel” AND “painting” AND “corrosion”
	Busca 5	“sol-gel” AND “corrosion” AND “coating”
INPI	Busca 1	“sol-gel” AND “revestimento” AND “híbrido”
	Busca 2	“sol-gel” AND “híbrido” AND “corrosão”
	Busca 3	“sol-gel” AND “metal” AND “híbrido”
	Busca 4	“sol-gel” AND “tinta” AND “corrosão”
	Busca 5	“sol-gel” AND “corrosão” AND “revestimento”

3.2 SELEÇÃO DOS RESULTADOS

Apesar da utilização de trios de palavras-chave bem específicas ao tema de estudo a fim de otimizar a assertividade das buscas, muitos documentos obtidos não atendiam à proposta do trabalho.

Logo, a remoção destes pedidos de patente/patentes concedidas foi realizada através da análise do resumo, relatório descritivo e/ou quadro

reivindicatório, sendo o critério balizador a aplicação de algum produto/metodologia citado no documento com fins de proteção anticorrosiva de metais utilizando (direta ou indiretamente) o processo sol-gel e tendo substâncias de natureza orgânica e inorgânica como precursores deste processo. A Classificação Internacional de Patentes (*International Patent Classification* – IPC) não foi utilizada para a triagem dos pedidos de patente/patente obtidos pois, apesar da praticidade que confere ao usuário, seu uso nas buscas poderia impedir a localização de eventuais documentos aptos a serem considerados neste trabalho, mas que não tenham recebido a classificação IPC adequada.

De forma semelhante à obtenção dos dados, não houve o estabelecimento de uma data limite durante a seleção dos documentos. Entretanto, deve-se ter em mente que pedidos de patente cujos depósitos tenham ocorrido a menos de 18 meses não aparecerão nas pesquisas, pois estão sob sigilo.

Por fim, foram removidos os documentos duplicados para que não houvesse interpretação errônea dos resultados, por meio da comparação dos números de depósito.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS OBTIDOS DA BUSCA NA BASE DE DADOS *ESPACENET*

Ao final das etapas de busca e seleção de documentos, foram considerados válidos para este trabalho 88 documentos de patente.

4.1.1 Distribuição de documentos por país depositante

O Gráfico 2 contém a distribuição dos documentos patentários considerados neste estudo por país de depósito. Dentre os países identificados, a China apresenta o maior número de depósitos - 39 documentos, aproximadamente 45% do total, sendo seguida pela Coréia do Sul e pelos Estados Unidos, cada um com 10 documentos (em torno de 12% do total para cada país).

A ocupação do primeiro lugar pela China indica uma correlação harmônica com dados referentes ao desempenho de diversos países na área de PI nos últimos anos. De acordo com a WIPO, a China recebeu 1,5 milhões de pedidos de patente apenas em 2018. Além disso, no mesmo ano, 46,4% do total de pedidos a nível global eram chineses (WIPO, 2019). Por sua vez, Coréia do Sul e Estados Unidos também se destacam no cenário internacional de PI: em 2018, ambos figuraram entre os cinco maiores escritórios de patentes em todo o mundo.

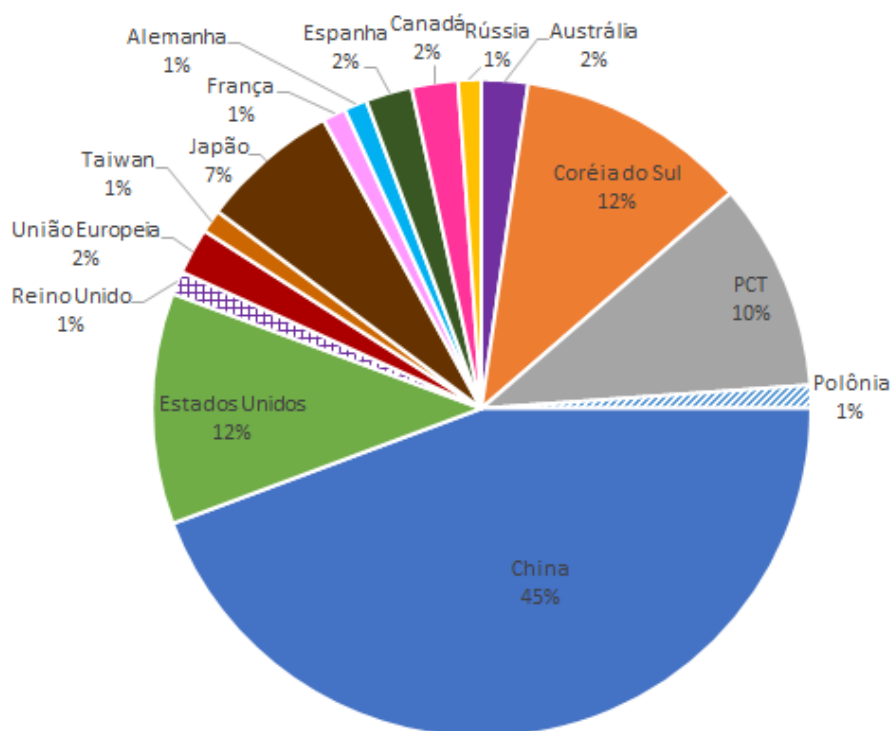


Gráfico 2 - Distribuição de documentos por país/região de depósito.

Ainda no Gráfico 2, observa-se a expressividade de depósitos via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (*Patent Cooperation Treaty* – PCT). Em vigor desde 1978, o Tratado de Cooperação em Patentes – PCT, do qual o Brasil é signatário, é um tratado multilateral onde é possível efetuar o depósito de uma invenção em diversos países, ao mesmo tempo (WIPO, 2019).

Uma das principais vantagens deste acordo internacional é a praticidade: o depositante não precisa depositar o pedido separadamente em cada país de interesse. Apesar disso, ainda se faz necessário submeter o pedido à avaliação dos escritórios nacionais/regionais, porém isto ocorre posteriormente (WIPO, 2019). Outra vantagem é a extensão de 30 meses que o depositante fará *jus* ao solicitar o exame preliminar no âmbito de um pedido depositado via PCT, capaz de oferecer um período mais adequado para que os requerentes possam avaliar e montar as estratégias de depósito nos demais países e, por que não considerar maior conforto para o subsequente período de pagamentos de taxas, as quais poderão ser pagas de uma maneira que não onere o depositante de uma só vez.

Analisando os documentos depositados via PCT, foi observado que nenhum deles foi apresentado ao Brasil para ser protegido (isto é, nenhum deles entrou na fase nacional brasileira). Isto significa que, em termos de comercialização, tais tecnologias poderiam ser exploradas no território brasileiro sem infringir a legislação. De acordo com a Convenção de Paris, a proteção por patente está condicionada à localidade onde ocorreu o depósito e a concessão do pedido (WIPO, 2020). Desta maneira, se uma tecnologia não está protegida em uma determinada região, o titular não possui o direito de excluir terceiros de usufruírem da invenção (conforme determina o Art. 42 da Lei nº 9279/1996). Assim, torna-se possível o uso comercial desta tecnologia por qualquer pessoa que se interesse. O mesmo pode ocorrer com pedidos de patente abandonados ao longo do processo administrativo. Como as invenções não podem ser protegidas, elas ficam à disposição de todos para uso comercial.

4.1.2 Distribuição de documentos por ano de depósito

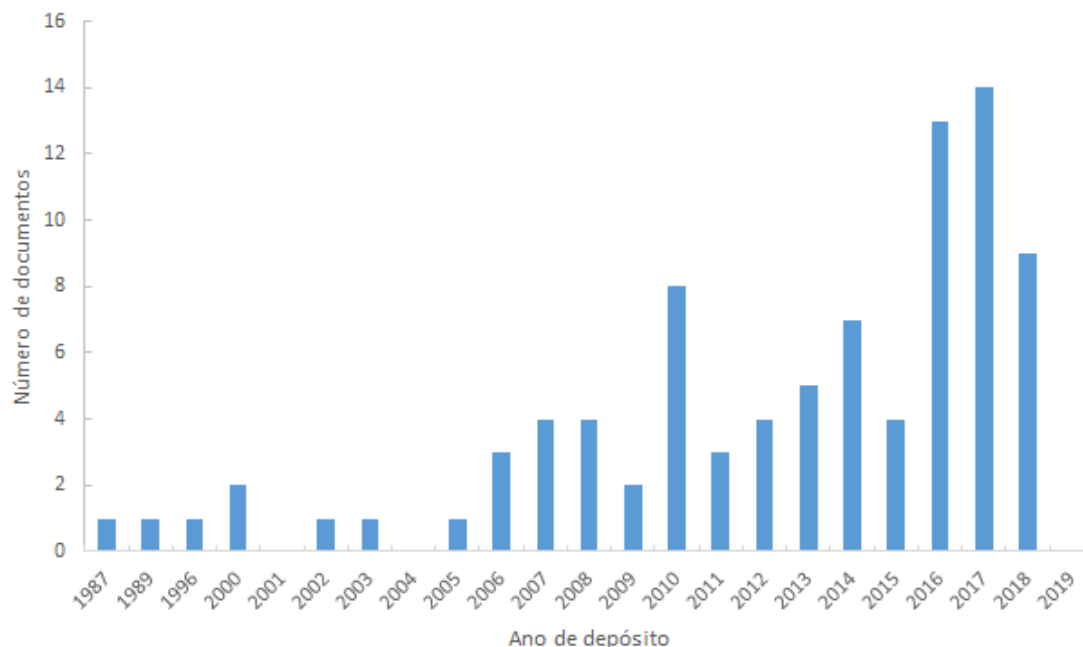


Gráfico 3 - Número de depósitos de pedidos de patente identificados na busca realizada na base de dados do *Espacenet* ao longo dos anos.

De acordo com o Gráfico 3, percebe-se que nos anos 2010, 2016 e 2017 a quantidade de depósitos de pedidos de patente foi maior. Certamente, a

popularização de conceitos relacionados à preservação ambiental influenciou de maneira significativa neste campo técnico, de forma a estimular o desenvolvimento de tecnologias mais ambientalmente amigáveis. Associada a esta conscientização, outros fatores podem ter influenciado positivamente no comportamento identificado em 2010, 2016 e 2017, como a preocupação com a saúde humana até mesmo a busca por tecnologias mais baratas e fáceis de se produzir.

Porém, é possível notar que o crescimento do número de depósito evoluiu de maneira descontínua, isto é, apresentando aumentos e quedas. À primeira vista, este comportamento não é coerente com o disposto no Gráfico 1, onde é contínuo o aumento de publicações científicas a respeito do tema “sol-gel”.

Diante desta aparente contradição, deve-se considerar que, quanto mais pesquisas são realizadas envolvendo um assunto, mais se compreende a respeito dele e mais possibilidades de aplicação podem ser identificadas. Consequentemente, obtém-se produtos/processos aptos a serem protegidos por patentes, assim como simples melhorias, que contribuem para o progresso da Ciência mas não são patenteáveis. A maior ou menor ocorrência destes dois tipos de invenções explica o comportamento irregular representado no Gráfico 3.

Por fim, nota-se que não houve identificação de documentos de patente depositados em 2019, assim como a diminuição no número de documentos em 2018. Isto pode ser justificado porque os períodos de sigilo destes pedidos ainda não haviam terminado quando a coleta de dados foi realizada. Como tal intervalo de tempo dura em torno de 18 meses, possivelmente há documentos de patentes depositados em 2018 que não foram identificados para a realização deste trabalho.

A fim de que se tenha um breve entendimento a respeito do conteúdo de documentos de patente relacionados ao uso do processo sol-gel para proteção anticorrosiva, são apresentados na Tabelas 13 alguns dos documentos de patente selecionados neste trabalho, os quais são brevemente resumidos em seguida.

Tabela 13 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continua).

Ano do depósito	Número do documento de patente	Título	Identificação
1987	EP0263428	"Organosiloxane/metal oxide coatings"	D1
1989	JPH0389973	"Ceramic painting method and ceramic painted car body"	D2
1996	US5958578	"Hybrid laminate having improved metal-to-resin adhesion"	D3
2000	ES2185450	"Set of bio active organic and inorganic hybrid coatings consists of sol-gel solutions of alkoxides and alkyl alkoxides for protection of metal substrates"	D4
2002	US2003027011	"Organic/inorganic multilayer coating system"	D5
2003	CN1539888	"Organic and non-organic hybrid, preservative, protective film"	D6
2005	FR2891333	"Clutch lining comprises friction recovery material i.e. at least partly covered with an organic/inorganic hybrid material having covalent or ion-covalent bond"	D7
2006	DE102006012131	"Reducing surface tension, increasing anti-adhesion properties and preventing corrosion on metal heat exchanger walls involves applying an inorganic-organic hydrophobic hybrid polymer"	D8

Tabela 14 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continuação).

Ano do depósito	Número do documento de patente	Título	Identificação
2007	WO2008060883	“Hydrophobic organic-inorganic hybrid silane coatings”	D9
2008	CN101307194	“Organic-inorganic hybridization ultraviolet cured paint for protecting metallic surface”	D10
2009	KR100950286	“Novel sol-gel compounds and organic-inorganic hybrid composition having excellent corrosion resistance and wear resistance”	D11
2010	CN102134409	“Anti-corrosion protective nano-film containing epoxy-terminated silsesquioxane/titanium dioxide”	D12
2011	US8932491	“Organic-Inorganic Hybrid Composition for Anti-Corrosive Coating Agent and Manufacturing Method for the Same”	D13
2012	CN102585700	“Method for preparing UV (ultraviolet)-curable high-temperature-resistant and corrosion-resistant organic silicon/silica hybrid coating”	D14
2013	US2015010751	“Anticorrosion sol-gel coating for metal substrate”	D15
2014	WO2015001461	“Hybrid sol-gel compositions and corrosion-resistant coatings based upon same”	D16
2015	JP2016121331	“Corrosion-inhibiting sol-gel coating system and method”	D17

Tabela 15 - Relação de alguns documentos de patente obtidos nas buscas através do Espacenet (continuação).

Ano do depósito	Número do documento de patente	Título	Identificação
2016	WO2017005582	"A surface treatment for enhanced resistance to corrosion and synergistic wear and corrosion (tribocorrosion) degradation"	D18
2017	WO2018115207	"Sol-gel method for producing an anti-corrosion coating on a metal substrate"	D19
2018	US2019092642	"Room temperature cure zirconate-silica sol-gel pretreatment for metal substrates"	D20

A seguir, estão brevemente resumidas algumas descrições de composições e/ou métodos de síntese de revestimentos anticorrosivos contendo a participação do processo sol-gel em, pelo menos, uma de suas etapas.

- EP0263428 (D1): A invenção protegida pelo documento consiste em um processo de fabricação de uma composição na qual seja utilizado um sol de óxido de cério e que contenha as etapas de:
 - i. Hidrolisar parcialmente um organoalcóxissilano de fórmula $R_xSi(OR')_{4-x}$, onde R é um radical orgânico; R' é uma alquila de baixo peso molecular; e $1 \leq x < 4$;
 - ii. Reagir o organoalcóxissilano parcialmente hidrolisado com um ou mais alcóxidos metálicos de fórmula $M(OR'')_z$, onde M é um metal que forme alcóxido hidrolisável; z é o número de oxidação de M, e R'' é uma alquila de baixo peso molecular; e
 - iii. Hidrolisar completamente o produto da etapa (ii).
- JPH0389973 (D2): O documento descreve um método sol-gel envolvendo alcóxido metálico, inibidor de reação e tinta orgânica, os quais são aplicados por imersão à superfície de um metal e expostos a

etapas de secagem e aquecimento em temperaturas relativamente baixas. Segundo o documento, a presença do inibidor no meio reacional suprime a realização das reações de hidrólise, permitindo que seja formado, ao final do processo, um filme fino cerâmico na superfície metálica. Além de reivindicar tal método, um corpo de automóvel contendo o revestimento também é reivindicado. O documento não especifica quais as substâncias devem ser utilizadas para se obter o resultado desejado.

- US5958578 (D3): Neste documento, é descrito um revestimento produzido a partir de sal organometálico contendo grupo orgânico e zircônio (como propoxizircônio), e um agente de acoplamento de natureza orgânica contendo grupo silano (como 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano) ou amina, a fim de produzir filmes sol-gel adequados como interface para melhoria de aderência entre o substrato metálico e um resina/adesivo de natureza orgânica.
- ES2185450 (D4): A invenção descrita no documento se refere a revestimentos orgânico-inorgânicos aplicados em metais (e ligas) não bioativos e biocompatíveis; assim como a revestimentos com dupla funcionalidade bioativa e que apresentam proteção contra corrosão em meios fisiológicos, aplicáveis em ligas como aço inoxidável 316L. Para o revestimento, podem ser utilizados alcóxidos e alquil-alcóxidos, incluindo alcóxidos terciários; organo-ortosilicatos; etóxidos, metóxidos, propóxidos ou butóxidos de metal; além de misturas que podem incluir sais como nitratos, acetatos ou citratos; precursores de óxidos de alumínio, silício, titânio, zircônio, fósforo, de elementos alcalinos ou alcalino-terrosos, tanto em meio alcoólico quanto aquoso. Podem ser utilizados catalisadores ácidos ou básicos, como HNO_3 ou NaOH . O documento também descreve um processo de deposição baseado nas etapas de:
 - i. Preparo de óxidos híbridos orgânico-inorgânicos;
 - ii. Preparo de suspensões de materiais particulados;
 - iii. Preparo dos substratos, através de procedimento que garanta rugosidade adequada à superfície e desengraxe;
 - iv. Deposição dos revestimentos por imersão ou pulverização; e

- v. Secagem e tratamento térmico, cujos parâmetros dependem de diversos fatores, como estabilidade química e dimensional dos substratos, composição das soluções e grau de densificação necessário para o revestimento atuar como barreira protetora.
- US2003027011 (D5): A invenção descrita no documento consiste em um sistema de revestimento orgânico-inorgânico formado por camadas, de natureza orgânica ou inorgânica, dispostas de maneira alternada, e seu respectivo processo. Entre as camadas, preferencialmente há a presença de inibidor de corrosão. As substâncias que compõem a camada orgânica podem ser polieletrólitos, corantes, polímeros, proteínas, colóides orgânicos, dentre outras. As substâncias responsáveis pela camada inorgânica podem ser argilas de esmectita, nanopartículas inorgânicas e outros colóides inorgânicos macromoleculares. De preferência, utiliza-se uma camada mais externa para fornecer proteção contra corrosão ao substrato, produzida pelo método sol-gel a partir de diversos alcóxidos e silanos contendo grupos orgânicos. Como exemplo, o documento menciona tetraetilortosilicato (TEOS) e vinilmetoxissilano. Quanto ao método, as etapas descritas são:
 - i. Imergir o substrato na solução aquosa da primeira substância, a qual deve apresentar afinidade (por forças eletrostáticas, forças de van der Waals, pontes de hidrogênio ou por troca de elétrons) ao metal;
 - ii. Rinsar o material com água deionizada ou outro solvente adequado;
 - iii. Imergir em uma solução aquosa da segunda substância, a qual deve apresentar afinidade à primeira substância;
 - iv. Rinsar novamente o material.
 - CN1539888 (D6): Neste documento, descreve-se um filme protetor anticorrosivo nanométrico orgânico-inorgânico, produzido principalmente a partir de trimetoxissilano (por exemplo, etilenotrimetoxissilano) e TEOS, tendo álcool ou tetrahidrofurano (THF) como solventes, ácido fórmico como catalisador, e ainda água no meio reacional. Utiliza-se ainda o agente de reticulação etilenodiamina (EDA) ou iniciador peróxido de benzoíla (BPO). O respectivo método de preparo do revestimento envolve as etapas de:
 - i. Hidrólise e condensação do trimetoxissilano e TEOS;

- ii. Diluição do meio reacional e adição de EDA ou BPO;
 - iii. Revestimento da superfície por imersão, por aplicação via spray, por pincel, dentre outras maneiras;
 - iv. Cura do filme entre 80-150 °C de 1-24h.
- FR2891333 (D7): O presente documento aborda uma almofada de embreagem contendo um material de fricção revestido, pelo menos em parte, por um material híbrido orgânico-inorgânico. Tal revestimento apresenta dureza necessária para melhorar o atrito no início da vida útil do dispositivo, e resistir à corrosão. Pode-se utilizar substâncias vinílicas, poliuretânicas, espécies de metacrilato e derivados de acrilato; assim como SiO₂, Al₂O₃, ZrO₂ e TiO₂. O documento também descreve o respectivo processo de fabricação, composto por:
 - i. Preparo de uma solução sol-gel que produza um material orgânico-inorgânico;
 - ii. Aplicação de um filme da solução sol-gel à superfície do material de atrito da almofada de embreagem, através de métodos como imersão ou pintura com rolo; e
 - iii. Endurecimento do filme para formação do revestimento, sendo exposto a uma temperatura maior que 90 °C e/ou a radiações na região do infravermelho ou ultravioleta, por exemplo.
 - DE102006012131 (D8): É descrito um processo de proteção contra corrosão voltado a paredes metálicas de trocadores de calor através do uso de um polímero híbrido orgânico-inorgânico, sintetizado via processo sol-gel. O revestimento também apresenta características antiaderentes, o que atende às necessidades do campo técnico ao qual se propõe. Não são especificadas as substâncias recomendadas para a síntese deste revestimento, tampouco as etapas do respectivo processo. Apenas é mencionado que o polímero contém material cerâmico, ou outro material rígido.
 - WO2008060883 (D9): É descrito um revestimento compósito hidrofóbico, podendo ser formado através da mistura de uma solução sol-gel de alcoxisilanos com um agente de reticulação. Os alcoxisilanos podem apresentar outros grupos orgânicos em suas moléculas, conferindo assim a natureza orgânico-inorgânica ao material final.

Também é descrito o respectivo método, que abrange as seguintes etapas:

- i. Preparo de 2 soluções (uma contendo os precursores alcoxisilanos; outra, contendo pelo menos um glicidoxialcoxisilano), as quais devem ser misturadas entre si;
- ii. Adição do agente de reticulação (por exemplo, piridina, imidazol e/ou metilimidazol);
- iii. Aplicação do revestimento sobre uma superfície por imersão, pintura por pulverização, *spin coating*, dentre outras técnicas.
- iv. Posterior secagem entre 30 °C a 200 °C, de 30 min a 120 min.

O documento também contém a descrição de um dispositivo hidrofóbico, o qual inclui um substrato e o(s) revestimento(s) formado(s) sobre a respectiva superfície.

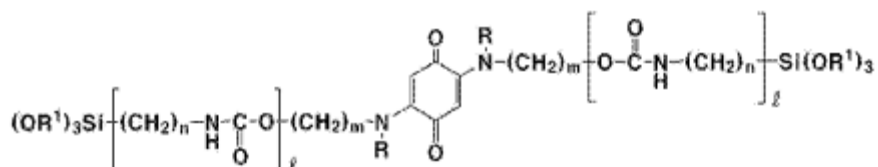
- CN101307194 (D10): O documento contém a descrição de um revestimento orgânico-inorgânico curável por radiação ultravioleta para proteção de superfícies metálicas, composto por:
 - resina de gel de sílica modificada com epóxi (a partir de TEOS, γ -glicidiloxipropiltrimetoxisilano e dietilenotriamina),
 - acrilato de epóxi bisfenol A,
 - acrilato de uretano,
 - um diluente reativo, a partir de diacrilato de 1,6-hexanodiol (HDDA), diacrilato de tripropilenoglicol (TPGDA), triacrilato de trimetilolpropano (TMPTA), acrilato de isooctila (2-EHA), metacrilato de hidroxietila (HEMA) e estireno,
 - um agente endurecedor (ftalato de octila (DOP)),
 - um fotoiniciador contendo 2-hidroxi-2-metil-1-fenil-1-propanona e 1-hidroxi-ciclohexilbenzeno; e
 - uma composição auxiliar a partir de isooctanol (agente anti-espumante) e Levelol 495 (agente de nivelamento).

O documento também apresenta o respectivo método de produção do revestimento, caracterizado pelas seguintes etapas:

- i. Pesagem de cada um dos componentes descritos acima;
- ii. Mistura e agitação uniforme de todos os componentes;
- iii. Armazenamento em barris;

O revestimento dos substratos metálicos pode ser feito através de métodos como pintura com pincel ou pulverização. A cura do revestimento é feita por exposição à radiação ultravioleta.

- KR100950286 (D11): Neste documento, é descrito um revestimento híbrido orgânico-inorgânico formado pela seguinte substância:

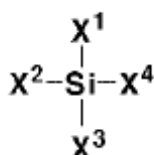


Em que:

- R representa um átomo de hidrogênio, um grupo alquila C1-C6, um grupo cicloalquila, ou grupo fenila;
- R¹ representa um grupo alquila C1-C6;
- ℓ representa 0 ou 1;
- n e m representam, cada um, um número inteiro de 2 a 6.

Também é descrito um processo de fabricação de uma composição, envolvendo:

- resina epóxi modificada com alcoxisilano C1-C6;
- composto de silano representado pela seguinte fórmula:



em que X1, X2, X3 e X4 representam um átomo de halogênio, um grupo alquil C1-C6 ou um grupo alcóxi C1-C6, sendo que pelo menos 1 destes 4 grupos (X1, X2, X3 e X4) corresponde a um átomo de halogênio ou um grupo alcóxi C1-C6.

- CN102134409 (D12): Descreve um filme protetor anticorrosivo de natureza orgânico-inorgânica e nanométrico, formado por glicidoxipropil-propiltrimetoxisilano, titanato de tetrabutila, TEOS, um silsequioxano (SSO) contendo TiO₂ e SiO₂ e hexanodiamina (EDA). Seu método de fabricação basicamente consiste em:

- i. Hidrólise e condensação dos precursores acima e a formação de espécies químicas $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2\text{-SSO}$ (mensurado por cromatografia em gel ao longo da reação);
- ii. Diluição por etanol e adição de EDA.

O método de recobrimento da superfície metálica é por imersão, pulverização ou pintura através de pincel. A cura ocorre no intervalo de 80-150 °C de 1-24 h.

- US8932491 (D13): Neste documento, há a descrição de uma composição formada por flocos de metal (especificamente de zinco), uma resina sol-gel (de butóxido de zircônio, titanato de isopropila, γ -metacriloxipropiltrimetoxissilano, n-fenil- γ -aminopropiltrimetoxissilano, ou de misturas destes), um pré-polímero de poliuretano e um solvente (água, acetona, dipropilenoglicol, butildiglicol, álcool isopropílico, dentre outros). O método para a produção desta composição também é descrito, o qual compreende as etapas de:
 - i. Mistura do solvente, flocos de metal e resina sol-gel a 20-30 °C;
 - ii. Mistura do sistema da etapa (1) com um pré-polímero de poliuretano, sob agitação de 1000-1500 rpm por 10-30 minutos.
- CN102585700 (D14): Método de preparo de um revestimento híbrido de silício/sílica contendo as seguintes etapas:
 - i. Mistura de etanol, HCl água destilada a TEOS, gota a gota, por 5 min-85 min;
 - ii. Adição de metiltrietoxissilano, difenildimetoxissilano, γ -metacriloxissilano e um fotoiniciador de radical livre;
 - iii. Após 25 min-3h de reação, aquecimento a 50-80 °C e refluxo por 1-6h;
 - iv. Resfriamento até temperatura ambiente e armazenamento.Após aplicar sobre uma superfície através de pincel, a cura deve ser realizada sob exposição à luz ultravioleta.
- US2015010751 (D15): O documento descreve um material apresentando revestimento sol-gel orgânico-inorgânico, compreendendo uma rede à base de polisiloxano e contendo polianilina dispersa nesta rede. Também é descrito o respectivo método de preparo deste revestimento, o qual consiste em:

- i. Preparo de uma solução sol-gel a partir de um sol de sílica, titânio e/ou zircônia, e utilizando precursores orgânicos;
 - ii. Preparo de uma solução de polianilina e misturar ambas as soluções;
 - iii. Adição de polisiloxano ao meio reacional;
 - iv. Revestimento do substrato; e
 - v. Cura do revestimento aplicado à superfície.
- WO2015001461 (D16): Descreve uma composição sol-gel formada pela mistura de dois sóis:
 - um produzido a partir de alcóxido de silício hidrolisável, e de um alcóxido de silício com pelo menos 1 substituinte não hidrolisável ligado ao átomo de silício; e
 - outro, a partir da combinação de um óxido de metal hidrolisável cujo átomo metálico é Ti, Zr, Al, B, Sn ou V, e de um componente funcional de ácido metacrílico.

Também é descrito o respectivo método de produção do revestimento, composto pelas seguintes etapas:

- i. Combinar os dois sóis;
- ii. Deixar o sol resultante envelhecendo por, no mínimo, 1 minuto.

A cura da camada de revestimento pode ocorrer por exposição à radiação ultravioleta.

- JP2016121331 (D17): O revestimento descrito no documento compreende um sol-gel e uma substância orgânica resistente à corrosão (tendo, pelo menos, 1 grupo dissulfeto), a qual pode estar dissolvida, suspensa, emulsificada e/ou dispersa no sol-gel. Um exemplo de substância resistente à corrosão que pode ser utilizada na presente composição é 2,5-dimercapto-1,3,4-tiadiazol; enquanto o sol-gel pode conter compostos orgânicos contendo zircônio e/ou silício, titânio, ítrio, cério e lantânio (como alcóxidos), assim como óxidos destes mesmos metais. O substrato já revestido pode apresentar, ainda, uma camada de tinta.
- WO2017005582 (D18): O documento descreve um processo de revestimento de superfícies formado pelas seguintes etapas:

- i. Imersão da superfície em uma solução sol-gel contendo monômeros de siloxanos e eletrólitos à base de terras-raras; e
 - ii. Aplicar um potencial elétrico à superfície para provocar eletrodeposição.
- WO2018115207 (D19): O documento descreve um processo composto pelas seguintes etapas:
 - i. Preparo de uma solução não-aquosa de um precursor de titânio, zircônio, cromo, ítrio, cério ou alumínio contendo grupos orgânicos (como alcóxidos);
 - ii. Depósito da solução em pelo menos uma superfície de substrato metálico, através de técnicas como imersão ou aplicação por spray; e
 - iii. Hidrólise/condensação do precursor de óxido através da exposição do filme a uma atmosfera úmida a fim de formar uma rede de óxidos no filme;
 - iv. Tratamento de estabilização do filme (como a exposição a um fluxo de gás acima da temperatura ambiente, mas abaixo de 200 °C, ou exposição à radiação ultravioleta, ou à radiação de microondas); e
 - v. Tratar termicamente a superfície entre 300-500 °C por 30 min, a fim de cristalizar a rede de óxidos e formar o revestimento anticorrosivo.
- US2019092642 (D20): Composição sol-gel formada por:
 - Um composto de zircônio de fórmula geral (como tetraacetato de zircônio); e gel de sílica; e
 - Um composto de organosilano.

O revestimento pode atuar em conjunto com revestimentos convencionais. A camada do revestimento pode ser recoberta por filmes de epóxi/amina, poliuretano, acrílico, dentre outras resinas orgânicas.

4.1.3 Análise da existência de pedidos brasileiros nas famílias

A Tabela 16 apresenta o número de documentos de patente recolhidos no presente estudo que possuem documentos patentários brasileiros em suas famílias. Com os resultados acima, entende-se que a maioria dos objetos de proteção envolvidos nos documentos não foi protegida no Brasil.

Tabela 16 - Número de pedidos identificados nas buscas que apresentam pedidos brasileiros em suas famílias.

Existência de pedidos brasileiros na família	Número de documentos	Percentual (%)
Não	81	92
Sim	7	8

Tal conclusão permite que sejam feitas duas considerações:

- Os depositantes dos pedidos não consideraram que o Brasil fosse um local estratégico para a inserção de seus objetos de proteção no mercado;
- Considerando que o sistema de patentes apresenta efeito territorial – isto é, uma patente concedida impede terceiros de usufruírem de determinada invenção apenas no local onde houve depósito e a concessão do direito tenha sido confirmada após o deferimento do dito pedido –, entende-se que tais invenções não protegidas no Brasil podem ser exploradas comercialmente sem que os depositantes dos documentos possam impedir.

4.1.4 Principais depositantes e natureza das instituições

A relação dos principais depositantes, juntamente com seus respectivos países-sede e a quantidade de documentos de patente nos quais são apresentados como depositantes/titulares, consta do Gráfico 4.

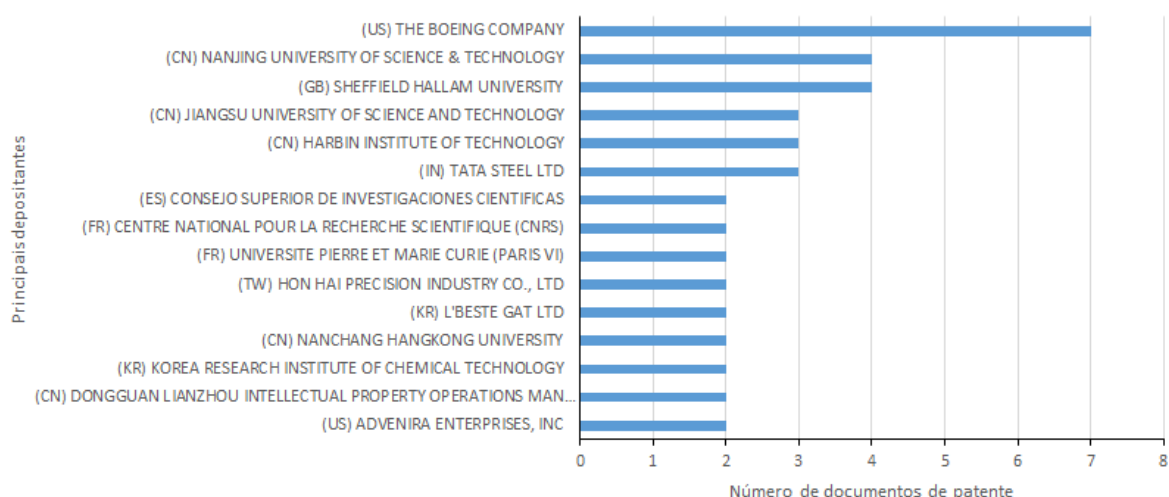


Gráfico 4 - Principais depositantes identificados nas buscas feitas através do *Espacenet*.

Em primeiro lugar, dentro dos documentos de patente recolhidos, está a empresa de aviação *The Boeing Company*. Empresa da indústria aeroespacial, a Boeing ocupa a primeira posição em fabricação de aviões a jato, sistemas de defesa, segurança e espaciais e presta serviços a consumidores privados (companhias aéreas) e públicos em mais de 150 países (BOEING, 2020). Dentre seus produtos, estão aeronaves militares e comerciais, satélites, armas, sistemas de defesa e sistemas avançados de comunicação e informação (BOEING, 2020).

As Tabelas 17 e 18 reúnem os documentos de patente encontrados ao longo do presente trabalho e seus títulos, a fim de termos uma breve noção do conteúdo dos documentos.

Tabela 17 - Portfólio de documentos de patente da The Boeing Company identificados ao longo das buscas no *Espacenet* (continua).

Número do documento de patente	Título	Países em que membros da família foram depositados
US5958578	"Hybrid laminate having improved metal-to-resin adhesion"	Estados Unidos
JP2019027593	"Process for bonding solid lubricant to surface of interference fit fastener"	Canadá, China, Comunidade Europeia e Estados Unidos
JP2018135595	"Layered metal phosphate containing sol gel composition for sealing corrosion inhibitor and related process"	Canadá, China, Comunidade Europeia, EUA e Austrália

Tabela 18 - Portfólio de documentos de patente da The Boeing Company identificados ao longo das buscas no Espacenet (continuação).

AU2017272213	"Corrosion resistant adhesive sol-gel"	Japão, Canadá, China, Estados Unidos
CA2965244	"Sol-gel coating compositions including corrosion inhibitor-encapsulated layered double hydroxide and related processes"	Comunidade Europeia e Estados Unidos
CA2965233	"Corrosion inhibitor-incorporated layered double hydroxide and sol-gel coating compositions and related processes"	Comunidade Europeia e Estados Unidos
JP2016121331	"Corrosion-inhibiting sol-gel coating system and method"	Canadá, China, Comunidade Europeia, EUA, Brasil e Rússia.

Ao observar que a maioria dos títulos dos documentos se refere a composições ou métodos de revestimento com sol-gel envolvendo inibidores de corrosão, nota-se a intenção de utilizar estrategicamente o processo sol-gel para o combate à corrosão em seus equipamentos, os quais são expostos às mais variadas temperaturas, mudanças climáticas e alterações de pressão atmosférica.

Outro ponto a ser destacado consiste nos países de depósito dos documentos. A empresa se preocupou em proteger suas invenções nos Estados Unidos, Japão, Canadá e Austrália. Porém, ao observar os demais membros das famílias de patente, percebe-se que houve proteção também na Comunidade Europeia, Brasil e Rússia.

Outro depositante que se destaca, dentre os identificados no Gráfico 4, é a empresa *Tata Steel Ltd*. Ela pertence a um conglomerado denominado *Tata Group*, sediado na Índia, atuante em mais de 100 países e presente nos setores automotivo, indústria química, construção, finanças, dentre outros (TATA STEEL, 2020).

Tabela 19 - Portfólio de documentos de patente da Tata Steel identificados nas buscas realizadas na base de dados *Espacenet* (continua).

Número do documento de patente	Título	Países em que membros da família foram depositados
AU2018204389	"A chromium-free water based coating for treating a Galvannealed or galvanized steel surface"	China, Índia, Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos

Tabela 20 - Portfólio de documentos de patente da Tata Steel identificados nas buscas realizadas na base de dados Espacenet (continuação).

Número do documento de patente	Título	Países em que membros da família foram depositados
US2011091654; US8900670	“Anti-corrosive hybrid sol-gel film on metallic substrates and method of producing the same”	China, Comunidade Europeia e Japão
WO2010095146	“Anti-corrosion sol-gel hybrid coating on zinc and zinc alloy steel sheets and preparing method thereof”	Não entrou em fase nacional

Com base na Tabela 19, percebe-se que a empresa indiana concentrou a proteção às invenções, em sua maioria, nos países do Oriente: China, Índia, Japão, Coreia do Sul e Austrália. Tal estratégia difere da estratégia adotada pela *The Boeing Company*, que protegeu algumas invenções na Comunidade Europeia, Brasil e Rússia, por exemplo. Apesar disso, percebe-se que a intenção do depositante é proteger os revestimentos e seus métodos de produção, de maneira semelhante à empresa *The Boeing Company*.

Observando estas duas empresas e os portfólios listados, à princípio não se identifica quaisquer semelhanças entre ambas. Porém, deve-se atentar para o fato de que a escolha dos países nos quais busca-se a proteção por patentes não é feita de maneira aleatória. A proteção de uma tecnologia por meio de patentes é (ou, pelo menos, deveria ser) fundamentada em um planejamento estratégico da empresa depositante, considerando diversos aspectos como os países em que atua, a localização de seus concorrentes e a existência de empresas locais com potencial de imitar a tecnologia caso esta não seja protegida adequadamente.

Ainda no Gráfico 4, é possível observar também a presença de diversos centros de pesquisa e/ou centros universitários, como *Nanjing University of Science & Technology*, *Université Pierre et Marie Curie* (Paris VI) e *Korea Institute of Chemical Technology*. Isto indica que, embora empresas privadas estejam protegendo suas invenções, algo coerente, se for considerada a natureza exclusiva do sistema de patentes, muitos centros universitários/de pesquisa também estão protegendo suas tecnologias.

O uso do sistema de patentes por universidades tem se tornado muito frequente nas últimas décadas. Cada vez mais, os reitores, procuradores e pesquisadores tem percebido a importância da utilização da propriedade intelectual como ferramenta para proteger de maneira estratégica determinadas invenções a fim de que, caso seus pedidos de patente sejam concedidos, resultem em licenças a empresários interessados – e os *royalties* revertam em fundos para as instituições de ensino e pesquisa.

Voltando ao Gráfico 4, observa-se que diversos depositantes são oriundos de países orientais. Esta consideração pode ser confirmada por meio do Gráfico 5, onde todos os depositantes encontrados no presente estudo estão organizados conforme seus países de origem, de forma percentual.

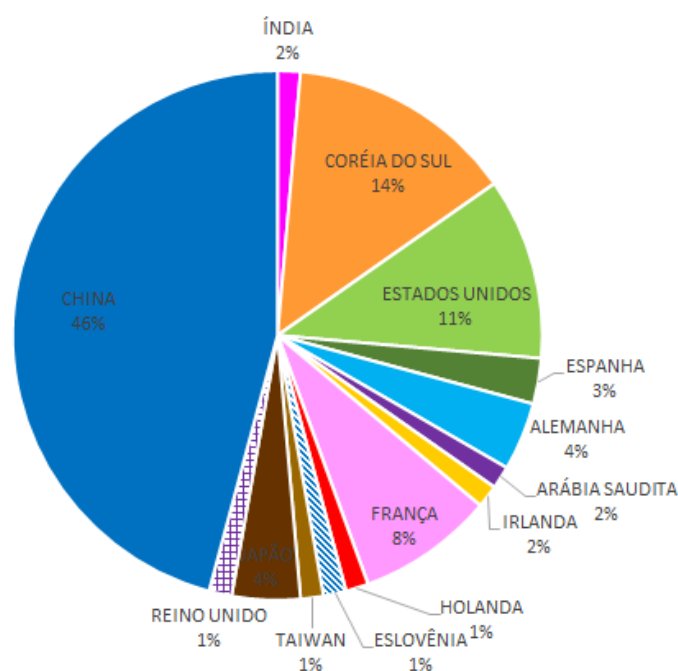


Gráfico 5 - Distribuição dos depositantes identificados nas buscas pelo *Espacenet*, conforme seus países de origem.

No Gráfico 5, vê-se que praticamente a metade de todos os depositantes identificados são de origem chinesa. Em segundo lugar, há a Coreia do Sul (14%), seguida pelos Estados Unidos (11%).

Neste contexto, deve-se ressaltar que, apesar do alto percentual de depositantes chineses, muitos destes continham apenas 1 documento de patente. Devido a esta característica, muitos depositantes chineses não foram

citados. Por outro lado, percebe-se que o depositante com o maior número de documentos de patente não é chinês, e sim norte-americano (*The Boeing Company*). Isto indica que é possível um determinado país se destacar em quantidade de pedidos de depósito, porém não apresentar em seu território uma empresa atuante significativamente, em termos de uso do sistema de patentes para proteção de tecnologias.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS NA BUSCA REALIZADA NA BASE DE DADOS DO INPI

As buscas forneceram, ao total, 10 documentos de patentes. Após realizar o refino neste conjunto amostral, permaneceram apenas 8 resultados.

4.2.1 Distribuição de documentos por ano de depósito

A distribuição dos documentos de patente selecionados quanto ao ano em que foram depositados está representada no Gráfico 6.

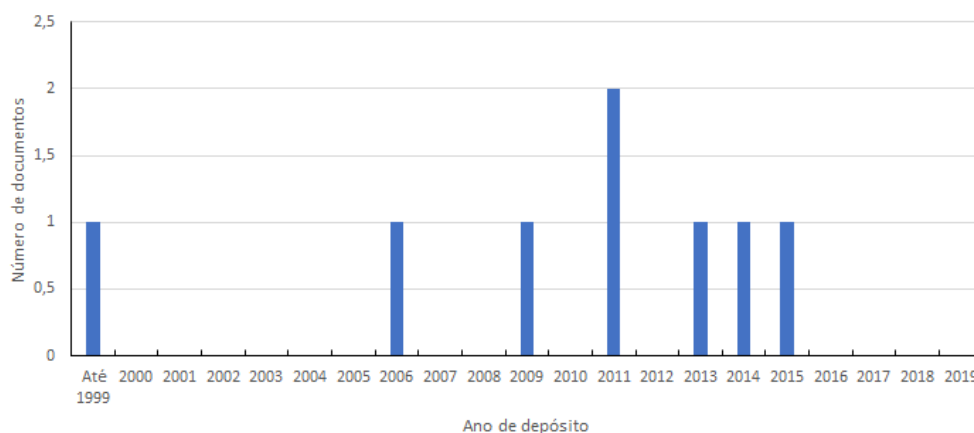


Gráfico 6 - Número de depósitos de pedidos de patente brasileiros ao longo dos anos.

É possível observar que, ao longo das últimas décadas, houve pouquíssimos depósitos de documentos de patente. Este comportamento é coerente com o observado no item 4.1.3, onde foi comentado o baixo

percentual de documentos de patente cujas famílias possuem pedidos brasileiros.

O conjunto destes resultados indica que o Brasil não tem sido observado pelas empresas do setor como um potencial mercado para este tipo de tecnologia. Entretanto, isto também pode ser enxergado como uma grande oportunidade para o setor nacional de revestimentos anticorrosivos explorar comercialmente as tecnologias já patenteadas no exterior, mas não protegidas no país.

As Tabelas 21 e 22 mostram os títulos dos documentos de patente obtidos ao longo das buscas feitas na base de dados do INPI, e considerados válidos para os propósitos deste trabalho.

Tabela 21 - Relação dos documentos de patente obtidos através da base de dados do INPI (continua).

Ano de depósito	Pedido	Título	Identificação
1987	PI 8705242-3	“Processos de preparação de um polímero de organoalcoxissilano/óxido metálico, de um polímero de organoalcoxissilano/alumina e de uma composição de revestimento; composição de revestimento opticamente transparente e processo para a sua preparação de uma composição sol-gel; processos de formação de uma rede polimérica e de preparação de um polímero híbrido; composição de revestimento para deposição para deposição pirolítica de uma película e processo para sua deposição”	D21
2015	BR 10 2015 029421 2	“Material de revestimento inibidor de corrosão, estrutura laminada, e, método para formar um sol-gel inibidor de corrosão”	D22
2014	BR 11 2015 022066 5	“Revestimento de sol-gel resistente à corrosão no ambiente curável e composição e processo para fazer o mesmo”	D23
2011	BR 11 2012 031395 9	“Revestimento sol-gel resistente à corrosão e composição e processo para sua fabricação”	D24
2011	BR 11 2013 009084 7	“Composições de revestimento com propriedades contra corrosão”	D25

Tabela 22 - Relação dos documentos de patente obtidos através da base de dados do INPI (continuação)

Ano de depósito	Pedido	Título	Identificação
2013	BR 11 2016 002168 1	“Composição de revestimento para pré-tratamento de superfície de metal, sua preparação e uso da mesma”	D26
2009	PI 0903839-6	“Filme de óxido de nióbio inibidor de corrosão de superfícies metálicas substituto a cromação”	D27
2006	PI 0621249-2	“Composição sol-gel, processo para sua preparação e seus usos”	D28

A seguir, são apresentados breves resumos do conteúdo dos pedidos de patente mencionados na Tabela 21.

- PI 8705242-3 (D21): O documento apresenta diversos tipos de composições envolvendo organoalcóxissilanos e alcóxidos de metais e/ou seus respectivos processos de produção. Em uma modalidade, é apresentada uma composição envolvendo alcóxidos de titânio ou zircônio; em outra modalidade, é descrito um sistema envolvendo alcóxido de alumínio; em um terceiro, é apresentado um sistema multicomponente constituído por alcóxidos de alumínio, titânio, tântalo, háfnio por exemplo.
- BR 10 2015 029421 2 (D22): O documento apresenta um revestimento formado a partir de um sistema sol-gel (por exemplo, à base de zircônio) e um composto inibidor de corrosão, o qual pode estar dissolvido, suspenso, emulsificado e/ou disperso no sol-gel. Também é apresentado seu respectivo processo, constituído por misturar compostos organometálicos e uma substância inibidora de corrosão em um sol e provocar a formação do gel. Superfícies metálicas podem ser revestidas pela composição, a qual pode receber uma camada de tinta, por exemplo.
- BR 11 2015 022066 5 (D23): Neste documento, são apresentadas composições de sol-gel contendo ácido, acetato de metal, silano e aminosilano de epóxi. Como exemplo, uma modalidade preferencial consiste em ácido acético glacial, acetato de zircônio,

glicidoxipropiltrimetoxissilano, aminopropiltrimetoxissilano, água e um tensoativo. Tais composições podem ser aplicada sobre qualquer superfície metálica e através de qualquer técnica apropriada. Suas camadas podem secar ao ar, na temperatura ambiente.

- BR 11 2012 031395 9 (D24): O documento apresenta diversas composições sol-gel contendo ácido, acetato de metal e organossilano. Em uma das modalidades, por exemplo, descreve-se uma composição formada por ácido acético glacial, acetato de metal (como acetato de zircônio, ou acetato de magnésio, ou uma combinação deles), glicidoxipropiltrimetoxissilano, água e um tensoativo. As composições descritas podem ser aplicadas sobre qualquer superfície metálica e por meio de qualquer técnica adequada. Suas camadas podem secar ao ar, na temperatura ambiente.
- BR 11 2013 009084 7 (D25): É apresentada uma composição formada por um polímero ligante (como poliuretanos, poliésteres, epóxis, polissiloxanos, dentre outros) e fosfato de alumínio amorfo (produzido através do método sol-gel).
- BR 11 2016 002168 1 (D26): Neste documento, é descrita uma composição de revestimento contendo:
 - pelo menos um organossilano com pelo menos um substituinte hidrolisável, como aminopropilalcoxissilano;
 - no mínimo um oligômero de silano funcional solúvel e/ou dispersável em água;
 - no mínimo um composto de zircônio e/ou titânio solúvel em água, como ácido fluorotitânico.

A composição pode ser preparada de acordo com as seguintes etapas:

- i. Dissolução do organossilano em água com pH ácido, o qual é posteriormente ajustado para 3-6;
- ii. Dispersão/dissolução do oligômero de silano funcional;
- iii. Dispersão/dissolução dos compostos de zircônio/titânio e de eventuais substâncias que possam ser utilizadas. Esta etapa pode, ainda, ocorrer antes das duas anteriores.

A composição pode ser aplicada através das técnicas convencionais, como imersão, pulverização e eletrogalvanização.

- PI 0903839-6 (D27): O documento apresenta um processo de fabricação de revestimento formado a partir de um sol-gel contendo:
 - um ácido orgânico bifuncional, como ácido cítrico;
 - um álcool bifuncional, como etilenoglicol;
 - um complexo de nióbio, como oxalato de nióbio e amônio.
 A forma de aplicação nas superfícies metálicas pode ser imersão, pulverização e *spin coating*.
- PI 0621249-2 (D28): Neste documento, há a descrição de um revestimento contendo:
 - um glicidiloxipropilalcoxissilano;
 - um sol de sílica aquosa com teor de sólidos maior que 1% p/p;
 - um ácido orgânico, como ácido acético;
 - um agente de reticulação: zirconato de n-propila, titanato de butila ou acetilacetato de titânio.

4.2.2 Principais depositantes e natureza das instituições

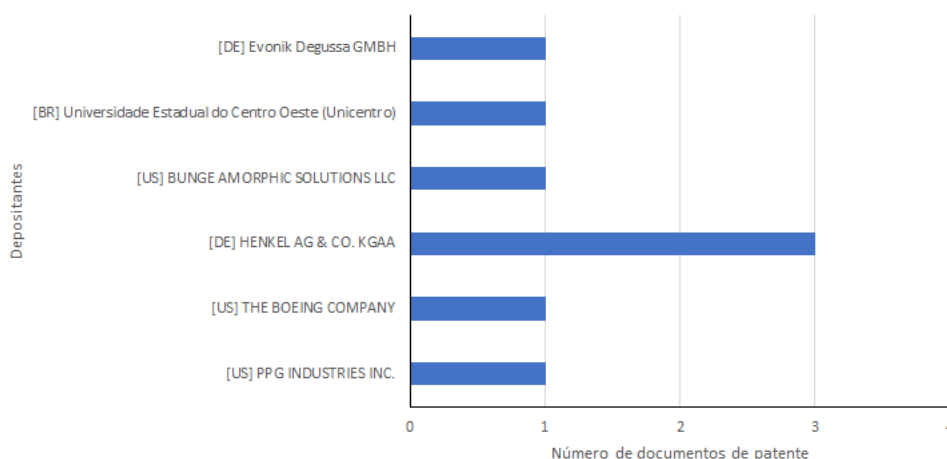


Gráfico 7 - Principais depositantes identificados nas buscas feitas na base de dados do INPI.

No Gráfico 7, estão evidenciados os principais depositantes identificados nas buscas. Nota-se a presença de três empresas norte-americanas (*Bunge Amorphous Solutions LLC*, *The Boeing Company* e *PPG Industries Inc.*), duas alemãs (*Evonik Degussa GMBH* e *Henkel AG & Co.*

KGAA) e apenas 1 (uma) instituição brasileira (Universidade Estadual do Centro Oeste).

É interessante observar que, ao contrário do cenário global, não houve registro de depositante de origem chinesa nos documentos brasileiros analisados. Isto indica a diferença de estratégia seguida pelas empresas chinesas em relação às identificadas no Gráfico 7. Provavelmente, proteger as tecnologias no Brasil não seja do interesse de tais companhias por questões estratégicas (por exemplo, não teriam encontrado no país empresas capazes de reproduzir a tecnologia. Neste cenário, empresas interessadas teriam de procurá-los, seja para comprar o produto final, seja para negociar a transferência de tecnologia).

Outro ponto a ser destacado é que a única instituição brasileira mencionada no Gráfico 7 é uma instituição de ensino e pesquisa. Com base nos resultados analisados, não há registro de documento de patente cujo depositante tenha sido uma empresa privada brasileira, indicando que o desenvolvimento de tecnologias sol-gel ainda não ultrapassou os limites do laboratório de P&D no Brasil, ao mesmo tempo que ressalta o potencial de mercado que o país ainda apresenta para interessados em desenvolver/explorar tecnologias envolvendo revestimento anticorrosivos e relacionados ao processo sol-gel.

Dentre os depositantes mencionados, a empresa *Henkel* apresenta o maior número de documentos de patente (3 documentos). A Tabelas 23 e 24 contêm os números dos pedidos e os títulos dos documentos obtidos.

Tabela 23 - Portfólio de documentos de patente da *Henkel AG & Co. KGAA* identificados ao longo das buscas na base de dados do INPI (continua).

Número do documento de patente	Título	Quadro reivindicatório depositado
BR 11 2015 022066 5	“Revestimento de sol-gel resistente à corrosão no ambiente curável e composição e processo para fazer o mesmo”	10 reivindicações de composição; 3 reivindicações de método.

Tabela 24 - Portfólio de documentos de patente da Henkel AG & Co. KGAA identificados ao longo das buscas na base de dados do INPI (continuação).

Número do documento de patente	Título	Quadro reivindicatório depositado
BR 11 2012 031395 9	“Revestimento sol-gel resistente à corrosão e composição e processo para sua fabricação”	11 reivindicações de composição; 5 reivindicações de método.
BR 11 2016 002168 1	“Composição de revestimento para pré-tratamento de superfície de metal, sua preparação e uso da mesma”	15 reivindicações de composição; 2 reivindicações de processo; 1 reivindicação de produto.

Nas Tabelas 23 e 24, percebe-se pelas reivindicações apresentadas no ato do depósito a intenção da empresa em proteger as composições dos revestimentos e os processos de fabricação, e até mesmo o material final já revestido. Tal motivação faz todo sentido, visto que a empresa possui, no Brasil, uma unidade de negócios focada em selantes e tratamentos de superfície (HENKEL, 2020). Logo, a proteção das composições e processos é essencial para a sua atividade.

A Tabela 25 abaixo, por fim, contém o *status* de todos os documentos obtidos pela base de dados do INPI e considerados válidos para este estudo, a fim de identificar quais tecnologias estão protegidas.

Tabela 25 - Andamento processual dos documentos de patente obtidos na base de dados do INPI.

Pedido	Título	Status
PI 8705242-3	“Processos de preparação de um polímero de organoalcoxissilano/óxido metálico, de um polímero de organoalcoxissilano/alumina e de uma composição de revestimento; composição de revestimento opticamente transparente e processo para a sua preparação de uma composição sol-gel; processos de formação de uma rede polimérica e de preparação de um polímero híbrido; composição de revestimento para deposição para deposição pirolítica de uma película e processo para sua deposição”	Pedido arquivado por falta de cumprimento ou contestação à exigência feita pelo INPI (Art. 19 § 5º do CPI (BRASIL, 1971))
BR 10 2015 029421 2	“Material de revestimento inibidor de corrosão, estrutura laminada, e método para formar um sol-gel inibidor de corrosão”	Aguardando exame técnico para avaliação dos requisitos de patenteabilidade
BR 11 2015 022066 5	“Revestimento de sol-gel resistente à corrosão no ambiente curável e composição e processo para fazer o mesmo”	Aguardando exame técnico para avaliação dos requisitos de patenteabilidade
BR 11 2012 031395 9	“Revestimento sol-gel resistente à corrosão e composição e processo para sua fabricação”	Pedido sob exame técnico
BR 11 2016 002168 1	“Composição de revestimento para pré-tratamento de superfície de metal, sua preparação e uso da mesma”	Aguardando exame técnico para avaliação dos requisitos de patenteabilidade
BR 11 2013 009084 7	“Composições de revestimento com propriedades contra corrosão”	Pedido arquivado por falta de pagamento de anuidade
PI 0903839-6	“Filme de óxido de nióbio inibidor de corrosão de superfícies metálicas substituto a cromação”	Patente concedida
PI 0621249-2	“Composição sol-gel, processo para sua preparação e seus usos”	Patente concedida

Primeiramente, através das Tabelas 21 e 22, percebemos que já há tecnologias com potencial anticorrosivo e envolvendo o processo sol-gel protegidas pelo sistema de patentes em território brasileiro. Logo, os titulares das patentes neste caso, a Universidade Estadual do Centro Oeste e a empresa alemã *Evonik Degussa GMBH*, têm o direito de impedir pessoas (físicas e jurídicas) de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar o

produto/processo protegido pela patente, conforme escrito no Art. 42 da LPI – salvo algumas exceções, como produção voltada a estudos ou pesquisas científicas, especificadas no Art. 43 da mesma Lei.

A maioria dos documentos, no entanto, ainda não foi concedida. Os pedidos BR 10 2015 029421 2, BR 11 2015 022066 5 e BR 11 2016 002168 1 estão aguardando o início do exame técnico do INPI, enquanto o pedido BR 11 2012 031395 9 já está na etapa de exame. Após a verificação de todas as seções que compõem um pedido de patente descritas na seção 2.2.1.2 deste trabalho, o INPI divulgará se o pedido está apto a ser concedido (ou não), ou se necessita de algum ajuste para tal, de acordo com os ditames dos Art. 35 a 37 da LPI.

O pedido BR 11 2013 009084 7, por sua vez, não chegou a ser concedido. Foi arquivado por falta de pagamento das anuidades⁷. Tal cenário é interessante do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico. Como o pedido foi arquivado e expiraram os prazos possíveis para que o requerente pudesse reverter tal decisão, a invenção descrita no pedido pode ser livremente utilizada por qualquer pessoa. Sendo assim, pode ser empregada como um conhecimento fundamental para a elaboração de outra invenção, podendo esta ser patenteada caso apresente novidade, atividade inventiva e aplicação industrial conforme mencionado na seção 2.2.1.3.

Por fim, há o pedido PI 8705242-3. Para a compreensão de sua situação processual, deve-se fazer menção à lei anterior à LPI, a Lei 5.772 de 21 de dezembro de 1971 (denominada de Código da Propriedade Industrial – CPI). O sistema do INPI registra que o pedido em questão foi arquivado por falta de cumprimento ou contestação de exigência feita, na época, pelo Instituto, conforme determinado pelo Art.19 §5º do CPI (BRASIL, 1971):

Art. 19. Publicado o pedido de exame, correrá o prazo de noventa dias para apresentação de eventuais oposições, dando-se ciência ao depositante.

[...]

§ 5º A exigência não cumprida ou não contestada no prazo de noventa dias acarretará o arquivamento do pedido, encerrando-se a instância administrativa. (BRASIL, 1971)

⁷ Taxas anuais que devem ser pagas a fim de manter o pedido/patente em vigor.

Sendo assim, o objeto descrito no pedido PI 8705242-3 se encontra na mesma situação do objeto do pedido BR 11 2013 009084 7, podendo ser explorado livremente por qualquer pessoa e, a tecnologia descrita, poderá ser utilizada como suporte para o desenvolvimento de outras invenções.

Considerando os dados obtidos, entende-se que o desenvolvimento de revestimentos anticorrosivos a partir de precursores orgânico-inorgânicos e envolvendo o processo sol-gel ainda não está plenamente desenvolvido para entrada no mercado consumidor brasileiro, devido à quantidade pequena de documentos obtidos na base de dados do INPI. Esta área se encontra mais desenvolvida no exterior, onde é possível ver a atuação de empresas privadas na proteção às invenções. Porém, ainda é determinante a presença de instituições de pesquisa/universidades como depositantes, mostrando que ainda é uma área de estudo que atrai o interesse da comunidade científica e com potencial para expansão.

Para o Brasil, se trata ainda de um campo pouco explorado. Considerando os documentos não protegidos no país e que já estão no estado da técnica, tais tecnologias estão disponíveis para exploração. No contexto atual, onde se tem buscado alternativas de interação com a natureza mais sustentáveis, o uso do processo sol-gel na produção de revestimentos anticorrosivos se mostra como um campo de atuação promissor para o investimento.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas buscas no *Espacenet* e na base de dados do INPI, conclui-se que:

- O desenvolvimento de revestimentos com natureza híbrida e produzidos, direta ou indiretamente, pelo processo sol-gel ainda é incipiente no Brasil, havendo espaço para a proteção de diversas tecnologias no país.

- A maioria dos depositantes dos documentos analisados não considerou o Brasil um local estratégico para a inserção de seus objetos de proteção no mercado. Isto representa uma oportunidade interessante, pois tais invenções não protegidas no Brasil podem ser exploradas comercialmente sem que os depositantes dos documentos possam impedir.

- A maioria dos pedidos de patente de revestimentos anticorrosivos envolvendo processo sol-gel ainda não foi concedida. Alguns pedidos já estão arquivados, o que caracteriza oportunidades para a evolução destas tecnologias ou livre exploração destas no mercado nacional.

- A nível global, dentre todos os países identificados nas buscas, a China apresenta o maior número de depósitos de tecnologias com potencial atividade anticorrosiva associadas ao processo sol-gel. A Coreia do Sul e os Estados Unidos também apresentam papel de destaque, ocupando o segundo e terceiro lugares.

- Ao longo dos anos, houve oscilações na quantidade de depósitos de pedidos de patente de invenções com potencial atividade anticorrosiva e associadas ao processo sol-gel, justificado pelo fato de que se trata ainda de um campo técnico em pleno desenvolvimento e onde, eventualmente, surgem invenções capazes de serem protegidas pelo sistema de patentes, e invenções meramente incrementais, que não atendem aos requisitos de novidade e/ou atividade inventiva.

- Por meio da análise feita nos portfólios de documentos de patente da *The Boeing Company* e de *Tata Steel*, destaca-se a relevância do sistema de patentes para impedir concorrentes de uma empresa de utilizarem determinada invenção em um mercado consumidor estratégico e como esta estratégia de negócios pode variar de uma companhia à outra.

- Ainda no cenário global, a presença de diversos centros de pesquisa e/ou centros universitários indica que, embora se espere que a proteção por patente seja utilizada por empresas privadas, muitos centros universitários/de pesquisa também estão protegendo suas tecnologias a fim de que resultem em licenciamentos a empresários interessados e, ao final, os *royalties* sejam revertidos em fundos para as suas instituições.

- Por fim, observando o fato de que muitos depositantes chineses realizaram apenas um único depósito, enquanto a principal empresa a proteger suas invenções se localiza nos Estados Unidos, percebe-se que a relevância de um país quanto ao número de pedidos de depósito não significa, obrigatoriamente, que este possua em seu território uma empresa com atividade relevante em termos de uso estratégico do sistema de patentes para crescimento comercial.

6 REFERÊNCIAS

ABIQUEIM – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS QUÍMICAS. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira – 2018**. Disponível em [https://abiquim-files.s3-us-west-](https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho_da_Ind%C3%BAstria_Qu%C3%ADmica_Brasileira_R4_-_Abiquim_DIGITAL_1.pdf)

[2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho da Ind%C3%BAstria Qu%C3%ADmica Brasileira R4 - Abiquim DIGITAL 1.pdf](https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho_da_Ind%C3%BAstria_Qu%C3%ADmica_Brasileira_R4_-_Abiquim_DIGITAL_1.pdf).

Acessado em 24 de fevereiro de 2020.

ABRAFATI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE TINTAS. **O setor de tintas no Brasil**. Disponível em <https://www.abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/>. Acessado em 18 de junho de 2019.

ABRAFATI – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE TINTAS. **Glossário**. Disponível em <https://abrafati.com.br/glossario/>. Acessado em 25 de fevereiro de 2020.

ALFAYA, A. A. S.; KUBOTA, L. T. A Utilização de Materiais Obtidos pelo Processo de Sol-Gel na Construção de Biossensores. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 835-841, set./out. 2002.

ANGHINETTI, I. C. B. Introdução. In: _____. **Tintas, suas Propriedades e Aplicações Imobiliárias**. 2012. 59 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AHFRU/1/monografiainicial.pdf>. Acessado em: 12 de abril de 2020.

ARAÚJO, E. F.; BARBOSA, C. M.; QUEIROGA, E. S.; ALVES, F. F. Propriedade Intelectual: proteção e gestão estratégica do conhecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, supl. esp., p. 1-10, jul. 2010.

ATPS – African Technology Policy Studies Network. Technopolicy Brief 13 – What is *sui generis* system of intellectual property protection? Autora: Moni Wekesa. 2006. ISBN: 9966-916-71-7. Disponível em: https://atpsnet.org/wp-content/uploads/2017/05/technopolicy_brief_series_13.pdf#:~:text=Sui%20generis%20is%20a%20Latin%20term%20meaning%20%E2%80%9Ca,regime%20e%20specially%20tailored%20to%20meet%20a%20certain%20need. Acessado em 07 set. 2020.

BALTAZAR, L. F.; VILHA, A. O. M.; FERREIRA, F. D.; CHINELLATO, A. C.; VIDOTTI, S. E.; RODRIGUES R. C. Patentes como fonte de informação tecnológica para subsídio à pesquisa: uma análise amostral da Universidade

Federal do ABC. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 4, p. 681-695, out./dez. 2017.

BANCZEK, E. P. **Desenvolvimento e caracterização de camadas de fosfato de zinco/níquel e zinco/nióbio**. 2008. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear-Materiais), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-18082009-181559/publico/EversonDoPradoBanczek.pdf>. Acessado em: 16 out. 2020.

BARBOSA, C. R. **Propriedade Intelectual. Introdução à propriedade Intelectual como Informação**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. xxiii, 227 p.

BARCELLOS, M. L. L. As bases conceituais da propriedade industrial segundo as quatro teorias elementares. In: _____. **As Bases Jurídicas da Propriedade Industrial e a sua Interpretação**. 2006. 156 f. Dissertação (Mestrado em Instituições de Direito do Estado), Programa de Pós-Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2504/1/000347314-Texto%2bCompleto-0.pdf> . Acessado em: 12 abr. 2020.

BOEING. **General Information**. Disponível em <https://www.boeing.com/company/general-info/>. Acessado em: 08 fev. 2020.

BRAITHWAITE, J.; DRAHOS, P. Chapter 7 – Property and Contract. In: _____. **Global Business Regulation**. Cambridge University Press, 2000. Disponível em <http://johnbraithwaite.com/wp-content/uploads/2016/06/Global-Business-Regulation.pdf>. Acessado em 26 jul. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 15 mai. 1996. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm. Acessado em 23 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 5.772, de 21 de dezembro de 1971. Institui o Código da Propriedade Industrial, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 31 dez. 1971. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5772.htm. Acessado em 28 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 5.648, de 11 de dezembro de 1970. Cria o Instituto Nacional da Propriedade Industrial e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 14 dez. 1970. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5648.htm. Acessado em 30 mar. 2020.

CAFÉ, Y. H. P. **Síntese de Nb₂O₅/Al₂O₃ via processo sol-gel como pré-tratamento alternativo para aço carbono AISI 1005**. 2016. 131 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em <http://objdig.ufrj.br/13/dissert/850283.pdf>. Acessado em: 16 out. 2020.

CARBONELL, D. J.; GARCÍA-CASAS, A., IZQUIERDO, J.; SOUTO, R. M.; GALVÁN J. C.; JIMÉNEZ-MORALES, A. Scanning electrochemical microscopy characterization of sol-gel coatings applied on AA2024-T3 substrate for corrosion protection. **Corrosion Science**, vol. 111, p. 625-636, out. 2016.

CERQUEIRA, J. G. **Tratado de Propriedade Industrial, Volume I – Da Propriedade Industrial e do Objeto dos Direitos**. v. 1, 3ª edição, Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. 371 p.

CRUZ, M. A Gênese do Sistema de Patentes. In: ____ **A norma do novo: fundamentos do sistema de patentes na modernidade e sua dissolução: filosofia, história e semântica**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018. 472 p.

DOS SANTOS, I. S. **Influência da preparação de superfície no desempenho de tintas de fundo aplicadas a estruturas marítimas sob proteção catódica**. 2018. 183 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos), Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <http://objdig.ufrj.br/61/dissert/864404.pdf>. Acessado em: 14 nov 2020.

ESPACENET. Base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO). Disponível em <https://worldwide.espacenet.com/>. Acessado em: 17 jun. 2019.

FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES E. R.; CONTADOR, J. C. Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 209-221, abril-junho 2009.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2014. 376 p.

HAMIDON, T. S.; HUSSIN, M. H. Susceptibility of hybrid sol-gel (TEOS-APTES) doped with caffeine as potent corrosion protective coatings for mild steel in 3.5 wt.% NaCl. **Progress in Organic Coatings**, vol. 140, 105478, 2020.

HATTE, Q.; DUBOS, P.; GUITTER, N.; RICHARD-PLOUET, M.; CASARI, P. Influence of relative humidity and temperature on the sol-gel transition of a

siloxane surface treatment. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 90, p. 230-240, fev. 2019.

HAYS, G. **Now is the Time**. In: The World Corrosion Organization. Disponível em http://corrosion.org/wco_media/nowisthetime.pdf . Acesso em: 31 de julho de 2016.

HENKEL. **Empresa – Henkel no Brasil**. Disponível em <https://www.henkel.com.br/empresa>. Acessado em 26 de fevereiro de 2020.

INPI. **Perguntas frequentes – Patente**. Disponível em <http://www.inpi.gov.br/servicos/perguntas-frequentes-paginas-internas/perguntas-frequentes-patente#patente>. Acessado em 23 de fevereiro de 2020. Devido à reformulação do site do INPI, o endereço atual é <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/patentes#patente>.

INPI. **Introdução à Classificação Cooperativa de Patentes (CPC) – Anexo III**. Disponível em <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/arquivos-cepit/TUTORIALDECLASSIFICACAOCPC13122017AnexoIII.pdf>. Apresentação em formato PDF. Acessado em 05 abr. 2020.

INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Prospecção Tecnológica: Metodologias e Experiências Nacionais e Internacionais. Nota Técnica 14. Projeto CTPETRO – Tendências Tecnológicas**. Janeiro de 2003. Disponível em < http://www.davi.ws/prospeccao_tecnologica.pdf >. Acessado em 18 de junho de 2019.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). **ISO 8501-1:2007(en). Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings**. Geneva: ISO, 2007.

JONES, D.A. **Principles and Prevention of Corrosion**. 2ª Edição. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996. 572 p.

KUBRUSLY, J. C.S. **O contexto histórico da aprovação da lei da propriedade industrial e suas consequências: os estudos dos critérios de análise, avaliação da constitucionalidade e da possibilidade de nulidade das patentes pipelines**. 2010. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação). Coordenação de Pesquisa e Educação em Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro, 2010.

LIN, B.; LU, J.; KONG, G. Synergistic corrosion protection for galvanized steel by phosphating and sodium silicate post-sealing. **Surface & Coatings Technology**, v. 202, p. 1831-1838, 2008.

MADEIRA, L. S. Prospecção Tecnológica. In: _____. **Prospecção tecnológica através de patentes para produção de proteínas terapêuticas de interesse brasileiro**. 2013. 237 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://186.202.79.107/download/depositos-de-patentes-para-producao-de-proteinas-terapeuticas.pdf>. Acessado em: 12 de abril de 2020.

MALAGRICI, M. **O desenvolvimento do sistema contemporâneo de patentes brasileiro e a evolução do patenteamento no país no período de 1970 a 2004**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação). Academia da Propriedade Intelectual, Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), 2009.

NEZAMDOUST, S.; SEIFZADEH, D. rGO@APTES/hybrid sol-gel nanocomposite for corrosion protection of 2024 aluminum alloy. **Progress in Organic Chemistry**, v. 109, p. 97-109, 2017.

NUNES, J. O Uso da Informação Tecnológica Contida nos Documentos de Patentes. In: **II Seminário de Propriedade Intelectual e Empreendedorismo Tecnológico e II Workshop de Propriedade Intelectual e Inovação Tecnológica**. 2010, Teresina. Disponível em [http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/nintec/arquivos/files/Uso%20da%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica%20-%20Jeziel\(1\).pdf](http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/nintec/arquivos/files/Uso%20da%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica%20-%20Jeziel(1).pdf). Acesso em 24 de setembro de 2016.

OLIVEIRA, M.F.; DE SANTANA, H.; GRASSI, M.; RODRIGUES, P.R.P.; GALLINA, A.L. Estudo comparativo da fosfatização inorgânica e orgânica do aço carbono 1008 quanto à resistência à corrosão. **Revista Matéria**, v. 18, n. 3, p. 1395-1409, Rio de Janeiro, jul./set. 2013.

PIERRE, A.C. Introduction to Sol-gel Processing. In: KLEIN, L. (org.). **The Kluwer International Series in Sol-gel Processing: Technology and Applications**. Springer Science+Business Media, LLC, Rutgers, State University of New Jersey, 1998.

ROSETO-NAVARRO, N.C.; PAUSSA, L.; ANDREATTA, F.; CASTRO, Y.; DURÁN, A.; APARICIO, M.; FEDRIZZI, L. Optimization of hybrid sol-gel coatings by combination of layers with complementary properties for corrosion

protection of AA2024. **Progress in Organic Coatings**, v. 69, n. 2, p. 167-174, out. 2010.

SENANI, S.; CAMPAZZI, E.; VILLATTE, M.; DRUEZ, C. Potentiality of UV-cured hybrid sol-gel coatings for aeronautical metallic substrate protection. **Surface & Coatings Technology**, v. 227, p. 32-37, jul. 2013.

SILVEIRA, N. **Propriedade Intelectual: propriedade industrial, direito de autor, software, cultivares, nome empresarial**. 4ª edição, Barueri: Manole, 2011. 373 p.

SU, H.; CHEN, P.; LIN, C. Sol-gel coatings doped with organosilane and cerium to improve the properties of hot-dip galvanized steel. **Corrosion Science**, vol. 102, p. 63-71, jan. 2016.

TATA STEEL. **Tata Group Profile**. Disponível em <https://www.tatasteel.com/corporate/our-organisation/tata-group-profile/>. Acessado em: 08 fev. 2020.

VASCONCELOS, M. C. N.; DE FARIAS, G. B. Informação científica e tecnológica: análise das publicações periódicas da área da ciência da informação. **Revista Digital Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, São Paulo, v.16, n.1, p. 238-259, jan./abr. 2018.

WANG, D.; BIERWAGEN, G. P. Sol-gel coatings on metals for corrosion protection. **Progress in Organic Coatings**, v. 64, n. 4, p. 327-338, mar. 2009.

WIPO – World Intellectual Property Organization. Chapter 2: What is the PCT? **The PCT Applicant's Guide**. Disponível em https://www.wipo.int/pct/en/guide/ip02.html#_chapt2. Acessado em 16 jun. 2019.

WIPO – World Intellectual Property Organization. **World Intellectual Property Indicators 2019**. Relatório online, Genebra, Suíça. Disponível em https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf. Acessado em 05 jan. 2020.

WIPO – World Intellectual Property Organization. Objectives of the IPC. **Guide to the International Patent Classification – Version 2019**. Documento online. Disponível em

http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/em/wipo_guide_ipc_2019.pdf. Acessado em 24 fev. 2020.

WIPO – World Intellectual Property Organization. What is the relation between the IPC and CPC? **International Patent Classification: Frequently Asked Questions**. Disponível em <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/faq/>. Acessado em 05 abr. 2020.

WIPO – World Intellectual Property Organization. **DL-101 Curso Geral de Propriedade Intelectual - DL101PBR**. Curso online disponibilizado pela WIPO, 2015.

WIPO – World Intellectual Property Organization. **Paris Convention for the Protection of Industrial Property**, of March 20, 1883. Disponível em <https://wipolex.wipo.int/en/text/287556>. Acessado em 19 jul. 2020.

WIPO – World Intellectual Property Organization. **WIPO Intellectual Property Handbook**. WIPO Publication nº 489 (E), ISBN 978-92-805-1291-5, 2004. Disponível em https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_489.pdf. Acessado em 07 set. 2020.

ZHANG, F.; JU, P.; PAN, M.; ZHANG, D.; HUANG, Y.; LI, G.; LI, X. Self-healing mechanisms in smart protective coatings: A review. **Corrosion Science**, v. 144, p. 74-88, nov. 2018.

ZHOU, W.; LIU, M.; CHEN, N; SUN, X. Corrosion properties of sol-gel coatings on phosphated carbon steel in sodium chloride solution. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 76, p. 358-371, jul. 2015.

ANEXO A – imagens representativas dos graus de corrosão de superfície de aço, estabelecidos pela norma ISO 8501-1:2007

Grau de corrosão

Imagem representativa

A



B



Grau de corrosão

Imagem representativa

C



D



ANEXO B - Imagens representativas das classificações de tratamento de superfície de aço, estabelecidas pela norma ISO 8501-1:2007

Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau A

**Classificação de
tratamento de
superfície**

Imagem representativa

ASa2½



ASa3



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau B (continua)

Classificação de
tratamento de
superfície

Imagem representativa

BSa1



BSa2



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau B (continuação)

Classificação de
tratamento de
superfície

Imagem representativa

BSa2 $\frac{1}{2}$



BSa3



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau C (continua)

**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

CSa1



CSa2



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau C (continuação)

**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

CSa2 $\frac{1}{2}$



CSa3



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau D (continua)

**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

DSa1



DSa2



Tratamento por jateamento abrasivo em superfícies de aço grau D (continuação)

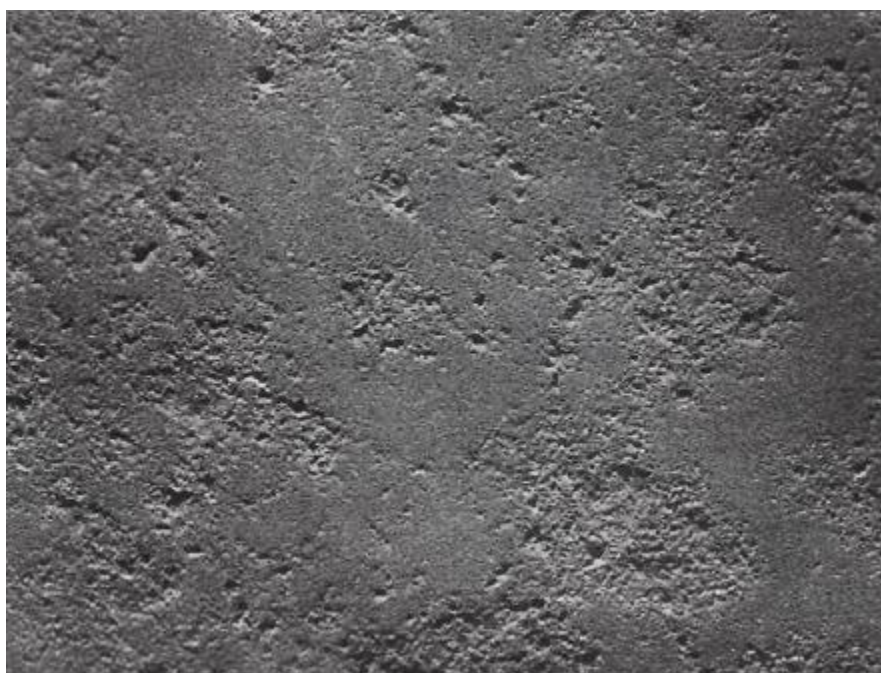
**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

DSa2½



DSa3



Tratamento com ferramentas manuais ou mecânicas em superfícies de aço grau B

**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

BSt2



BSt3



Tratamento com ferramentas manuais ou mecânicas em superfícies de aço grau C

Classificação
de tratamento
de superfície

Imagem representativa

CSt2



CSt3



Tratamento com ferramentas manuais ou mecânicas em superfícies de aço grau D

**Classificação
de tratamento
de superfície**

Imagem representativa

DSt2



DSt3



Tratamento com chama em superfícies de aço (continua)

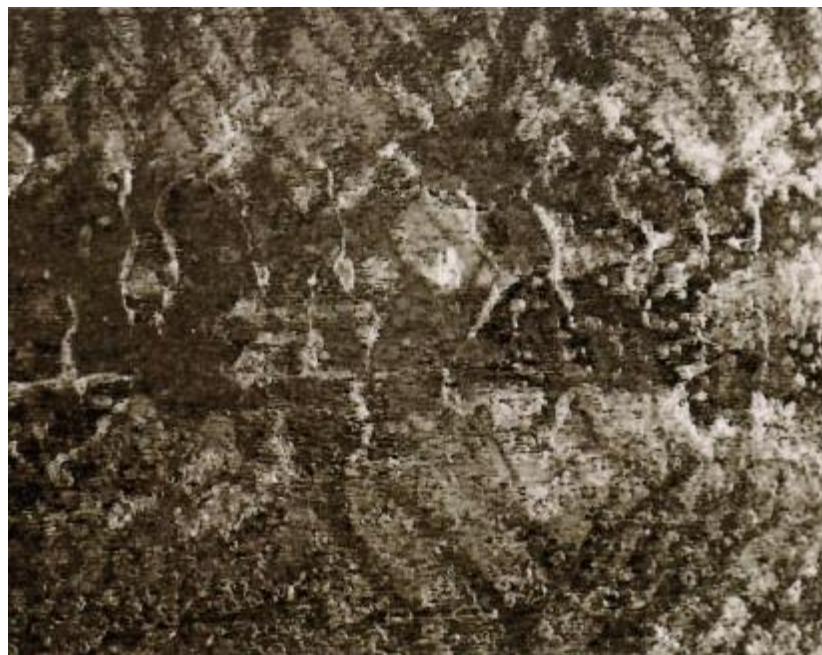
**Classificação de
tratamento de
superfície**

Imagem representativa

A FI



B FI



Tratamento com chama em superfícies de aço (continuação)

Classificação de
tratamento de
superfície

Imagem representativa

C FI



D FI

