



# **ESTUDO TECNOLÓGICO E MERCADOLÓGICO EM CORROSÃO NA INDÚSTRIA NAVAL E ESTRUTURAS OCEÂNICAS**

**Marcelo Machado de Oliveira  
Raphael Alves de Melo**

**Projeto Final em Engenharia Química**

Orientador

**Prof. Ladimir José de Carvalho, D.Sc.**

**Junho de 2017**

# ESTUDO TECNOLÓGICO E MERCADOLÓGICO EM CORROSÃO NA INDÚSTRIA NAVAL E ESTRUTURAS OCEÂNICAS


*Marcelo Machado de Oliveira*  
*Raphael Alves de Melo*

Projeto Final submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:



Estevão Freire, D.Sc.

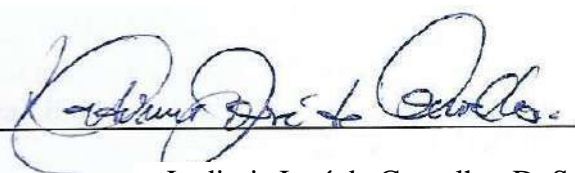


Simone Louise Delarue C. Brasil, D.Sc.



José Eduardo Pessoa de Andrade, M.Sc.

Orientado por:



Ladimir José de Carvalho, D. Sc

Rio de Janeiro, RJ – Brasil  
Junho de 2017

## **Ficha Catalográfica**

De Oliveira, Marcelo Machado.  
De Melo, Raphael Alves

Corrosão na Indústria Naval e Estruturas Oceânicas: Estudo Tecnológico e Mercadológico/  
Marcelo Machado de Oliveira, Raphael Alves de Melo. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2017.

ix, 80 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2017.

Orientador: Ladimir José de Carvalho.

1. Estudo Tecnológico e Mercadológico. 2. Corrosão 3. Indústria Naval. 4. Monografia.  
(Graduação – UFRJ/EQ). 5. Ladimir José de Carvalho, D.Sc.. I. Estudo Tecnológico e  
Mercadológico em Corrosão na Indústria Naval e Estruturas Oceânicas.

Dedico à minha família que sempre me apoiou nas minhas escolhas e me deu todo o suporte necessário para alcançar os meus sonhos.

- Marcelo Machado de Oliveira

Dedico aos meus pais, pelos esforços e apoio incondicional, aos amigos, que compartilharam comigo essa jornada de desafios, e à minha namorada que me fortaleceu e me apoiou em momentos de grande esforço e incerteza.

- Raphael Alves de Melo

Resumo do Projeto Final de curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

## **ESTUDO TECNOLÓGICO E MERCADOLÓGICO EM CORROSÃO NA INDÚSTRIA NAVAL E ESTRUTURAS OCEÂNICAS**

Marcelo Machado de Oliveira  
Raphael Alves de Melo

Junho, 2017

Orientador: Prof. Ladimir José de Carvalho, D.Sc.

A corrosão é um assunto bastante presente no cotidiano da população brasileira, que impacta desde a preservação dos espaços públicos, tais como pontes, ciclovias, monumentos, meios de transportes, entre outros, até operações de plantas industriais, exploração de petróleo e navios em geral. Estima-se que os gastos com o controle e combate à corrosão de um país equivalem a 1% a 5% do Produto Interno Bruto do mesmo, sendo um dos maiores problemas enfrentados pela indústria mundial. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar e disponibilizar informações tecnológicas e mercadológicas da corrosão e técnicas anticorrosivas na indústria naval e estruturas oceânicas. Através destas análises, puderam ser mapeados os desenvolvimentos científicos e tecnológicos com potencial de atuação e influência significativos na indústria naval, assim como destacar as tendências, inovações tecnológicas e projeções de mercado no setor. A metodologia utilizada no estudo tecnológico se baseou no *Forecasting* em adição à análise de patentes da base de dados nacionais do INPI. Foi realizada uma prospecção tecnológica com palavras-chave previamente definidas, abrangendo uma pesquisa de 233 pedidos e concessões de patentes, dentre os quais foram analisados as que se enquadravam no tema deste projeto, resultando em um total de 61 patentes. Os tópicos analisados que compreenderam os pedidos de patentes foram a distribuição por localidade, a evolução temporal, a distribuição por tipo de depositante, os setores industriais das tecnologias, os tipos de tecnologias anticorrosivas, as aplicações na indústria naval, a situação jurídica das patentes e as propriedades das tecnologias prospectadas. Os principais resultados abrangeram o despontamento de soluções tecnológicas a partir dos anos 2000, o maior investimento em tecnologias de revestimento anticorrosivo por empresas estrangeiras e de proteção catódica por empresas nacionais, a grande destinação de patentes de revestimentos para soluções tecnológicas no setor de óleo e gás, apesar deste não criar muitas inovações desta técnica e o predomínio de patentes solicitadas. O estudo mercadológico consistiu em análises feitas com base em revistas técnicas, estudos e relatórios realizados por associações e entidades envolvidas nos setores de interesse. Este discutiu o panorama do setor naval brasileiro e indicou a relação deste setor com o mercado das atividades que envolvem a corrosão, suas perspectivas, oportunidades e ameaças, o panorama tecnológico nacional e mundial. Nesse sentido, relataram-se as demandas e oportunidades das tecnologias de corrosão na indústria naval e buscou relaciona-las com o estudo tecnológico e o segmento de tintas anticorrosivas no país e apresentou-se estimativas de tamanho de mercado, gastos com o tratamento e combate da corrosão, os perfis de inovação das empresas brasileiras do setor e a competitividade da indústria química brasileira. O estudo deixa claro a boa perspectiva de crescimento econômico do setor naval a longo prazo, apesar do atual momento ruim e que as melhores oportunidades de investimento em tecnologias são em tintas inteligentes e soluções para tanques de lastro.

# ÍNDICE

Objetivo e Estrutura do Trabalho.....	1
Capítulo I – Introdução.....	2
Capítulo II – Revisão Bibliográfica .....	4
II.1 Corrosão .....	4
II.1.1 Breve Histórico .....	4
II.1.2 Definição e importância .....	5
II.1.3 Mecanismos de Corrosão .....	6
II.1.4 Morfologias da Corrosão .....	9
II.1.5 Meios Corrosivos.....	10
II.2 Indústria Naval e Estruturas Oceânicas.....	14
II.2.1 Breve Histórico .....	15
II.2.2 Classificação .....	17
II.3 Proteção contra corrosão na Indústria Naval e estruturas oceânicas .....	18
II.3.1 Preparo da superfície para revestimento .....	18
II.3.2 Revestimentos.....	19
II.3.3 Proteção catódica.....	25
Capítulo III – Estudo Tecnológico .....	29
III.1- Metodologia do Estudo Tecnológico de patente.....	31
III.1.1 – Patentes de corrosão na indústria naval.....	33
III.2 – Resultados e Discussão do estudo .....	35
III.2.1– Distribuição das patentes por Localidade .....	35
III.2.2 – Evolução temporal dos pedidos de patentes.....	37
III.2.3 – Distribuição de patentes por tipo de depositante .....	41
III.2.4- Análise dos setores industriais das tecnologias.....	45
III.2.5- Análise dos tipos de tecnologias anticorrosivas .....	48
III.2.6- Aplicações das tecnologias na Indústria Naval .....	54
III.2.7- Análise por situação jurídica da patente.....	57
III.2.8- Propriedades complementares das tecnologias prospectadas .....	60
Capítulo IV – Estudo Mercadológico .....	62
IV.1- Panorama do Setor Naval .....	62
IV.1.1 O Cenário Mundial .....	64
IV.1.2 O Cenário Brasileiro .....	64

IV.1.3 Oportunidades .....	65
IV.1.4 Ameaças e Desafios.....	65
IV.2- Panorama Tecnológico .....	66
IV.3- Segmento de Revestimentos Anticorrosivos.....	70
Capítulo V – Conclusões .....	75
Referências Bibliográficas .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura I.1</b>	Corrosão em navio.....	3
<b>Figura II.1</b>	Pilha eletroquímica.....	7
<b>Figura II.2</b>	Estrutura dos constituintes da tinta líquida.....	22
<b>Figura II.3</b>	Processo corrosivo de superfícies metálicas submersas em água c/ eletrólito..	26
<b>Figura II.4</b>	Esquema de proteção catódica.....	27
<b>Figura III.1</b>	Objetivos da prospecção tecnológica.....	29
<b>Figura III.2</b>	Patentes prospectadas e patentes utilizadas.....	34
<b>Figura III.3</b>	Distribuição de patentes por países.....	36
<b>Figura III.4</b>	Distribuição de patentes por países.....	36
<b>Figura III.5</b>	Distribuição de patentes brasileiras por Estados.....	37
<b>Figura III.6</b>	Evolução cronológica de patentes da Corrosão na Indústria naval.....	38
<b>Figura III.7</b>	Evolução de patentes por décadas da Corrosão na Indústria naval.....	38
<b>Figura III.8</b>	Evolução cronológica de patentes nacionais da Corrosão na Indústria naval...	39
<b>Figura III.9</b>	Evolução cronológica de patentes da Proteção catódica na Indústria naval ....	40
<b>Figura III.10</b>	Evolução cronológica de patentes do Revest. anticorrosivo na Ind. Naval.....	40
<b>Figura III.11</b>	Análise por depositantes.....	41
<b>Figura III.12</b>	Análise por Depositantes nacionais.....	44
<b>Figura III.13</b>	Setores industriais das patentes depositadas.....	45
<b>Figura III.14</b>	Setores industriais das patentes brasileiras depositadas.....	46
<b>Figura III.15</b>	Setores industriais das patentes de Proteção Catódica.....	47
<b>Figura III.16</b>	Setores industriais das patentes de Revestimentos Anticorrosivos.....	47
<b>Figura III.17</b>	Tipos de técnicas anticorrosivas.....	49
<b>Figura III.18</b>	Tipos de técnicas anticorrosivas em patentes brasileiras.....	49
<b>Figura III.19</b>	Distribuição dos tipos de Proteção Catódica para 14 patentes.....	50
<b>Figura III.20</b>	Distribuição dos tipos de Proteção Catódica para 5 patentes brasileiras.....	51
<b>Figura III.21</b>	Tipos de Revestimento anticorrosivo de 42 patentes.....	51
<b>Figura III.22</b>	Tipos de Revestimento anticorrosivo de 4 patentes brasileiras.....	52
<b>Figura III.23</b>	Distribuição de patentes por aplicações.....	55
<b>Figura III.24</b>	Distribuição de patentes brasileiras por aplicações.....	55
<b>Figura III.25</b>	Distribuição da Proteção catódica por aplicações.....	56
<b>Figura III.26</b>	Distribuição do Revestimento Anticorrosivo por aplicações.....	56



<b>Figura III.27</b>	Distribuição por situação jurídica de patentes.....	58
<b>Figura III.28</b>	Distribuição por situação jurídica de patentes brasileiras.....	58
<b>Figura III.29</b>	Distribuição da proteção catódica por situação jurídica de 14 patentes.....	59
<b>Figura III.30</b>	Distribuição de Revestimentos anticorrosivos por situação jurídica.....	59
<b>Figura III.31</b>	Distribuição das propriedades das 61 patentes.....	60
<b>Figura III.32</b>	Distribuição das propriedades das 12 patentes brasileiras.....	61
<b>Figura IV.1</b>	Ciclo de vida de uma embarcação.....	63
<b>Figura IV.2</b>	Volume total de tintas produzidas em 2016 no Brasil por tipo de indústria.....	72
<b>Figura IV.3</b>	Faturamento total de tintas prod. em 2016 no Brasil por tipo de indústria.....	73

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela II.1</b>	Salinidade em oceanos e mares.....	12
<b>Tabela II.2</b>	Concentração de sais em água do mar.....	13
<b>Tabela II.3</b>	Difusão de cloreto de sódio em películas de tintas.....	24
<b>Tabela III.1</b>	Métodos, objetivos, vantagens e desvantagens da prospecção tecnológica.....	30
<b>Tabela III.2</b>	Estratégia da busca para as patentes em base nacional.....	32
<b>Tabela III.3</b>	61 patentes prospectadas.....	34
<b>Tabela III.4</b>	Universidades depositantes.....	41
<b>Tabela III.5</b>	Empresas depositantes.....	42
<b>Tabela III.6</b>	Empresas e Universidades brasileiras depositantes.....	44
<b>Tabela III.7</b>	Anodos de sacrifício das tecnologias de proteção catódica.....	52
<b>Tabela III.8</b>	Composição dos Revestimentos Anticorrosivos.....	53
<b>Tabela IV.1</b>	Origem dos itens utilizados para a construção de navios petroleiros.....	63
<b>Tabela IV.2</b>	Evolução do faturamento líquido por segmento.....	71

## **Objetivo e Estrutura do Trabalho**

Este trabalho tem como objetivo analisar e disponibilizar informações tecnológicas e mercadológicas da corrosão e técnicas anticorrosivas na indústria naval e estruturas oceânicas.

O estudo é apresentado a partir das prospecções tecnológicas e mercadológicas que integram o processo de gestão tecnológica, que visam agregar a previsão de possíveis impactos, sejam sociais, econômicos ou ambientais e que envolvem esforços sistemáticos para avaliar o conjunto de fatores e atores envolvidos no processo de inovação, assim como a relação entre eles, propondo antecipar e entender a evolução, características e efeitos das mudanças tecnológicas (TIGRE, 2006). Estas prospecções são um processo de inteligência competitiva, que fornecem panoramas de linhas investigação evidenciando os principais e novos nichos de mercado a partir da informação disponível em todo o mundo. Através destas análises, podem-se mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos com potencial de atuação e influência significativos em determinada indústria, assim como destacar inovações tecnológicas no setor (KUPFER E TIGRE, 2004).

Neste contexto, as prospecções feitas tiveram a finalidade de evidenciar as tendências tecnológicas e projeções de mercado a curto e longo prazo dos meios de proteção contra a corrosão na indústria naval brasileira.

Este projeto final está estruturado em cinco capítulos, como mostrado abaixo:

- Capítulo I – Introdução
- Capítulo II- Revisão Bibliográfica
- Capítulo III – Estudo Tecnológico
- Capítulo IV – Estudo Mercadológico
- Capítulo V- Conclusões

## Capítulo I – Introdução

A corrosão é um assunto de extrema importância para a indústria e para sociedade como um todo. Sua ação pode impactar desde os custos de operação uma planta industrial até questões sociais, como a preservação dos espaços públicos nas orlas de cidades litorâneas, as quais sofrem continuamente corrosão pela ação da maresia. Por isso, esse é um assunto muito presente no cotidiano.

Para a engenharia, na verdade, esse é um tema que envolve inúmeros aspectos e conceitos. Cada um dos quais influencia de sua maneira as características de um problema corrosivo. Por isso, ao abordar um desafio como esse, é preciso considerar elementos e parâmetros referentes ao material metálico, ao meio corrosivo e às condições operacionais. Dessa forma, será possível indicar o material adequado para determinado meio ou realizar uma proteção assertiva a um equipamento industrial, por exemplo (GENTIL, 2011).

O fenômeno corrosivo é encontrado em diversos setores industriais. Gentil (2011) destaca alguns como a indústria química, a petroquímica, a naval e a de construção civil. Como é sabido, cada um desses pode ser bastante distinto com relação aos materiais empregados nas atividades produtivas, às condições de meio e de operação. Sendo assim, cada setor apresenta necessidades diferentes, que demandam métodos e tecnologias adequadas para atendê-las.

O presente trabalho focalizou apenas no setor naval como objeto para o estudo que se propõe. Esse direcionamento se baseou no fato de, nessa indústria, ter-se um caso bastante desafiador com relação ao fenômeno corrosivo, devido, boa parte do material utilizado pelos estaleiros para a construção de navios envolve materiais metálicos, como o aço estrutural e chapas (SINAVAL, 2012). Estes enfrentam condições de extrema adversidade na água do mar por conta de sua variedade de sais, variações químicas e físicas, que propiciam a corrosão (GENTIL, 2011). Junto a isso, considerou-se a importância desse setor, que é mundialmente reconhecido como estratégico para os países, envolvendo forte apoio do Estado (FIRJAN, 2016). Nesse sentido, a indústria naval brasileira chegou a ser a segunda maior do mundo em 1970 e após alguns anos de recessão, vêm renascendo (SBARAI, 2012) e atualmente encara o cenário adverso da economia e da política no país.

Tendo em vista o desafio enfrentado pela indústria naval com relação aos problemas corrosivos, seu histórico e o contexto brasileiro atual, o presente estudo se propõe a situar profissionais e empresas do setor naval sobre os panoramas, tendências e novas tecnologias relativas ao combate à corrosão, com base nas análises realizadas. Além disso, por conta da

importância, evidenciada pelo próprio estudo tecnológico, dos revestimentos anticorrosivos para a indústria naval, considerou-se oportuno elucidar alguns aspectos de mercado referentes a esse segmento. À título de ilustração, a Figura I.1 abaixo revela o estado em que uma embarcação pode alcançar quando o controle da corrosão não é feito adequadamente.



Figura I.1- Corrosão em navio. Fonte: Pinterest.com

## **Capítulo II – Revisão Bibliográfica**

A revisão bibliográfica tem como base um levantamento preliminar na literatura no qual os assuntos relacionados ao tema do projeto foram pesquisados. Neste cenário, o objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos, técnicas, contexto histórico, exemplos e conjunturas presentes no setor da corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas.

O capítulo se inicia com uma revisão bibliográfica da corrosão, relatando a definição, importância, mecanismos, formas, meios corrosivos e um breve histórico. Posteriormente é definida e classificada a indústria naval e estruturas oceânicas, relacionando os setores em que esta indústria está diretamente ligada a partir de estratégias e informações de mercado. Um breve histórico é levantado no final deste tópico. Este capítulo é finalizado com a junção dos dois primeiros tópicos, relacionando as técnicas utilizadas na proteção anticorrosiva e a indústria naval, no qual são analisados o preparo da superfície, os tipos de revestimentos e a proteção catódica.

Após este capítulo, os estudos tecnológico e mercadológico poderão ser compreendidos com mais facilidade, visto que as premissas, concepções e definições já terão sido apresentadas. As pesquisas preliminares na literatura são mostradas a seguir.

### **II.1 Corrosão**

Primeiramente, para contextualização do tema é importante a elucidação de seu histórico. Em seguida, para o entendimento do assunto tratado neste texto, será abordada a definição de corrosão e sua importância.

#### **II.1.1 Breve Histórico**

Historicamente, a descoberta da oxidação dos materiais ocorreu concomitantemente com a descoberta das pilhas eletrolíticas. Em 1780, Luigi Galvani investigou fenômenos elétricos em rãs a partir de contrações musculares das patas do animal em contato com parte do gerador eletrostático originando o Galvanismo, o estudo dos efeitos produzidos pela corrente elétrica. Este estudo intrigou Alexandre Volta a analisar o assunto mais a fundo, desenvolvendo, no final de 1799, um dispositivo com uma série de discos de dois tipos de metal, separados por discos de papelão imersos com soluções de ácido e sal. Este produzia corrente elétrica

aproximadamente constante durante um período de tempo relativamente longo, dando origem à “Pilha voltaica” e sendo a base para o desenvolvimento das baterias atuais (ROCHA, 2002).

A partir dessas descobertas, estudos sobre a corrosão dos materiais foram explorados a fim de impedir a deterioração que ocorria em metais nas células eletrolíticas. Em 1824, Sir Humphrey Davy fixou pequenos pedaços de outros materiais, como zinco, estanho e ferro nas chapas de cobre que revestiam os cascos de madeira do navio britânico para retardar a sua corrosão (DUTRA et al, 1991). Este foi o início da proteção catódica, técnica consagrada no mundo inteiro para combater a corrosão de estruturas metálicas enterradas ou submersas, e, em menor grau de aplicação prática, para a proteção de estruturas de concreto armado (GENTIL, 2011).

Em 1837, o engenheiro Sorel patenteou o processo de galvanização a fogo, no qual um metal é recoberto na superfície de outro como método de proteção à corrosão. Este processo foi descoberto em 1741 pelo químico Melouin que, apesar de não ter conhecimentos de eletroquímica, descobriu que o recobrimento com zinco poderia impedir o aço de se deteriorar. Mais tarde, este método deu origem à eletrodeposição (ABCEM, 2017).

Em relação aos revestimentos anticorrosivos, segundo a literatura, as primeiras aplicações da tinta como meio de proteção contra a deterioração do material, mesmo sem o conhecimento químico do fenômeno, se deram na idade média, precisamente na Inglaterra, no qual elas eram aplicadas sobre prédios públicos, igrejas e residências da nobreza a fim de uma melhor conservação. Com o decorrer dos séculos e conhecimento humano, os revestimentos anticorrosivos foram aprimorados para se adequarem em ambientes mais agressivos ao metal, dando origem à revestimentos em borracha em 1920, revestimentos orgânicos como tintas de alcatrão de hulha, bastante utilizada no século XX e as tintas epóxi, surgidas na década de 90 (MALINOWKI, 2013).

### **II.1.2 Definição e importância**

Pode-se, inicialmente, apresentar como um conceito extremamente difundido e aceito que a corrosão nada mais é que “a deterioração de um material geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos” (GENTIL, 2011). Dessa forma, de imediato, fica clara a atuação de tal processo como um agente degradante que afeta a durabilidade e o desempenho dos materiais metálicos. Por isso, sua importância é exaltada por Gentil, quando destaca a presença de tal fenômeno nas mais diversas áreas, dentre as quais, destacam-se a indústria química, petroquímica, naval, de construção civil

e muitas outras. Além disso, o mesmo autor reforça tal importância pelo impacto desse fenômeno nos custos. Nesse sentido, classifica tais perdas econômicas em diretas e indiretas. A respeito da primeira, vale destacar os custos de substituição de equipamentos, de manutenção. Já sobre as indiretas, destaca-se a perda de produtos, contaminação de produtos, perda de eficiência e outras.

Por fim, uma vez entendido o que de fato é a corrosão e a sua importância, pode-se passar a entender os principais aspectos que a caracterizam. Assim, primordialmente, podemos destacá-la como um processo espontâneo, dado que ocorre naturalmente, e também como um processo continuado. Além disso, reforça-se que a corrosão afeta principalmente características dos materiais tais como a durabilidade e o desempenho de suas funções (GENTIL,2011). A seguir, são explorados diversos outros aspectos desse fenômeno com mais detalhes.

### **II.1.3 Mecanismos de Corrosão**

Quando se trata de corrosão não se pode negligenciar que todo metal pode sofrer ataque dependendo do quão agressivo seja o meio. Assim, Gentil mostra que mesmo o ouro e a platina podem corroer em um meio contendo água régia. Dessa forma, o autor sinaliza que para determinar o emprego ou não de certo material deve-se estudar o próprio material, o meio corrosivo e as condições operacionais. Com isso, pode-se então verificar a compatibilidade do material com o meio para que haja corrosão. Para tanto, é importante compreender os mecanismos de corrosão.

Existem, de maneira geral, dois mecanismos básicos que merecem a atenção deste trabalho, que englobam mecanismos com características específicas de acordo com o meio corrosivo.

#### **II.1.3.1 Mecanismo Eletroquímico**

Antes que se entenda o mecanismo em si, é importante que se defina, primeiramente, o conceito de pilha eletroquímica. Gentil (2011) apresenta tal conceito com base em quatro componentes básicos, o anodo, o eletrólito, o catodo e o circuito metálico. Dessa forma, cada um deles é definido conforme a seguir:

- Anodo – é o eletrodo onde ocorre a corrosão (processo de oxidação). É por meio deste que os íons metálicos positivos são gerados no eletrólito;



- Eletrólito – trata-se do meio que contém os íons responsáveis por transportar a corrente iônica do anodo para o catodo;
- Catodo – é o eletrodo que recebe a corrente elétrica que sai do anodo. Nele, as cargas negativas provocam as reações de redução;
- Circuito metálico – trata-se da ligação metálica, entre o catodo e o anodo, por meio da qual deverão escoar os elétrons, no sentido anodo-catodo.

O esquema apresentado acima pode ser verificado na Figura II.1, abaixo.

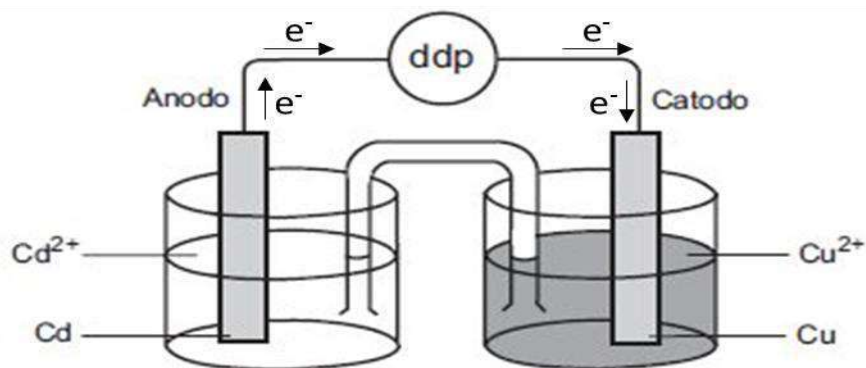


Figura II.1- Pilha eletroquímica. Fonte: infoescola.com

Ainda a respeito deste conceito, o autor ressalta que a retirada de qualquer um desses elementos deve eliminar a existência da pilha. Além disso, deve-se entender que o anodo é a estrutura metálica a se proteger – uma vez que essa sofre a corrosão. Por isso, para tal finalidade pode-se aplicar um revestimento protetor ou realizar uma proteção catódica. Tais procedimentos serão vistos com mais detalhes à frente.

Ademais, fica claro, também, que existe uma força eletromotriz em tal pilha. A qual, o autor destaca como a diferença de potencial de redução (ddp) entre seus eletrodos e apresenta a seguinte equação para seu cálculo.

$$E_{pilha} = E_{catodo} - E_{anodo} \quad (1)$$

Em seguida, a respeito deste primeiro mecanismo abordado, Gentil define que nele ocorrem reações químicas baseadas na transferência de cargas ou elétrons por meio de uma interface ou eletrólito. Nesse sentido, o autor elenca os principais tipos de corrosão em cujo meio se processa esse mecanismo, conforme a seguir:

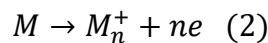
- Corrosão em água;
- Corrosão atmosférica;
- Corrosão no solo;
- Corrosão em sais fundidos.

Os aspectos de cada meio corrosivo serão expostos mais à frente. No entanto, vale destacar que, conforme o autor explica, em todos eles, os elétrons são cedidos de uma região para outra. Tal processo constitui uma pilha de corrosão, conforme definido anteriormente. Além disso, para facilitar o entendimento desse mecanismo, Gentil sugere que este seja dividido em três etapas, conforme a seguir:

- Processo anódico – transferência de íons para a solução e de elétrons para o catodo;
- Deslocamento dos elétrons e íons – etapa em que ocorre transferência de elétrons da área anódica para a catódica através de um circuito metálico. Além disso, é também a etapa em que ocorre a difusão de ânions e cátions na solução;
- Processo catódico – aquele em que íons e moléculas na região catódica recebem os elétrons.

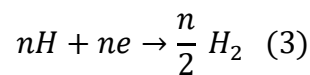
Como um mecanismo genérico das reações anódicas e catódicas, o autor expõe os seguintes exemplos:

Reação anódica – oxidação do metal M

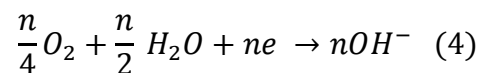


Reações catódicas

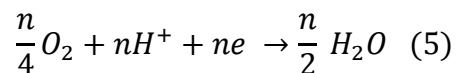
- Redução do íon  $H^+$  (meio ácido)



- Redução do  $O_2$  (meio neutro ou básico)



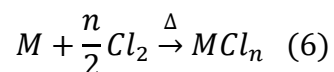
- Redução do  $O_2$  (meio ácido)



Com isso, é destacado que, em meio neutro, pode ocorrer a formação da  $OH^-$ , tornando o meio mais básico. Já sobre o oxigênio é dito que ele pode se comportar como um acelerador do processo corrosivo, embora, em casos específicos, ele possa ser também um protetor de corrosão. Assim, neste mecanismo, fica evidente a importância desses dois parâmetros como meios de controle de corrosão.

### II.1.3.2 Mecanismo químico

A respeito desse mecanismo, Gentil define que ele se constitui com base em reações químicas diretas entre o material metálico e o meio corrosivo. Com isso, não ocorre geração de corrente elétrica, o que difere estruturalmente o mecanismo químico do eletroquímico. Dessa forma, o autor exemplifica tal mecanismo com uma reação de um metal M que sofre ataque por gás cloro, quando em temperaturas elevadas, conforme exposto a seguir.



### II.1.4 Morfologias da Corrosão

Conforme trazido pela definição de corrosão apresentada neste trabalho, fica claro que se trata de um processo de destruição do metal – ou de outro material que seja denominado. Além disso, Gentil (2011) mostra ainda que este é um processo que avança através da superfície do metal e que, por conta da variedade de morfologias da corrosão, exalta a importância de conhecê-las e classificá-las. Neste ponto, foi dada atenção especial à classificação pela morfologia da corrosão, visto sua importância para a aplicação de medidas apropriadas do metal sob a ação corrosiva. É apresentado a seguir a lista das formas de corrosão elencada por Gentil e detalhadas algumas destas.

- Uniforme – trata-se da corrosão presente por toda a superfície e se caracteriza pela perda de espessura de maneira uniforme;
- Por placas – essa difere da anterior por não se apresentar em toda a superfície, mas sim por placas com escavações;
- Alveolar – essa resulta em sulcos, espalhados, de fundo arredondado com uma profundidade comumente menor que seu diâmetro;
- Puntiforme ou por pite – de maneira contrária à anterior, esta também se distribui espalhada sobre a superfície e resulta em fundos de forma angulosa, com profundidade normalmente maior que o diâmetro;
- Intergranular – trata-se da corrosão que se processa no contorno de grãos da rede cristalina do material metálico. Este fato leva a perdas de propriedades mecânicas pelo material podendo acarretar fraturas;

- Intragranular – de maneira semelhante à anterior, essa corrosão ocorre nos grãos, da rede cristalina. Além disso, do mesmo modo que ocorre na Intergranular, poderá haver fraturas;
- Filiforme – se caracteriza por apresentar finos e rasos filamentos que se alastram aleatoriamente embora não se cruzem. Isso ocorre devido ao produto de corrosão apresentar cargas positivas, gerando repulsão;
- Por esfoliação – esse tipo se processa paralelamente à superfície metálica, ocorrendo em chapas com seus grãos alongados e achatados;
- Grafítica – refere-se a uma corrosão específica que ocorre em ferro fundido na temperatura ambiente. Isso gera, então, a grafite intacta como produto de corrosão;
- Dezincificação – mais uma específica, ocorrendo dessa vez em ligas de cobre-zinco (latão). Além disso, destaca-se pelo aparecimento de regiões com coloração avermelhada;
- Empolamento pelo hidrogênio – essa é outra forma curiosa de corrosão, em que o hidrogênio atômico difunde-se em regiões descontínuas do material metálico e ao passar para hidrogênio molecular gera bolhas na superfície;
- Em torno de cordão de solda – nada mais é que uma forma observada em torno de um cordão de solda, comum em aços inoxidáveis não-estabilizados.

O autor reforça que pode haver dificuldade para classificar com exatidão pites e alvéolos uma vez que estes se confundem e divergem segundo opiniões de diversos autores. Sendo assim, vale destacar que o mais importante é a determinação das dimensões de tais cavidades. Além disso, lembra-se a respeito da morfologia filiforme, que ela é mais comumente encontrada quando se tem a superfície metálica revestida por tinta ou metais. Com isso, haverá o deslocamento de tal revestimento. Além disso, ele ainda destaca que a corrosão filiforme é muito observada quando a umidade relativa do ar é maior que 85%. Essas informações são bastante pertinentes para o trabalho apresentado e a importância da umidade relativa será reforçada mais à frente. Por fim, o autor conclui que as formas localizadas, tais quais a alveolar e a puntiforme, são as mais prejudiciais para os equipamentos por conta do pequeno período necessário para que tais formas apareçam.

### **II.1.5 Meios Corrosivos**

São os meios em que ocorrem a corrosão. Seu entendimento e análise é também fundamental para a condução de uma boa investigação de um processo corrosivo, pois seu

impacto é direto. Existem muitos meios favoráveis à corrosão, dentre os quais, podemos destacar como mais encontrados o meio atmosférico, o de águas naturais, o solo e os produtos químicos (GENTIL, 2011). A importância de tal análise é evidenciada com o caso de trocadores de calor, os quais possuem elevada temperatura próxima a superfície metálica. Com isso, pode ocorrer a decomposição de eventuais produtos de tratamento de água, que se depositariam nos tubos implicando custos de manutenção (CECCHINI, 1971). Sendo assim, cabe explicitar as características dos dois meios mais importantes relativos ao estudo exposto neste trabalho.

### ***II.1.5.1 Atmosfera***

O meio corrosivo atmosférico comprova sua importância no número de publicações científicas sobre ensaios de corrosões que levam em consideração a influência desse meio em diferentes regiões do planeta. Os custos de perdas por corrosões atmosféricas podem chegar a cerca de metade do custo de perdas totais relativas à corrosão (ARAUJO, 1994). Além disso, os EUA chegaram a conduzir um estudo de 10 anos de pesquisa para entender melhor esse meio corrosivo e suas causas e efeitos, o que reforça a seriedade do tema (HERRMANN et al., 1986).

Nesse sentido, sobre o meio atmosférico é importante saber que os principais fatores dos quais depende a corrosão atmosférica são: umidade relativa, substâncias poluentes, temperatura e tempo de permanência do filme de eletrólito na superfície metálica. Além disso, fatores climáticos também têm sua contribuição e não podem ser deixados de lado. Dentre eles destacam-se: intensidade e direção dos ventos, chuvas e insolação (radiação ultravioleta) (GENTIL, 2011).

Sendo a umidade relativa um dos principais aspectos de tal meio, propôs-se a classificação da corrosão atmosférica em sua função (SHREIR, 1978). Assim, ao analisar a umidade na superfície metálica do objeto de estudo foi possível classificar a corrosão como seca, úmida ou molhada. Podemos entender em detalhes cada uma conforme abaixo:

- Corrosão atmosférica seca – Não há qualquer sinal de umidade. Situação em que não há a presença do necessário filme de eletrólito em contato imediato com a superfície metálica. Tal corrosão é marcada pela lentidão da oxidação do metal, formando um produto de corrosão por via puramente química.
- Corrosão atmosférica úmida – Meio com umidade relativa abaixo de 100%. Nesse caso, há um filme de eletrólito em contato com a superfície metálica e a velocidade de tal processo será proporcional à umidade relativa de fato.

- Corrosão atmosférica molhada – Ambiente de umidade relativa bem próxima de 100%, em que ocorre condensação na superfície metálica.

Essa classificação é muito útil, uma vez conhecida a importância do parâmetro umidade relativa no processo corrosivo. Isso pode ser ilustrado com o exemplo sobre o ferro que em umidade relativa abaixo de 60% tem corrosão lenta e acima de 70%, acelerada. É, então, definido o conceito de umidade crítica, que é a medida da umidade relativa a partir da qual ocorre a rápida aceleração do processo corrosivo (VERNON, 1935). Vale ressaltar que a combinação desse parâmetro com outros como a presença de substâncias poluentes pode acelerar ainda mais a velocidade corrosiva, conforme evidenciado em estudo ao analisar-se a deposição de partículas de cloreto de sódio nas superfícies de ferro (PRESTON et. al., 1956).

Ainda sobre esse meio corrosivo vale destacar a importância de outros dois parâmetros, a presença de particulados e de gases. O primeiro trata da existência de micropartículas na atmosfera que agravam seu poder corrosivo por diversos motivos. Dentre eles destacam-se o fato da deposição dessas substâncias promoverem a retenção de umidade e de alguns deles serem sais que formam eletrólitos fortes (GENTIL, 2011). Já o segundo trata do poder corrosivo agravado pela presença de diversos gases nesse ambiente. Tal parâmetro não pode ser ignorado uma vez conhecida a grande variedade de gases frequentemente encontrados na atmosfera. Além disso, é sabido que cada um deles tem sua relação de nocividade com cada material.

#### **II.1.5.2 Água do mar**

Um dos primeiros parâmetros a se pensar em questão de influência na corrosão, quando o assunto é água do mar, é a salinidade. Apesar da alta complexidade desse ambiente, pode-se considerá-la praticamente constante nos oceanos, ao passo que nos mares interiores ela pode variar. Assim, a título de ilustração são apresentados os dados de salinidade em oceanos e mares na tabela II.1.

Tabela II.1 - Salinidade em oceanos e mares. (Fonte: TOMASHOV)

	<b>Salinidade, %</b>
Oceano Atlântico	3,54
Oceano Pacífico	3,49
Mar Mediterrâneo	3,7 - 3,9
Mar Vermelho	>4,1
Mar Báltico (Golfo da Finlândia)	0,2 - 0,5
Mar Cáspio	1,0 - 1,5
Mar Cáspio (Golfo de Karabaguz)	16,4

Como é sabido, esse meio corrosivo é extremamente complexo e pode apresentar uma imensa variedade de substâncias dissolvidas, conforme já exposto no item anterior. Assim, a ação corrosiva desse meio não dependerá somente da ação de uma solução salina e sim da ação em conjunto de todos esses constituintes (GENTIL, 2011). O autor apresenta, no entanto, os principais sais que podem ser encontrados nas águas marítimas e suas respectivas concentrações conforme a tabela II.2, abaixo.

Tabela II.2 – Concentração de sais em água do mar. (Fonte: Gentil, 2011)

Sal	%
NaCl	77,8
MgCl <sub>2</sub>	10,9
MgSO <sub>4</sub>	4,7
CaSO <sub>4</sub>	3,6
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,5
CaCO <sub>3</sub>	0,3
MgBr <sub>2</sub>	0,2

São também características marcantes, desse meio corrosivo, certo número de formas de corrosão mais frequentemente encontrada, dentre as quais, destacam-se a corrosão uniforme, por placas e por pite. Pode-se apontar como as principais causas dessas formas a presença de partículas de sais, contaminantes ou poluentes atmosféricos, fatores metalúrgicos e falhas em películas protetoras (GENTIL, 2011).

Outro aspecto importante a ser detalhado sobre esse meio corrosivo são os fatores que influenciam na taxa de corrosão. Gentil (2011) os subdivide em três categorias, conforme a seguir:

- Químicos – englobando fatores como gases dissolvidos, salinidade e pH;
- Físicos – englobando outros fatores tais quais, velocidade, temperatura e pressão;
- Biológicos – agrupa os fatores incrustação, vida vegetal e vida animal.

Dessa forma, é válido destacar alguns aspectos a respeito da influência desses fatores em cada categoria. Primeiramente, a respeito dos fatores químicos, pode-se dizer que o oxigênio é o gás mais comumente encontrado nesse meio e que quanto mais aerado o meio, maior será a ação corrosiva. Já a respeito da salinidade, vale reforçar que por conta do mecanismo corrosivo em águas ser eletroquímico, a forte presença de sais torna a água do mar um eletrólito potente, o que aumenta sua ação corrosiva, enquanto que o pH pouco influencia no poder dessa ação. Nesse sentido, pode-se também destacar a respeito dos fatores físicos, que a velocidade exerce grande contribuição no aumento da taxa de corrosão em águas do mar em função da remoção

de camadas de produtos de corrosão, os quais poderiam diminuir tal taxa. Sobre a temperatura, pode-se dizer que sua influência é indireta, uma vez que sua variação pode afetar parâmetros como condutividade do eletrólito ou a solubilidade do oxigênio, os quais influenciariam a taxa de corrosão. Por fim, não se pode ignorar os fatores biológicos, uma vez que em estruturas metálicas submersas tem-se o processo de incrustações por conta de organismos vegetais e animais que aderem na superfície. Assim, tal aderência afeta o desempenho de instalações e equipamentos. Como exemplo, tais incrustações impõem resistência ao deslocamento de um navio no mar, o que acarreta em maior consumo de combustível. Além disso, o desenvolvimento dessa camada na superfície favorece a deposição de ácidos orgânicos produzidos por bactérias, o que influencia o processo corrosivo.

## **II.2 Indústria Naval e Estruturas Oceânicas**

Mundialmente, a indústria naval é conhecida como a atividade industrial responsável pelos segmentos de construção naval, construção náutica, reparo naval e de plataforma. O setor naval possui funções estratégicas para o desenvolvimento da economia de uma nação, estando diretamente conectada aos setores comercial, energético, de defesa nacional e turismo.

O setor comercial inclui atividades pesqueiras, de grande importância e potencial, cabotagem (transporte costeiro entre portos nacionais), importação e exportação. O transporte marítimo de carga é subdividido em duas categorias: o granel, o qual representa 74% do total de mercadorias transportadas globalmente e carga em geral, que corresponde à 66% do total do valor movimentado mundialmente (LACERDA, 2004). Segundo a Transpetro (MACHADO, 2012), as trocas internacionais de comércio marítimo equivalem a US\$7,1 trilhões em mercadorias e representam 80% das transações comerciais. Em relação ao Brasil, 95% do comércio internacional é feito através dos oceanos e este possui pouco menos de 1% do total da tonelagem mundial de navios, estando na 18ª posição no ranking da frota mercante internacional. Países como Grécia, Japão, Noruega, EUA, China, Alemanha, Hong Kong, Coreia do Sul, Taiwan e Reino Unido respondem por 50% da comercialização no mundo, com 72% da frota internacional. O frete corresponde a 10% do custo dos produtos em média, assim a eficiência da logística de transporte e do setor naval é fundamental para o desenvolvimento das nações.

Em relação ao setor energético, a indústria naval está diretamente relacionada à exploração *offshore* de petróleo e gás natural a partir da fabricação de plataformas, do tipo



navios plataformas (FPSO) e Unidades Estacionárias de Produção (UEP). Estrategicamente, o setor naval nunca foi tão importante para o desenvolvimento do setor energético brasileiro, devido à exploração de petróleo em águas profundas, o pré-sal. Numericamente, segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2017), a produção de petróleo no pré-sal correspondeu a 47% da produção nacional, alcançando a marca de 1.276 milhões de barris por dia. Em relação à exportação de petróleo, segundo a ANP, o mês de fevereiro de 2017 configurou um recorde histórico, com as vendas externas somando 6,23 milhões de toneladas.

Diretamente ligada ao governo, o setor de defesa nacional abrange o setor naval como um dos seus alicerces para a manutenção da integridade da nação como um todo. A produção de navios de guerra e de patrulha costeira é essencial ao trabalho da indústria de defesa, não somente em guerras e conflitos como também na fiscalização das fronteiras combatendo o tráfico marítimo, contrabando em rios e imigração ilegal. Estas medidas fazem parte da política estratégica de defesa nacional.

O setor de turismo naval abrange, predominantemente, as viagens em cruzeiros marítimos. Este setor, segundo dados da Folha de São Paulo em 2015, ultrapassou 23 milhões de clientes em 2015. No Brasil este número chegou a aproximadamente 600 mil no mesmo ano.

A seguir, os segmentos contidos na indústria naval serão brevemente analisados e o histórico deste setor será apresentado.

### **II.2.1 Breve Histórico**

A história da indústria naval brasileira se deu início logo após o descobrimento da nação. Devido a posição estratégica do país em relação à rota da Índia e a abundância de pau-Brasil foram instalados estaleiros de imediato, não somente para reparos de embarcações estrangeiras, como também para a construção de embarcações nacionais (TELLES, 2001). Este foi o ponta pé inicial para a construção naval no Brasil.

A literatura diz que Tomé de Souza trouxe artífices especializados que incluíam mestres de construção, carpinteiros, calafates e ferreiros, durante a instalação do Governo Geral em 1549. Quarenta anos depois, o Tratado Descritivo do Brasil relata a existência de quarenta carpinteiros na Bahia, cujo trabalho era dedicado à construção de embarcações. O primeiro estaleiro oficial estabelecido foi o da Ribeira das Naus, também na Bahia, no final do século XVI, que mais tarde passou a ser denominado como Arsenal da Marinha. Este passou por diversas mudanças ao longo do tempo. Em 1650 era estabelecido que o estaleiro lançasse ao mar pelo menos uma nau de 700 a 800 toneladas. No início do século XVII construía navios

com 1000 toneladas, competindo no mercado com a Companhia das Índias. No início do século XVIII já possuía um imponente conjunto de construções, com 300 mil m<sup>2</sup> de área total, incluindo grandes oficinas, carreiras de construção, depósitos, quartéis, entre outros, construindo numerosas e importantes embarcações (TELLES, 2001).

A indústria naval no Brasil se beneficiou consideravelmente pela padronização estabelecida pela Junta das Fábricas da Ribeira, um estaleiro de Lisboa, que estabelecia proporções e regras simples facilitando o projeto de peças dos mais variados tipos de embarcação. Essas normas técnicas vigoraram até fins do século XVII e chegaram mesmo a ser empregadas no Brasil até meados do século XIX. (FERREIRA, 2001).

O grande marco da indústria naval brasileira ocorreu com a construção, em 1865, dos estaleiros da Companhia Ponta da Areia em Niterói- RJ por Irineu Evangelista de Souza, o Visconde e Barão de Mauá, local em que 72 navios foram construídos durante a sua gestão (CALDEIRA, 1995).

Em 1958, a partir da definição do plano de metas de Juscelino Kubitschek, foi criado o Fundo da Marinha Mercante, visando promover recursos para renovação, ampliação e recuperação da construção naval. As consequências de tais ações foram os acessos ao financiamento integral e em condições favoráveis, beneficiando a aquisição de navios por armadores. No ano de 1969, criou-se o Plano de Emergência de Construção Naval, seguido do Plano de Construção naval que entrou em vigor em 1970. Estes possibilitaram o desenvolvimento do setor, a partir da renovação das frotas de navegação, da exploração do transporte marítimo sob bandeira nacional e da modernização da indústria de construção naval brasileira, tendo como consequência o aumento da demanda no setor, obtenção de ganhos significativos de escalas e favorecimento dos investimentos. Em 1973 aconteceu uma gigantesca crise do Petróleo, gerando um impacto negativo substancial na construção naval. Porém, a estratégia do Governo brasileiro visava o desenvolvimento do segmento e estruturou o 2º Plano da Construção Naval em 1975, levando o país ao posto de segundo maior construtor naval do mundo, contribuindo para o crescimento de empresas que abasteciam o mercado de navipeças e bens de capital, universidades para geração de mão de obra especializada para o setor, escolas técnicas, entre outras. Após esse período de auge no mercado, o Brasil passou por uma longa decadência no setor nos anos 80 a 90, decorrente do endividamento externo da Superintendência Nacional da Marinha Mercante. Atualmente o Fundo da Marinha Mercante e o BNDES atuam neste setor, gerenciando recursos com maior controle em relação à subsídios, prazos, participações e garantias, a fim de evitar investimentos sem retorno. Sendo assim, o

processo de construção nacional tornou-se mais lento, por conta da burocracia. Apenas o setor *offshore* foge à regra, com a grande participação da Petrobrás em território nacional (MOURA, 2008).

## II.2.2 Classificação

- **Construção Naval**

Segmento atuante em estaleiros a partir da construção de navios de carga em geral, porta-contêiner, navios frigoríficos, navios granéis líquidos e sólidos, navios de apoio marítimo, de operação de dragagem, de pesca industrial, de construção e reparo de embarcações de navegação interior, construção de navios de guerra e de patrulha costeira (MOURA, 2008).

- **Construção Náutica**

Segmento atuante em estaleiros através da construção e reparo de embarcações para o lazer, para operações militares de pequeno porte e de apoio a operações marítimas, para o turismo, esporte náutico e recreação (MOURA, 2008).

- **Reparo Naval**

Segmento presente em estaleiros através do reparo de navios mercantes, de apoio marítimo, navios de guerra e patrulha costeira. (MOURA, 2008).

- **Plataforma**

Segmento atuante em estaleiros ou bases de operações *offshore* através da construção e reforma de plataformas petrolíferas: navios plataformas (FPSO) e unidades estacionárias de produção (UEP) (MOURA, 2008).

- **Estruturas Oceânicas**

Apesar de não serem classificadas como indústria naval, as estruturas oceânicas estarão presentes neste Projeto já que configuram um elemento chave para o estudo tecnológico da corrosão em ambientes marítimos. Assim, estruturas em gerais, como construções em ambientes subaquáticos, tubulações, cabos submarinos, bases de sustentação, entre outras, serão levadas em consideração.

## **II.3 Proteção contra corrosão na Indústria Naval e estruturas oceânicas**

Garantir a qualidade dos produtos da indústria naval e das estruturas oceânicas por um longo período é um grande desafio para todos os profissionais envolvidos em questões de proteção contra a corrosão nessa indústria. Isso ocorre por conta da grande exposição de tais estruturas a fatores que agravam a ação corrosiva, como o próprio meio corrosivo de água marinha, com toda sua complexidade detalhada anteriormente. Junto à constante busca pela minimização dessa ação, há também a preocupação com questões ambientais, segurança, custos e eficiência da operação, que tornam esse assunto ainda mais dinâmico. Dessa forma, nota-se que as questões ambientais já têm afetado algumas tecnologias de proteção contra a corrosão, como a de revestimentos orgânicos. Em alguns casos, por exemplo, têm-se optado pelo uso de tintas sem solventes, de base aquosa e também por técnicas de preparo da superfície que sejam ecologicamente corretas (FLEURY, 2010). Assim, expõe-se a seguir algumas das principais formas de proteção envolvidas nessa indústria.

### **II.3.1 Preparo da superfície para revestimento**

Em meio ao cenário apresentado é importante entendermos alguns métodos para combater ou evitar a corrosão. Em geral, pode-se dizer que os métodos de controle de corrosão consistem basicamente em intercalar uma camada protetora entre o metal e o meio corrosivo. Essa camada protetora pode ser de formação natural, artificial ou até simultânea. Apesar de um conceito simples de proteção, deve-se atentar ao fato de que a eficiência da proteção oferecida por tais camadas dependerá primordialmente do preparo da superfície receptora (GENTIL, 2011). Assim, deve-se esclarecer alguns pontos desse processo por conta de sua importância, embora isso não esteja diretamente ligado ao objetivo deste trabalho.

Primeiramente, é preciso ter ciência dos tipos e espécies de impurezas que podem afetar o desempenho da finalidade proposta. Dessa forma, Gentil (2011) elenca esses tipos e expõe algumas de suas características, conforme abaixo:

- Oleosas – Óleos minerais, óleos graxos, emulsões óleo-graxa, dentre outros. A dificuldade de remoção é proporcional à viscosidade;
- Semi-sólidas – Parafinas, graxas, ceras e sabões. Não costuma apresentar dificuldade para remoção;

- Sólidas – Partículas disseminadas em massas de polimentos, resíduos carbonáceos e outros. São esses os casos de maior dificuldade de remoção;
- Óxidos e produtos de corrosão – São normalmente originados num tratamento térmico e também apontam um elevado grau de dificuldade de remoção.

Além disso, a respeito de qual maneira utilizar para a remoção dessas impurezas, o autor destaca que, para uma escolha adequada, deve-se levar em conta fatores como o estado inicial do material, o fim a que se destinam, equipamentos disponíveis, bem como as condições econômicas. Dessa forma, Gentil (2011) aponta os meios de remoção mais frequentemente encontrados conforme elencado abaixo:

- Detergência – o objetivo dessa técnica é remoção de impurezas agregadas à superfície do metal que não tenham promovido reação química com o mesmo. Para isso, utiliza-se uma solução de limpeza, qual pode ter sua ação maximizada pela variação da concentração, tempo, temperatura e ação mecânica;
- Solubilização – essa técnica consiste basicamente em remover tais impurezas por meio de solventes, sendo especialmente indicada para remoção de óleos;
- Ação química – essa técnica faz uso da ação destrutiva de algumas substâncias sob um ponto de vista útil como a remoção de sujidades indesejadas. Tais substâncias podem ser ácidas ou alcalinas. Assim, busca-se a dissolução de camadas de produtos de corrosão preparando a superfície para as outras etapas do processo;
- Ação mecânica – uma maneira alternativa para limpar a superfície metálica é o emprego de uma ação mecânica, abrasiva, que resulta em uma superfície limpa e adequada. Dentro dessa categoria, destaca-se o jateamento como o mais utilizado pela indústria, por sua eficiência.

## **II.3.2 Revestimentos**

### ***II.3.2.1 Metálicos***

Após a análise e o preparo da superfície metálica deve-se escolher a maneira mais adequada de proteção contra a corrosão. Nesse sentido, a aplicação de revestimentos metálicos é uma opção muito comum em que se conhece, atualmente, uma série de técnicas disponíveis para utilização. Basicamente, a finalidade de um revestimento é oferecer resistência à corrosão. Assim, ao se tratar de revestimentos metálicos pode-se destacar que tal proteção é conferida

pela formação de películas protetoras de óxidos e hidróxidos, que ocorre pela reação, dos metais empregados, com o meio corrosivo. Com isso, esses metais podem conferir maior resistência ao ataque de ácido em meios não-aerados. Em seguida, deve-se destacar que a qualidade do método de revestimento e da limpeza realizada na superfície influenciará diretamente na aderência e na impermeabilidade da película. As quais, são características fundamentais para que se tenha uma proteção adequada (GENTIL, 2011). A seguir, é apresentado algumas técnicas de revestimentos metálicos, bem como algumas de suas características, conforme explicitadas por Gentil. Com isso, tem-se apenas o objetivo de exemplificar, uma vez que não se faz necessário esmiuçar em detalhes cada técnica neste trabalho.

- Cladização – Esse processo é muito usado na indústria química e consiste na laminação conjunta das chapas do metal base e do revestimento, por meio de explosão ou de solda;
- Imersão a quente – Esse processo consiste em uma imersão do material metálico, que se deseja revestir, em um banho do metal fundido. Comumente é utilizado para revestimento de aço com estanho, com cobre e outros;
- Aspersão térmica – Nessa técnica aplica-se um revestimento com o auxílio de uma pistola de aspersão ou metalização. Além disso, essa pistola possui chama oxiacetilênica, sendo alimentada com fio ou pó do material metálico que se deseja utilizar como revestimento. Na medida em que se aplica, as partículas metálicas se solidificam junto ao substrato formando camadas lamelares sobre a superfície metálica;
- Eletrodeposição – Esse processo se caracteriza pela possibilidade de obtenção de revestimentos finos e livres de poros. Por isso, tem grande importância econômica uma vez, que evita o excesso de revestimento metálico quando se obtém a proteção adequada com uma camada fina. Para sua realização, deve-se colocar o material a ser protegido como o catodo em uma cuba eletrolítica, em que o eletrólito deve conter o sal do metal a ser utilizado como revestimento;
- Difusão – Essa técnica difere um pouco das outras, pois nela ocorre a difusão do metal de revestimento no material metálico. Para isso, deve-se colocar o material metálico no interior de tambores rotativos de modo que haja contato com uma mistura de pó metálico e um fluxo adequado. Além disso, deve-se aquecer esse conjunto com altas temperaturas.

### ***II.3.2.2 Não-metálicos inorgânicos***

A utilização de revestimentos como forma de proteção contra a corrosão não se limita aos metálicos. Existem também os revestimentos não-metálicos, os quais se dividem ainda em inorgânicos e orgânicos. Primeiramente, mesmo que não sejam o foco do presente estudo, expomos aqui alguns detalhes sobre os inorgânicos. Estes, de acordo com Gentil (2011), são basicamente aqueles formados por compostos inorgânicos colocados em contato direto com a superfície metálica que se deseja proteger. Além disso, Gentil apresenta uma lista com alguns dos revestimentos desse tipo mais utilizados. Desses, apresenta-se alguns abaixo, bem como algumas de suas características.

- Esmaltes vitrosos – Possuem majoritariamente, em sua composição, borossilicato de alumínio e sódio. Seu uso é indicado pela boa resistência aos ácidos, em geral, com exceção do ácido fluorídrico;
- Vidros – Também não resistem ao ácido fluorídrico nem a soluções de alta alcalinidade. Mas sua resistência é eficaz na maioria dos meios;
- Cimentos e porcelanas – São compostos por quartzo, solução de silicato de sódio ou potássio e fluorsilicato de sódio, além de poderem apresentar resina. São, em geral, mais resistentes ao meio básico;
- Óxidos, carbetos, nitretos, boretos e silicetos – indicados para revestimentos que se propõe a resistir a temperaturas elevadas. Esses, podem inclusive aumentar seu poder e resistência de acordo com o aumento da temperatura enfrentada.

Por fim, o autor destaca que a anodização, cromatização e fosfatização se apresentam como os processos mais utilizados para se obter revestimentos dessa categoria.

### ***II.3.2.3 Não-metálicos orgânicos***

Ainda a respeito de revestimentos deve-se dar grande atenção aos não-metálicos orgânicos. Isso porque essa categoria trata do revestimento polimérico e, principalmente, da técnica de proteção anticorrosiva de aplicação de tintas, que é uma das mais presentes na indústria. Isso se deve muito por conta de algumas propriedades como a facilidade de aplicação, de manutenção e boa relação custo-benefício. Além disso, mesmo sendo uma técnica bastante antiga, ela tem passado por um intenso desenvolvimento tecnológico, em relação aos seus constituintes e aos métodos de aplicação. Deve-se ressaltar que esse desenvolvimento é, muitas

vezes, impulsionado por novas restrições e leis ambientais que surgem (Gentil, 2011). Assim, para entendermos as áreas de novos desenvolvimentos é importante que esclarecer quais são os principais constituintes das tintas.

### II.3.2.3.1 Principais constituintes das tintas

De maneira geral, pode-se resumir os constituintes das tintas em veículos fixos, solventes, aditivos e pigmentos. Nesse sentido, Gentil (2011) propõe o esquema representado pela Figura II.2 para a constituição das tintas líquidas, que são as que importam para o tema deste trabalho. Ressalta-se ainda que para tal finalidade, esses componentes devem ser selecionados sob parâmetros qualitativos e quantitativos com rigor.



Figura II.2– Estrutura dos constituintes da tinta líquida. (Fonte: Gentil, 2011)

Dessa maneira, ainda de acordo com Gentil, podemos destacar os principais aspectos de cada constituinte conforme a seguir.

- Veículos fixos – é o constituinte responsável pela aglomeração das partículas de pigmento e pela formação da película da tinta. Assim, é responsável por grande parte das propriedades físico-químicas desse produto. Além disso, o veículo fixo é constituído por resinas, o que influencia em características como a resistência da tinta.
- Veículos voláteis ou solventes – essas substâncias são importantes tanto para a solubilização da resina quanto para o controle da viscosidade. Pode-se destacar como principais solventes, os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, ésteres, álcoois, dentre outros. Além disso, a combinação de diferentes solventes forma o diluente, cuja finalidade é ajustar a viscosidade das tintas.



- Aditivos – Esses são compostos com a finalidade de conferir determinadas características importantes nas tintas. Dentre tais finalidades, pode-se destacar alguns dos aditivos como os que auxiliam na redução do tempo de secagem – após a aplicação da tinta, bem como os antiespumantes, os quais evitam a formação de espumas durante a aplicação da tinta.
- Pigmentos – Esses compostos são pequenas partículas sólidas que podem conferir à tinta características como proteção anticorrosiva, alteração de cor e outros aspectos físicos. Além disso, alguns pigmentos podem conferir características funcionais, tornando a tinta um produto anticrustante, por exemplo.

#### ***II.3.2.3.2 Formação e importância da película da tinta***

Para a utilização adequada da tinta como proteção anticorrosiva não basta apenas conhecer e selecionar seus constituintes com critérios de qualidade. Deve-se levar em conta, também, os parâmetros que influenciam na formação de uma boa película após a aplicação da tinta. Isso porque, segundo Gentil (2011), a película é diretamente responsável desempenho da proteção anticorrosiva esperada.

Nesse sentido, o autor reforça que é importante haver tanto a coesão entre os constituintes do revestimento, citados anteriormente, quanto a adesão da tinta à superfície em que for aplicada. Isso é importante pois tais elementos são antagônicos. Assim, não se pode buscar a máxima coesão dos constituintes, pois isso levaria a uma adesão nula. Dessa forma, o autor deixa claro que é necessário otimizar essas duas características para que se tenha uma película resistente e flexível.

Os mecanismos de formação da película são também importantes para o resultado final a se obter. Gentil (2011) define esse mecanismo como o processo por meio do qual a tinta passa de um filme úmido para um filme sólido, que apresenta uma série de características desejadas. Existem diversos mecanismos para tal processo, dentre os quais pode-se destacar a evaporação do solvente como a mais básica. Nesse caso, tem-se os produtos já polimerizados e solubilizados com o uso de solventes. Com isso, após a aplicação da tinta sobre a superfície, os solventes evaporam, restando apenas a película sólida que explora um equilíbrio das forças adesivas e coesivas. Por fim, pode-se destacar, apenas a título de informação, que existem

diversos outros mecanismos citados pelo autor, como o de ativação térmica, hidrólise e coalescência.

### **II.3.2.3.3 Mecanismo de proteção da tinta**

Gentil (2011) apresenta três mecanismos básicos que explicam como ocorre a proteção anticorrosiva quando se aplica a tinta em uma superfície metálica. O mais simples é chamado de barreira. Esse mecanismo consiste em simplesmente aplicar uma película entre o substrato (superfície metálica) e o meio corrosivo. Nesse caso, a película deverá ser o mais impermeável possível e deve oferecer alta resistência, de modo que a corrente de corrosão seja levada a níveis desprezíveis. No entanto, destaca-se que todas as películas de proteção apresentam algum grau de permeabilidade, mesmo que muito pequeno. Por isso, a eficiência desse mecanismo de proteção é dependente da espessura da película formada, bem como sua resistência ao meio corrosivo. Alguns graus de permeabilidade são ilustrados pela tabela II.3 que o autor apresenta, conforme abaixo.

Tabela II.3 – Difusão de cloreto de sódio em películas de tintas (mg/cm<sup>2</sup>/ano). (Fonte: Gentil, 2011)

<b>Veículo</b>	<b>NaCl</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>
Resina alquídica	0,04	825
Resina fenólica	0,004	717
Resina polivinil-butiral	0,002	397
Poliestireno	0,132	485

Outro mecanismo de proteção, apresentado por Gentil, é chamado inibição, o qual se baseia na passivação anódica. Nesse caso, a tinta aplicada deverá conter pigmentos inibidores que originam uma camada passiva no substrato. Assim, impede-se a passagem da superfície metálica para a forma iônica. Pode-se dizer que para um substrato como o aço, os pigmentos mais utilizados são o zarcão, os cromatos de zinco e os fosfatos de zinco.

Por fim, a tinta pode também conferir proteção por meio do mecanismo eletroquímico, o qual se baseia na proteção catódica. Sobre esse tipo de proteção, são apresentados mais detalhes posteriormente. Porém, aqui pode-se esclarecer que para formar tal mecanismo deve-se ligar, ao metal que se deseja proteger, um outro metal que lhe seja anódico e o próprio eletrólito presente no meio fechará o circuito. Assim, para se formar uma proteção por este mecanismo a tinta deverá, então, conter teores do metal anódico. O autor mostra que quando se

deseja proteger o ferro (aço), costuma-se utilizar tintas com elevados teores de zinco, por exemplo.

#### ***II.3.2.3.4 Sistema e processo de pintura***

Fica esclarecido até aqui a diversidade de elementos estruturais que podem ser influenciados, ou haver desenvolvimento de novas tecnologias, para atingir o sucesso da proteção contra a corrosão por meio da aplicação de tintas. Entretanto, deve-se atentar ao fato de que isso não será alcançado apenas com a utilização de uma tinta de qualidade adequada. Para atingir esse objetivo é preciso executar com excelência todas as etapas de um sistema de pintura. Para Gentil (2011), um sistema de pintura constitui um conjunto de operações empregadas com o objetivo de aplicar um revestimento à base de tintas. O autor define, também, que esse sistema é formado pelas etapas de preparo e condicionamento da superfície, conforme exposto anteriormente, e a aplicação da tinta. Então, nesse sentido, é preciso também escolher o processo de pintura mais adequado para a superfície que se deseja proteger.

Gentil apresenta, como os processos de pintura mais básicos, o de imersão, de aspersão por meio de pistola, a trincha e a rolo. Porém, com base no foco definido para esse trabalho, apresenta-se apenas o processo de pintura por aspersão. Esse processo se baseia na aplicação da tinta por meio da utilização de equipamentos especiais e de ar comprimido, com a finalidade de projetar a tinta, impulsionada por um jato de ar, na superfície que se deseja proteger. O processo de aspersão costuma gerar películas com excelente aspecto estético. Além disso, é apropriado para pintar grandes superfícies, por isso é bastante adequado para as grandes estruturas da indústria naval.

### **II.3.3 Proteção catódica**

Outra técnica de grande importância para evitar a corrosão é a proteção catódica. Esse tipo de proteção é amplamente utilizado ao redor do mundo, principalmente em instalações metálicas submersas, o que constitui o foco deste trabalho. Tal destaque se deve ao fato de que, com sua utilização, é possível manter essas instalações perfeitamente livres da corrosão por tempo indeterminado. Destaca-se, ainda, que essa condição é atingida mesmo que as estruturas metálicas estejam em contato com meios corrosivamente agressivos e que não possuam

qualquer revestimento. Porém, observa-se que a utilização da proteção catódica em conjunto com técnicas de revestimentos é muito mais econômica. Isso ocorre, pois nessa condição a proteção catódica exerce apenas um papel complementar à proteção do revestimento, que sempre apresenta alguma falha, por menor que seja (Gentil, 2011).

### II.3.3.1 Mecanismos da proteção catódica

A técnica de proteção catódica é muito básica sob o aspecto de seu mecanismo. Por isso, a compreensão de seu funcionamento é simples. Sendo assim, apresenta-se aqui esse mecanismo de acordo com Gentil (2011).

O autor declara que em estruturas metálicas submersas, as quais são objetos de interesse deste trabalho, o processo corrosivo se constitui a partir do surgimento de áreas catódicas e anódicas na superfície metálica. Junto a isso, tem-se, conseqüentemente, a existência de um fluxo de corrente elétrica das regiões anódicas para as catódicas por meio de um eletrólito. Já o retorno da corrente elétrica se dá via de contato metálico das duas regiões citadas. É importante destacar que essas regiões de potenciais diferentes podem surgir por conta de variações na composição química de tais superfícies, dentre outros motivos. Essas características revelam a natureza eletroquímica que ocorre nesse processo corrosivo, o qual é ilustrado pela Figura II.3.

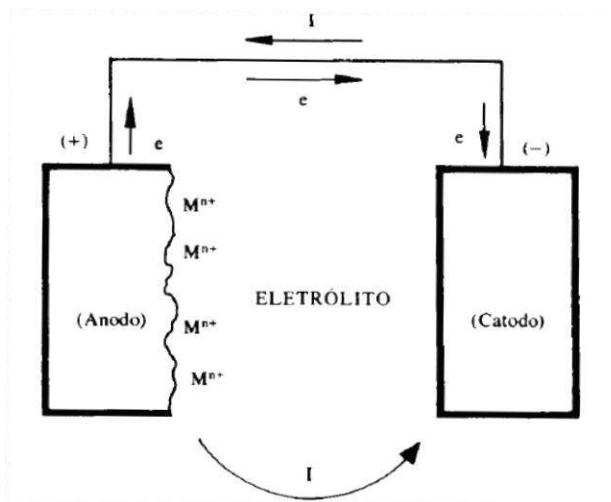


Figura II.3- Processo corrosivo de superfícies metálicas submersas em água com eletrólito. (Fonte: Gentil, 2011)

Dessa forma, o autor deixa claro que realizar uma proteção catódica é eliminar propositalmente as áreas anódicas da superfície metálica, de maneira que tal estrutura adquira um comportamento catódico por completo. Com isso, consegue-se eliminar a corrente elétrica do anodo para o catodo, o que impede a corrosão por completo. Para isso, o autor explica que

é preciso estabelecer um novo circuito, com a adição de uma nova estrutura metálica, conforme exemplificado pela Figura II.4. Nesse caso, a estrutura metálica (C) imerso no eletrólito, há uma força eletromotriz, cujo polo positivo é ligado a (C) e o polo negativo é ligado às regiões (A) e (B), as quais antes representam as regiões que eram anódica e catódica, na situação anterior. Nessa situação, então, os polos (A) e (B) funcionam apenas como catodo, tendo-se então a proteção completa da superfície.

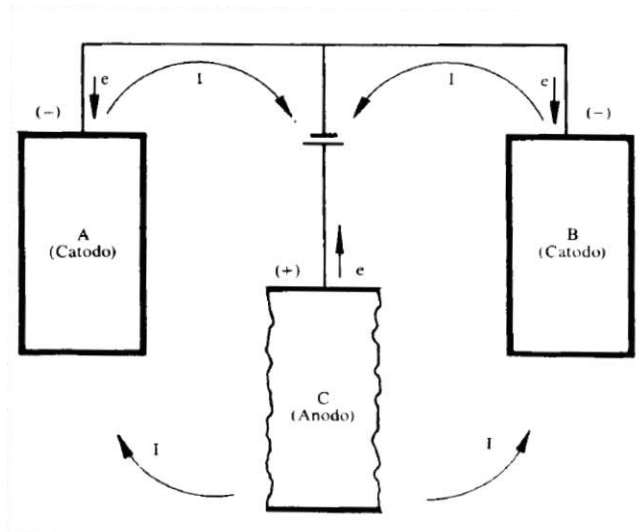


Figura II.4 – Esquema de proteção catódica. Fonte: Gentil, 2011

### II.3.3.2 Proteção catódica galvânica

Um dos métodos existentes para se realizar uma proteção catódica é o galvânico. Gentil (2011), mostra que nesse caso o fluxo de corrente elétrica é consequência da diferença de potencial existente entre o metal que se deseja proteger e um outro metal que atua como anodo, o qual tem um potencial mais negativo. Além disso, o autor afirma que os materiais mais utilizados na prática, como anodo, são ligas de magnésio, zinco ou alumínio. Estes devem satisfazer algumas exigências de qualidade, como apresentar um rendimento teórico da corrente em relação às massas consumidas, não ter a corrente reduzida com o tempo e também apresentar um rendimento prático não muito inferior ao teórico.

Por fim, destaca-se que a escolha e utilização dos anodos é feita em função das características apresentadas pela estrutura a se proteger, bem como do tipo de eletrólito em contato com a superfície metálica.

### **II.3.3.3 *Proteção catódica por corrente impressa***

O outro método existente para esse tipo de proteção é a proteção catódica por corrente impressa. Este difere do anterior pelo fato de a corrente elétrica fornecida é originada por uma força eletromotriz de uma fonte geradora. Além disso, utilizam-se anodos inertes, com a finalidade de dispersar a corrente através do eletrólito. Destaca-se, também, que a grande vantagem desse método é que ele é adaptável à eletrólitos de variadas resistividades elétricas. Isso é possível pois a fonte geradora pode ter sua potência e tensão de saída ajustadas conforme a necessidade apresentada. Por fim, deve-se destacar que existem outras técnicas de proteção, mas as apresentadas são as mais frequentes na indústria Naval.

## Capítulo III – Estudo Tecnológico

Este capítulo é apresentado a partir de uma prospecção tecnológica, que, segundo a definição de Coelho (2003), designa atividades com significado de inovação, centradas nas mudanças da capacidade funcional ou no tempo e “visa incorporar informações ao processo de gestão tecnológica, tentando predizer possíveis estados futuros da tecnologia ou condições que afetam sua contribuição para metas estabelecidas. ” Os principais objetivos da prospecção tecnológica são mostrados na Figura III.1 a seguir.

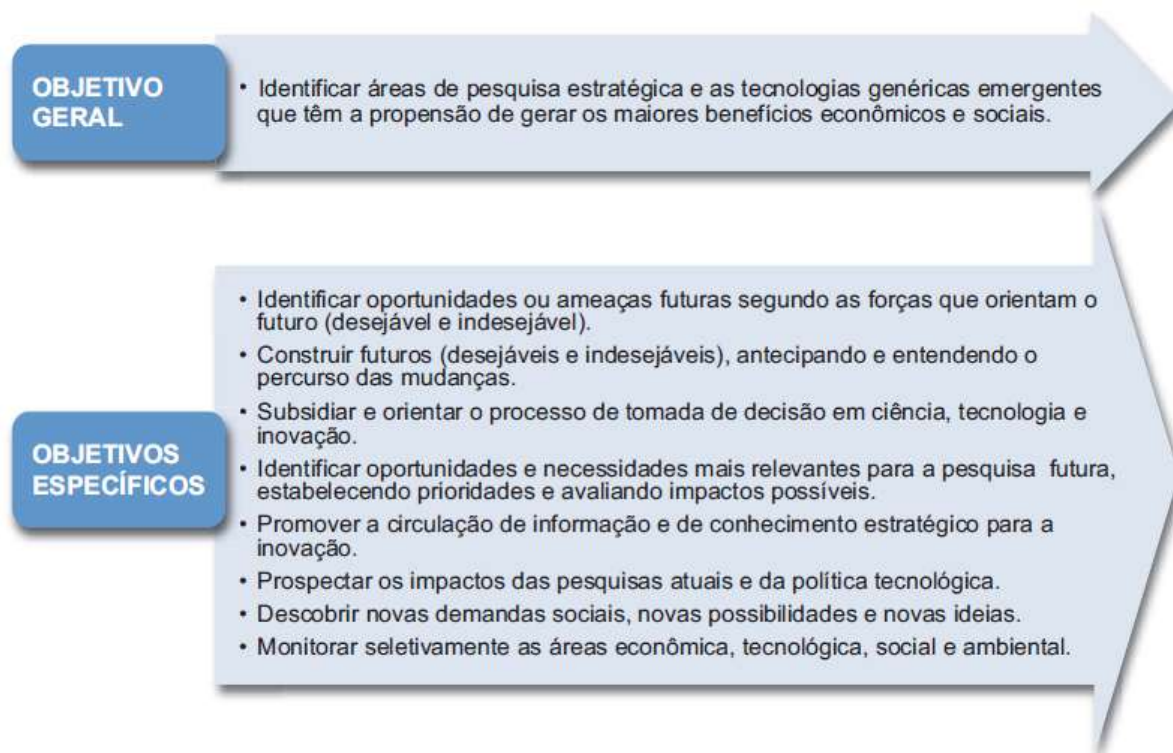


Figura III.1 - Objetivos da prospecção tecnológica (EMBRAPA, 2013)

Segundo Kupfer e Tigre (2004), os estudos prospectivos envolvem três tipos de abordagens:

1. Abordagem convencional: Apresentada neste estudo, é baseada na inferência no qual o futuro tende a reproduzir, em certo grau, os fenômenos passados. É realizada por extrapolação de tendências de um assunto específico.
2. Geração sistemática de trajetórias alternativas: O futuro é projetado através de construção de cenários via contraposição de variáveis e parâmetros específicos.
3. Construção do futuro por consenso: Especialistas estimam o futuro de determinado tema a partir de discussões e visões subjetivas.

Dentre estas abordagens, surgiu uma variada gama de metodologias de prospecção que foram classificadas em três grupos principais:

- *Assessment*: Monitoramento da evolução dos fatos e identificação dos fatores de mudança. Sistemático e Contínuo.
- *Forecasting*: Metodologia de previsão presente neste estudo, em que são elaboradas projeções baseadas em informações históricas e modelagem de tendências. Método mais determinista em que a extrapolação de tendências é feita para estimar o futuro das tecnologias atuais.
- *Foresight*: Método qualitativo que se fundamenta em construções subjetivas de especialistas e suas percepções.

A tabela III.1 a seguir apresenta as principais ferramentas para o desenvolvimento da prospecção tecnológica, objetivos, vantagens e desvantagens.

Tabela III.1- Métodos, objetivos, vantagens e desvantagens da prospecção tecnológica (EMBRAPA 2013)

Métodos de prospecção	Objetivos	Vantagens /Limitações
1. Monitoramento e Sistemas de Inteligência * Inteligência Competitiva Tecnológica	* Identificar ameaças potenciais, oportunidades possíveis e direção de tendências relativas à tecnologia em foco  * Manter a base de informação de interesse da organiza para a organização e tomadores de decisão	* Ajuda a moldar o cenário no qual a tecnologia e a organização inserem-se  * Método deve ser complementado com outras análises prospectivas
2. Análise de Tendências * Análise de regressão * Curvas S * Curva de aprendizado	* Construir um cenário possível baseado na hipótese de que os padrões do passado serão mantidos em momentos futuros, particularmente de curto prazo	* Quando há parâmetros bem quantificados, fornece previsões precisas no curto prazo  * É uma análise mais vulnerável em previsões de longo prazo e quando ocorrem mudanças bruscas
3. Opinião de Especialistas * Método Delphi * Painel de Especialistas * Tecnologias Críticas * Surveys * Avaliação Individual * Seminários/Workshops/Comitês	* Construir uma visão de futuro baseada em informações qualitativas, utilizando-se da lógica subjetiva e de julgamento de pessoas com grande conhecimento e familiaridade com o tema em pauta	* Deve ser usada quando não se pode obter informações quantitativas ou para complementar análises de tendências  * Pode haver divergências entre especialistas da mesma área
4. Construção de Cenários * Matriz SWOT * Matriz BCG (Boston Consulting Group) * GBN (Global Business Network)	* Ordenar sistematicamente percepções sobre ambientes futuros alternativos, com base em combinações de condicionamentos e variáveis	* Incorpora uma grande variedade de informações quantitativas e qualitativas que ajudam os gestores nas tomadas de decisão  * Pode ser difícil obter as informações desejadas
5. Métodos Computacionais/Ferramentas Analíticas * Modelagem * Simulação * Análises de patentes/recursos gastos em P&D * Análises multicritério * Análises Road Map (Mapas Tecnológicos) * Análises de conteúdo * Data mining/Text Mining/Cientometria/Bibliometria	* Incorporar diversos eventos (sociais, políticos, tecnológicos e econômicos) em modelos de análise, permitindo tratamento analítico a uma grande quantidade de informações (quantitativas e qualitativas)	* Uma vantagem é a facilidade e rapidez na obtenção dos resultados pelo uso de modelos computacionais  * O risco no uso destas ferramenta é utilizar pressupostos essenciais aos modelos de forma inadequada à realidade e de pouca aplicabilidade



Dentre estas ferramentas, a escolhida para ser abordada neste estudo é a Análise de Patentes, no qual a prospecção é feita em bases nacionais e internacionais de patentes até que uma quantidade suficiente de informação seja levantada. Segundo um estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013), a avaliação da estatística de patentes é diretamente relevante para mensuração da inovação.

A análise de patentes é baseada no pressuposto de que o aumento do interesse por novas tecnologias se refletirá no aumento da atividade de P&D e que isso, por sua vez, se refletirá no aumento do depósito de patentes. Assim, presume-se que se pode identificar novas tecnologias pela análise dos padrões dos pedidos de patentes em determinados campos. Os resultados são muitas vezes apresentados de forma quantificada, mas seu uso no processo decisório é baseado numa avaliação qualitativa. (COELHO, 2003, p. 33)

Assim, este capítulo compreende uma prospecção tecnológica em bases de patentes do tema corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas. Este estudo tecnológico é realizado em uma base de dados nacional, visando gerar informações sobre tendências, projeções e o histórico do depósito de patentes no mercado brasileiro.

Em sequência é apresentado o Estudo Tecnológico em base de dados nacional.

### **III.1- Metodologia do Estudo Tecnológico de patente**

A metodologia de pesquisa, empregada com o objetivo de mapear patentes dentro do tema da corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas no Brasil, consistiu em uma busca por palavras-chave na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual- INPI (<http://www.inpi.gov.br>).

Devido a sua grande abrangência, praticidade no acesso de uma grande quantidade de documentos e altas relevância de informações, o INPI é a base referencial no que tange ao conjunto de informações estratégicas nacionais no âmbito da propriedade intelectual, inovação e tecnologia. A base administra um vasto acervo de informações sobre o desenvolvimento de tecnologias para as quais se requer patente. Seus serviços permitem o acesso a diversas fontes de informação, ampliando a capacidade de pesquisa, com economia de recursos.

Buscou-se no INPI pelas palavras chave “ *corrosão, proteção catódica, anodo de sacrifício, revestimento e galvanização* ” relacionadas com o tema da corrosão em conjunto com as palavras chave e sufixos “ *Indústria naval, naval, submarino (a) (s), mar, marítimo (a) (s), salgada (s), navio, oceano (ico) (ica) (s)* ” relacionada à indústria naval e estruturas oceânicas nos campos de pesquisa “Resumo” e “Título”. Deve-se destacar que, além das palavras chave,

a pesquisa utilizou o recurso de palavras relacionadas para o levantamento do maior número possível de documentos. A busca em patentes pôde ser feita em conjunto entre concedidas, solicitadas, extintas, arquivadas e indeferidas, que serão definidas no tópico III.2.7 deste estudo, visto que os resultados não foram tão numerosos. A tabela III.2 mostra a estratégia da busca para as patentes em base nacional.

Tabela - III.2 Estratégia da busca para as patentes em base nacional

<b>Palavras-chave empregadas</b>	<b>Patentes encontradas</b>	<b>Patentes utilizadas</b>
Corrosão + Indústria + Naval	0	0
Corrosão + naval	2	1
Corrosão + submarino (a) (s)	14	10
Corrosão + Mar	14	8
Corrosão + marítimo (a) (s)	9	3
Corrosão + salgada (s)	4	2
Corrosão + navio	3	2
Corrosão + oceano (ico) (a) (s)	1	0
Proteção catódica + Indústria + Naval	0	0
Proteção catódica + naval	0	0
Proteção catódica + submarino (a) (s)	6	4
Proteção catódica + Mar	3	2
Proteção catódica + marítimo (a) (s)	1	0
Proteção catódica + salgada (s)	0	0
Proteção Catódica + Navio	0	0
Proteção Catódica + oceano (ico) (a) (s)	0	0
Anodo de Sacrifício	19	3
Revestimento + Indústria + Naval	5	0
Revestimento + naval	13	0
Revestimento + submarino (a) (s)	66	7
Revestimento + Mar	37	6
Revestimento + salgada (s)	6	1
Revestimento + Navio	6	4
Revestimento + oceano (ico) (a) (s)	3	0
Galvanização + qualquer palavra relacionada ao mar	0	0

Como a prospecção na base INPI obteve relativamente poucos resultados para as palavras-chave empregadas, foi possível uma análise mais sucinta e consistente da corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas, o que implica em um resultado mais preciso nas conclusões do estudo. Logo, a linha temporal deste estudo se apresenta desde o início das operações do INPI até maio de 2017. As patentes que não foram utilizadas nesta prospecção,

apesar de conter as palavras-chave em seu resumo, não se enquadravam no tema deste projeto, sendo descartadas.

O total de patentes utilizadas no estudo, aquelas que estavam contidas no tema deste projeto, é de 61. Essas foram selecionadas dentre as 233 encontradas a partir das palavras-chave utilizadas. Assim, o percentual de patentes utilizadas para a análise é de 26,2%.

A maior limitação presente nesta prospecção foi a dependência com a metodologia de pesquisa do site do INPI, que não possibilita a busca de palavras-chave no próprio documento da patente, na qual as reivindicações e estado da arte das inovações tecnológicas estão descritas. Esta limitação faz com que a prospecção perca eficiência, visto que as palavras-chave podem não estar presentes no título ou resumo, mas sim no próprio texto do pedido de patente. No INPI, o pedido de patente está scaneado ou digitalizado, impedindo a prospecção efetiva no próprio documento. Uma sugestão de melhoria seria a utilização do texto das patentes no próprio campo resumo ou a criação de um campo de descrição da patente, sem a necessidade de *download* do documento, assim como fazem a USPTO (*United States Patent and Trademark Office*) e Derwent Innovations Index, bases referências em pedidos de patentes mundiais.

### **III.1.1 – Patentes de corrosão na indústria naval**

Todas as patentes utilizadas, conforme mencionado acima, para a realização do estudo tecnológico estão listadas na tabela III.3 abaixo:

Tabela III.3- 61 patentes prospectadas

Número Da Patente	Título da Patente
BR 10 2014 009158 0 A2	GEOPOLÍMEROS DE REVESTIMENTO ANTICORROSIVO A BASE DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
BR 102014007557-7 A2	ATUADOR HIDRÁULICO COM RETORNO POR MOLA
BR 10 2013 013665 4	MÉTODO E SISTEMA PARA EVITAR A CORROSÃO DE EQUIPAMENTOS A PARTIR DE ENTRADA AR AMBIENTE ÚMIDO EM UMA TURBINA EÓLICA MARÍTIMA
BR 10 2013 022353 0 A2	DISPOSITIVO DE CONTATO ELÉTRICO SUBMARINO, COM MECANISMO DE CONTROLE DE TORQUE E MANUTENÇÃO DA PRESSÃO DE CONTATO
BR 10 2014 029772 3 A2	PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES COLOIDAIS DE ÓXIDOS METÁLICOS E USO DAS DITAS SOLUÇÕES DE MODO A FORMAR FILMES SOBRE SUPERFÍCIES DE AÇO
BR 11 2013 002568 9 A2	PROTEÇÃO DE CORROSÃO DE CANOS SUSPENSOS EM ÁGUA DO MAR
BR 10 2012 005798 0 A2	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE COMPOSTO ANTI-INCRUSTANTE A BASE DE ÓXIDO CUPROSO E BIOCIDA DERIVADO DE ISOTIAZOLONA E/OU ISOTIAZOLINONA
BR 10 2012 005980 0	ÂNODO PARA PROTEÇÃO CATÓDICA DE EQUIPAMENTO LOCALIZADO DEBAIXO D'ÁGUA E MÉTODO PARA FORNECER PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE EQUIPAMENTO LOCALIZADO DEBAIXO D'ÁGUA.
BR 10 2013 010808 1	EQUIPAMENTO IONIZADOR CONTRA INCRUSTAÇÕES MARINHAS BIOLÓGICAS
BR 10 2013 020521 4 A2	SEGUNDO REVESTIMENTO DE CABO FLUTUANTE REMOVÍVEL ANTI-INCRUSTANTE E MÉTODO DE FIXAÇÃO DESSE
BR 11 2012 015218 1	CABO SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA, E, MÉTODO PARA PROTEGER UM CABO SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA
BR 11 2012 025291 7	ARAME PRINCIPAL PARA CABO SUBMARINO E MARINO
BR 11 2013 006566 4	REMOÇÃO DE ÁGUA DE ANTIAGLOMERANTE DE LDHIS
BR 11 2013 016485 9	TUBO FLEXÍVEL NÃO UNIDO PARA O TRANSPORTE SUBMARINO DE FLUIDOS, INSTALAÇÃO FORA DA COSTA, E, MÉTODO DE MANUTENÇÃO DE UM TUBO FLEXÍVEL NÃO UNIDO DE UMA INSTALAÇÃO FORA DA COSTA
MU 8100259-9 U2	DISPOSITIVO RESTAURADOR DE DUTOS
MU 8603195-3	SUPORTE DE ANODOS PARA PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS SUBMARINOS
MU 9001332-8	BANDAGEM DE PROTEÇÃO PARA TUBULAÇÃO PETROLÍFERA
PI 0017257-0	CABO, ESPECIALMENTE CABO SUBMARINO
PI 0106503-3	REVESTIMENTO MARÍTIMO
PI 0106980-2	SUPERFÍCIES METÁLICAS REVESTIDAS DE POLÍMEROS FLUORADO
PI 0107060-6	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CATÓDICA PARA UM TUBO FLEXÍVEL SUBMARINO
PI 0108661-8	COMPOSIÇÃO DE TINTA, E, REVESTIMENTO DE UM CASCO DE NAVIO
PI 0115681-0	TUBULAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE ÓLEO OU GÁS, MÉTODO PARA PROLONGAR A VIDA ÚTIL DE UMA CAMADA DE BARREIRA DE POLIAMIDA EM UMA TUBULAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE ÓLEO OU DE GÁS, MÉTODO PARA REJUVENESCER UMA CAMADA DE BARREIRA DE POLIAMIDA USADA EM UMA TUBULAÇÃO PARA O TRANSPORTE DE ÓLEO OU DE GÁS, E MÉTODO PARA PROLONGAR A EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL DE UM MATERIAL DE POLIAMIDA
PI 0116708-1	TRANSMISSÃO DE ENERGIA PARA TUBULAÇÃO SUBMARINA
PI 0209871-7	TUBOS DE AÇO REVESTIDOS COM POLIOLEFINA
PI 0214091-8	TUBO FLEXÍVEL PARA UTILIZAÇÃO NO TRANSPORTE DE FLUIDOS.
PI 0300485-6	SISTEMA E MÉTODO DE PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE IMPRESSA PARA COMPONENTES REMOTOS EM INSTALAÇÕES SUBMARINAS
PI 0401803-6	POLÍMERO, E, COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO ANTI-INCRUSTAÇÃO MARÍTIMA DE AUTO-POLIMENTO
PI 0309294-1	COMPOSIÇÃO DE POLIOLEFINA SINTÁTICA PARA REVESTIMENTO DE TUBULAÇÃO, SEU MÉTODO DE PREPARAÇÃO E TUBULAÇÃO MARÍTIMA REVESTIDA COM A MESMA.
PI 0313260-9	POLÍMERO INSOLÚVEL EM ÁGUA DO MAR, PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UM POLÍMERO INSOLÚVEL EM ÁGUA DO MAR, USO DE UM POLÍMERO INSOLÚVEL EM ÁGUA DO MAR, COMPOSIÇÕES PARA REVESTIMENTO ANTIINCRUSTAÇÃO E USO DE UMA COMPOSIÇÃO PARA REVESTIMENTO
PI 0400480-9	SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA EM POÇOS PRODUTORES DE PETRÓLEO E MÉTODO DE INSTALAÇÃO
PI 0404687-0	SISTEMA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA, E, MÉTODO PARA DESOXIGENAR ÁGUA.
PI 0410083-2	SISTEMA DE SUPERISOLAMENTO COMPACTO, LEVE E RESISTENTE A CARGA
PI 0411600-3	PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO E TRASPORTE DE UM PRODUTO HIDROCARBONÁCEO EM UM NAVIO DE TRASPORTE, NAVIO DE TRASPORTE, AGENTE DE COBERTURA CONTENDO PRINCIPALMENTE NITROGÊNIO E PROCESSO PARA TRASPORTAR UM PRODUTO HIDROCARBONÁCEO
PI 0412133-3	INSTALAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA
PI 0417281-7	TUBULAÇÕES RÍGIDAS PARA A CONDUÇÃO DE ÓLEO, TUBULAÇÃO DE ÓLEO, PROCESSO PARA REVESTIR A SUPERFÍCIE INTERNA DE UMA TUBULAÇÃO DE ÓLEO RÍGIDA E REDUÇÃO DA DEPOSIÇÃO EM UMA TUBULAÇÃO RÍGIDA
PI 0507042-2	PREPARAÇÃO AUTOMATIZADA EFICAZ NO CUSTO E METODOLOGIA DE REVESTIMENTO PARA SUPERFÍCIES GRANDES
PI 0516799-0	FERRAMENTAS PARA USO EM UM CANAL DE PETRÓLEO
PI 0518225-5	TUBULAÇÃO SUBMARINA QUE COMPORTA UMA CAMISA INTERNA
PI 0601970-6	MÉTODO OPERACIONAL PARA REMOÇÃO DE INCRUSTAÇÕES E PRODUTOS DE CORROSÃO EM EQUIPAMENTOS SUBMARINOS.
PI 0700482-6	COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO
PI 0919540-8	COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO E MÉTODO PARA PRODUZIR A MESMA, PELÍCULA DE REVESTIMENTO E ESTRUTURAS SUBMARINAS
PI 1100596-3	SISTEMA E MÉTODO PARA UTILIZAR REVESTIMENTO DE COBRE PARA EVITAR CRESCIMENTO DE CRUSTÁCEOS MARINHOS EM EQUIPAMENTO GEOFÍSICO REBOCADO
PI 7706074-1	DISPOSITIVO PARA PROTEÇÃO CATÓDICA DE UMA ESTRUTURA METÁLICA NO MAR POR MEIO DE ANÓDOS SACRIFICÁVEIS
PI 8102038-4	COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO PARA PROTEGER SUPERFÍCIES MARÍTIMAS CONTRA O DESENVOLVIMENTO DE ORGANISMOS FORMADORES DE INCRUSTAÇÃO
PI 8103578-0	MATERIAL DE REVESTIMENTO TIPO CIMENTO, ELEMENTO DE METAL TENDO UM ELEMENTO PROTETOR DE CORROSÃO, TUBULAÇÃO SUBMARINA, PROCESSO PARA APLICAR UM REVESTIMENTO E PROCESSO PARA PROTEGER UM ELEMENTO DE METAL
PI 8406783-7	PROCESSO PARA PREPARAR UM COPOLÍMERO, E PARA PREPARAR UM TERPOLÍMERO ACRÍLICO, FORMADOR DE PELÍCULA, PARA USO EM UM MATERIAL DE REVESTIMENTO MARÍTIMO, E, COMPOSIÇÃO ACRÍLICA FORMADORA DE PELÍCULA, PARA USO COMO UM MATERIAL DE REVESTIMENTO MARÍTIMO
PI 8805092-0	SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA PARA EQUIPAMENTOS SUBMERSOS EM ÁGUA DO MAR
PI 9007943-4	COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO ANTI-INCRUSTANTE E PROCESSO PARA TRATAR UMA SUPERFÍCIE
PI 9106460-0	SISTEMA E MÉTODO PARA A PREVENÇÃO DE INCRUSTAÇÃO E/OU CORROSÃO DE ESTRUTURAS EM ÁGUA DO MAR, ÁGUA SALOBRA E/OU ÁGUA DOCE
PI 9300025-1	MÉTODO DE ELEVAR UM MÓDULO DE CASCO DE EMBARCAÇÃO, MÉTODO PARA FABRICAR UM COMPONENTE PRINCIPAL DE UM NAVIO-TANQUE, MÉTODO PARA FABRICAR UM NAVIO-TANQUE, COMPONENTE DE PARTE DO MEIO DE NAVIO-TANQUE, MÓDULO DE CASCO DE EMBARCAÇÃO, NAVIO-TANQUE E SEÇÃO DE DIQUE SECO FLUTUANTE
PI 9304685-5	PROCESSO PARA SERVIÇO EM UMA SUPERFÍCIE E DISPOSITIVO PARA USO NA APLICAÇÃO DE TRABALHO A UMA SUPERFÍCIE
PI 9400848-5	ANODO DE SACRIFÍCIO PARA A PROTEÇÃO ANTICORROSÃO DE ESTRUTURAS DE ALTO MAR, E PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DO MESMO
PI 9406403-2	COMPOSIÇÃO CONCENTRADA PARA PREPARAR UM TRATAMENTO DE HIDROFILIZAÇÃO POR DILUIÇÃO COM ÁGUA, E, PROCESSO DE HIDROFILIZAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE METÁLICA
PI 9501858-1	TUBO ASCENDENTE MARÍTIMO APERFEIÇOADO
PI 9609772-8	REDUÇÃO DE BIOINCRUSTAÇÕES
PI 9704608-6	PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE LINHAS SUBMARINAS
PI 9806139-9	SISTEMA DE TUBULAÇÃO RESISTENTE À CORROSÃO E AO FOGO
PI 9806489-4	MANTA PARA A PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS EXPOSTAS A FORÇAS HIDRODINÂMICAS E PROCESSO PARA SUA PRODUÇÃO
PI 9911486-0	MATERIAL FERROMAGNÉTICO RESISTENTE À CORROSÃO
PI 9917140-6	COMPOSIÇÃO E TINTA MARÍTIMAS ANTI-INCRUSTAÇÃO, ARTIGO MARÍTIMO E MÉTODOS DE REDUÇÃO DA INCRUSTAÇÃO, DA CORROSÃO, DO COEFICIENTE DE ARRASTO, DO FUNGO MÍLDIO E DE LIMITAÇÃO DA ADSORÇÃO DE ÁGUA EM SUPERFÍCIE MARÍTIMA, DA TENDÊNCIA DE CAVITAÇÃO DE PROPULSOR SOB CARGA E DE REMOÇÃO DE CRESCIMENTO INDESEJADO EM SUPERFÍCIE

## **III.2 – Resultados e Discussão do estudo**

O estudo de patentes aqui apresentado utiliza a metodologia de estatística de patentes, no qual alguns tópicos foram selecionados previamente para uma melhor extração de informações estratégicas. Estes tópicos abrangem a distribuição de patentes por localidade, a evolução temporal dos pedidos de patentes e concessões de patentes, a distribuição de patentes por tipo de depositante, a análise dos setores industriais, a análise dos tipos de tecnologias anticorrosivas, análise das propriedades das tecnologias prospectadas, avaliação das aplicações das tecnologias na indústria naval e a análise por tipologia de patente.

Para agregar mais valor informacional ao estudo de patentes, as análises dos tópicos, em alguns casos, também foram feitas exclusivamente para patentes nacionais ou patentes que apresentaram dois tipos de tecnologias anticorrosivas específicas. Logo, esta análise foi, primeiramente, feita para todas as patentes estudadas, consecutivamente para apenas patentes brasileiras e depois para patentes que envolveram as tipologias “Proteção catódica” e “Revestimento anticorrosivo”, que foram os tipos de tecnologias que se sobressaíram durante a prospecção. Este artifício foi realizado para informar as evoluções, projeções e tendências destas duas tecnologias separadamente e de tecnologias desenvolvidas no Brasil, assim como de todas as patentes estudadas em geral.

### **III.2.1- Distribuição das patentes por Localidade**

Neste tópico é apresentado os países que geraram as tecnologias prospectadas. Esta distribuição foi realizada por países e no caso nacional, por estados brasileiros. As Figuras III.3 e III.4 abaixo indicam os números de patentes por nação e a porcentagem que cada um representa neste estudo tecnológico.

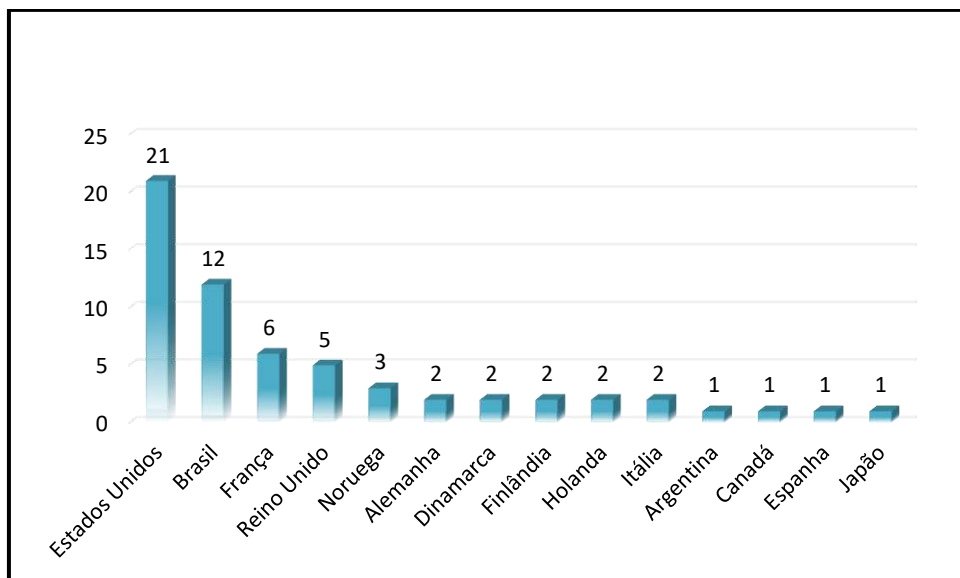


Figura III.3 - Distribuição de patentes por países

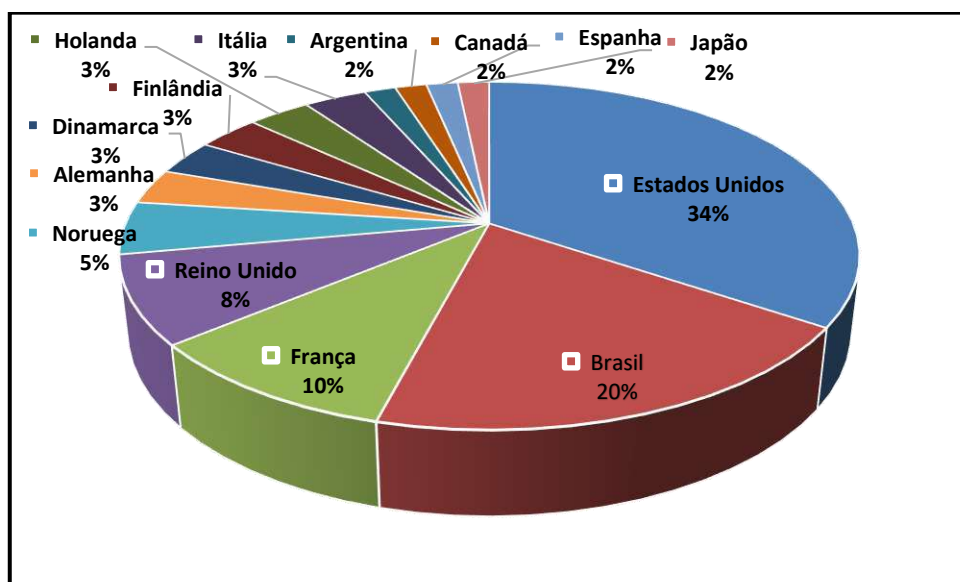


Figura III.4- Distribuição de patentes por países

Os resultados indicam que, com 21 patentes depositadas e 34% do número total de patentes, os Estados Unidos são o país que mais investem e desenvolvem tecnologias anticorrosivas para a indústria naval no mercado brasileiro, seguido do próprio Brasil com 12 depósitos e 20% do total e da França, que detém 6 patentes e 10 % do número de depósitos no território nacional.

A região sudeste, como relatado no histórico da indústria naval, é a região em que mais foram recebidos investimentos desde o século XIX a partir do Barão de Mauá, com a implementação de portos, estaleiros e Indústrias de construção naval. O sudeste brasileiro se desenvolveu e se manteve no ápice deste setor ao decorrer dos anos através da intensa

exploração de petróleo na região, impulsionando a criação de novas tecnologias que fomentassem a inovação do setor, com o ganho de produtividade, qualidade e competitividade da indústria naval no mercado global. Essa região é responsável por 84% das patentes utilizadas nesse estudo, sendo o restante relativo à região sul.

A seguir, na Figura III.5, é apresentada a distribuição por estados brasileiros, dos depósitos de patentes nacionais, indicando as tendências históricas das regiões do Brasil.

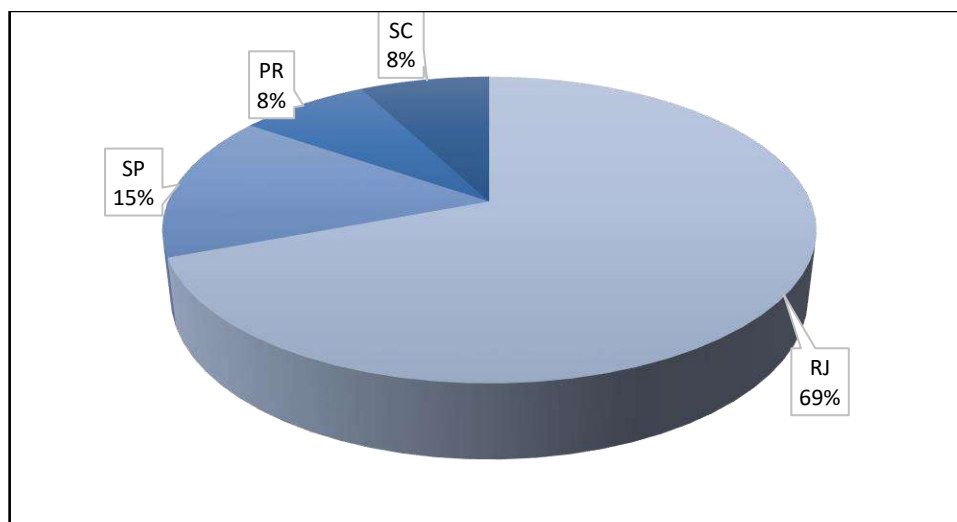


Figura III.5- Distribuição de patentes brasileiras por Estados

Como indicado na Figura III.5 acima, o Rio de Janeiro é o estado brasileiro em que mais patentes sobre corrosão na indústria naval são depositadas, com 9 patentes e 69% do total de patentes brasileiras, indicando uma maior predominância do setor naval no estado, informação que é comprovada no estudo mercadológico no próximo capítulo. Em sequência vem o estado de São Paulo com 2 depósitos e 15% do total de patentes e os estados de Santa Catarina e Paraná com 1 patente cada e 8% do número de patentes brasileiras.

### III.2.2 – Evolução temporal dos pedidos de patentes

Esta análise demonstra a evolução cronológica dos pedidos e depósitos de patentes. Foi avaliado o ano de depósito de cada patente estudada. O resultado é mostrado pela Figura III.6 a seguir:

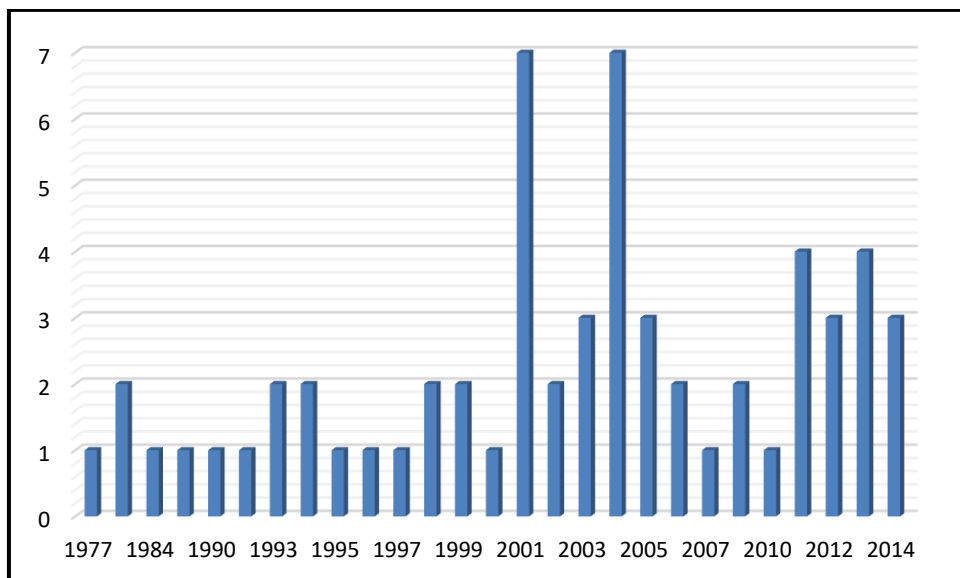


Figura III.6 - Evolução cronológica de patentes da Corrosão na indústria naval

Pode-se concluir que a evolução histórica do depósito de patentes da corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas indicou um período de equilíbrio até o início da década de 90, quando as técnicas do combate a corrosão começaram a ter mais expressividade no mercado. No início do século XXI atingiu o ápice entre os anos de 2001 a 2004, seguido de um período de menor investimento em novas tecnologias entre 2007 a 2010 e voltando a crescer a partir deste mesmo ano. A Figura III.7 a seguir revela estatisticamente a porcentagem do depósito de patentes por década.

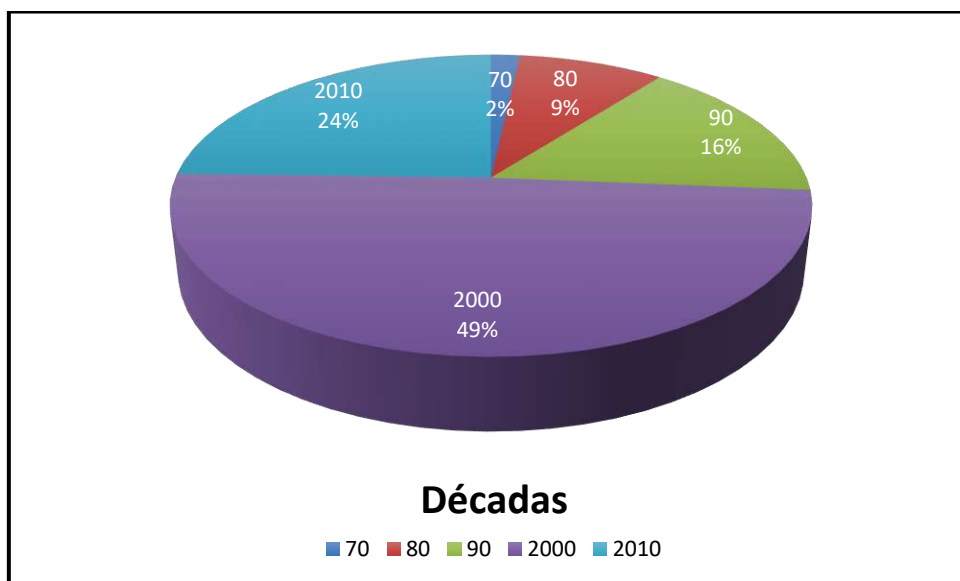


Figura III.7 - Evolução de patentes por décadas da Corrosão na indústria naval



Os resultados indicam um crescimento do investimento no combate à corrosão nos últimos 40 anos. Apesar do número do depósito de patentes dos anos 2000, que representa quase metade do número de patentes depositadas, ser superior ao número dos anos 2010, este fator pode ser relevado pois muitas das patentes depositadas em 2016 e 2017 ainda estão em fase de sigilo, não podendo ser analisadas neste projeto. A possibilidade de aumento do percentual de patentes depositadas nos anos 2010 é bem alta, visto que ainda faltam aproximadamente 5 anos de patentes que podem ser analisadas até o fim de 2020.

O desenvolvimento de tecnologias anticorrosivas nos últimos 40 anos ainda é mais expressivo quando analisadas apenas as patentes brasileiras, que ficaram apagadas nos anos 70 e 90, com apenas um depósito de pedido de patente na década de 80, sendo priorizadas a partir dos anos 2000, como mostra a Figura III.8 a seguir:

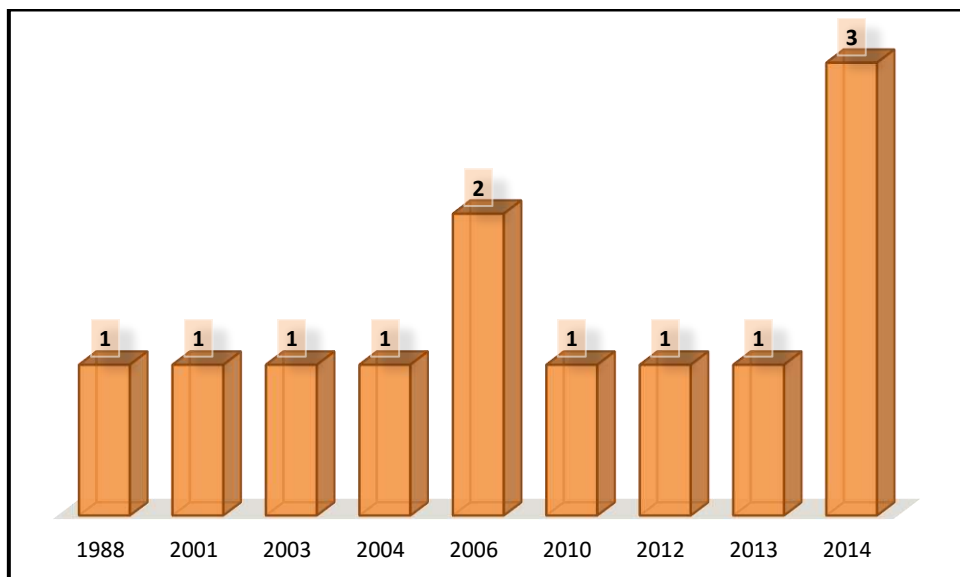


Figura III.8- Evolução cronológica de patentes nacionais da Corrosão na indústria naval

Em sequência foi feita a evolução temporal das patentes de Proteção Catódica e Revestimentos anticorrosivos aplicados na indústria naval e estruturas oceânicas.

Segundo a Figura III.9 abaixo, a proteção catódica começou a ter expressividade no mercado nacional a partir da década de 90 e teve uma maior quantidade de patentes depositadas e importância no combate à corrosão nos anos 2000, com quase 43% do total de 14 patentes desta técnica desde o ano de 1977.

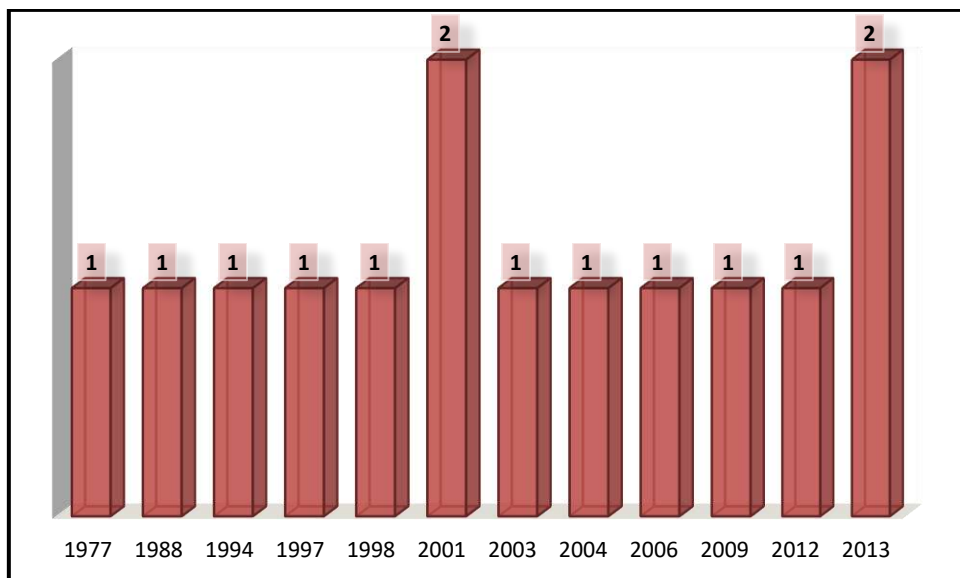


Figura III.9- Evolução cronológica de patentes da Proteção catódica na indústria naval

Em relação ao Revestimento Anticorrosivo, o perfil cronológico pode ser interpretado como uma estagnação dos anos 70 até a década de 90, em que ocorreu um maior investimento nesta técnica, obtendo o seu ápice nos anos 2000, seguindo de um declive nos anos sucessores, porém com números relevantes para metade da década analisada.

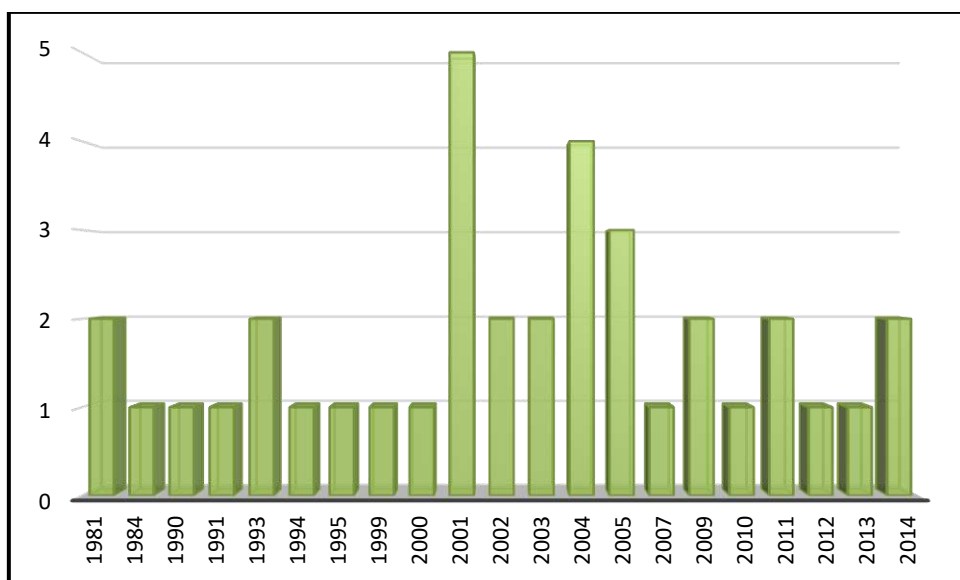


Figura III.10- Evolução cronológica de patentes do Revestimento anticorrosivo na indústria naval

### III.2.3 – Distribuição de patentes por tipo de depositante

Neste tópico é avaliado a distribuição dos depósitos de patentes pelos titulares. Entre eles estão: empresas, universidades, institutos de pesquisas e pessoa física. A Figura III.11 designa percentualmente esta análise.

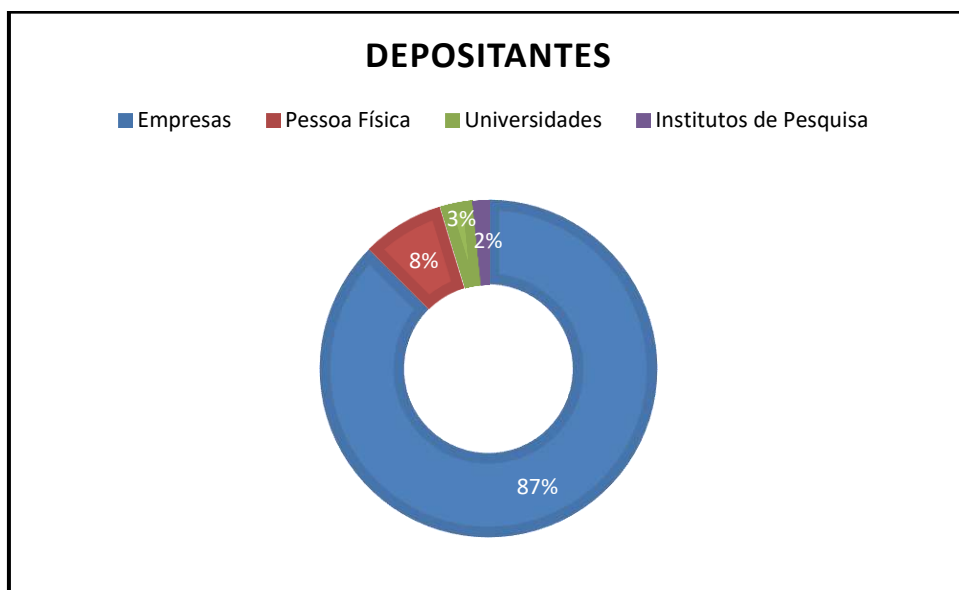


Figura III.11 - Análise por depositantes

Pelos resultados da Figura III.11, conclui-se que as empresas são os atuantes que mais geram tecnologias para o combate à corrosão na indústria naval, com 87% do total de patentes depositadas no INPI, seguida de pessoas físicas com 8% e 5 patentes depositadas. O único Instituto de Pesquisa encontrado foi o “*Marine Environmental Research*” dos Estados Unidos. A seguir são apresentadas as tabelas III.4 e III.5 indicando as empresas e universidades depositantes e as respectivas quantidades de patentes.

Tabela III.4 – Universidades depositantes

Universidades	Quantidade
Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	1
Universidade Federal De São Carlos - UFSCAR	1

Tabela III.5- Empresas depositantes

<b>Empresas</b>	<b>Quantidade</b>
Petrobrás S.A.	6
Atofina Chemicals, INC	2
Borealis Technology Ou	2
Du Pont de Nemours And Company	2
National Oilwell Varco Denmark I/S	2
Agip S.p.A.	1
Akzo Nobel Coatings International B.V.	1
Aspen Aerogels, Inc.	1
Baker Hugues Limited	1
CGG SERVICES AS	1
Chevron U.S.A INC.	1
Cromopar - Cromagem Do Paraná LTDA.	1
Dow company (Rohm And Haas Company)	1
Elf Aquitaine	1
Elf Atochem	1
Emerson Climate Technologies, Inc	1
Flexlife Limited	1
Flight Refuelling LTD.	1
FMC technologies do brasil LTDA	1
Foothills Industria e Comercio LTDA	1
FRC Composites	1
Gamesa Innovation & Technology	1
Halliburton Energy Services e Welldynamics	1
Henkel Corporation	1
International Coatings LTD.	1
Jotun A/S	1
Marinex International Inc	1
Metro Machine Corporation	1
MMC Compliance Engineering, Inc	1
Multi-Chem Group	1

N.E.I. Treatment Systems	1
Nexans	1
Nippon Paint Marine Coatings Co	1
Norddeutsche Seekabelwerke GMBH & CO	1
Northrop Grumman Corporation	1
Pgs Geophysical As	1
Prysmian Cavi E Sistemi Energia S.R.L.	1
Sacor Siderotécnica S/A	1
Saipem S.A.	1
Sigma Coatings B.V.	1
Submar	1
Technip France	1
Trelleborg Viking AS	1
Tyco Electronics Uk Limited	1
Vetco Gray INC.	1
W. P. Powers Company	1

Foram prospectadas 2 universidades e 55 empresas, descritas acima. No tópico III.2.4 é apresentado a análise de perfil destas empresas.

Em sequência, foram avaliadas exclusivamente as patentes brasileiras depositadas. Em relação a análise dos depositantes globais (nacionais e estrangeiros), este cenário revelou uma maior atuação percentual das universidades no âmbito da corrosão na indústria naval com 15% e manteve as empresas como os maiores atuantes no setor, com 77%, como mostra a Figura III.12.

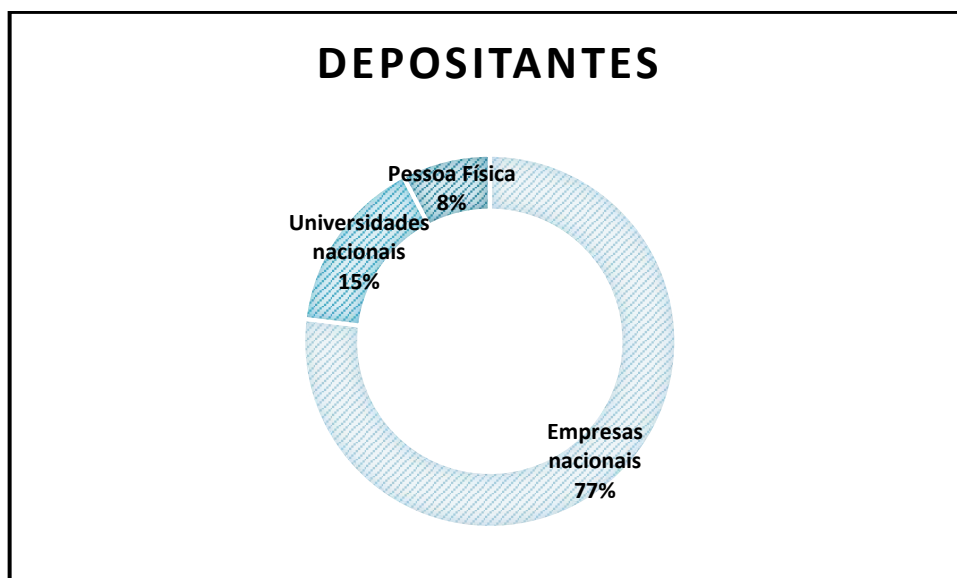


Figura III.12- Análise por Depositantes nacionais

Apenas uma pessoa física brasileira possui patente sobre o tema. As empresas e universidades brasileiras que depositaram as patentes-alvo deste estudo estão definidas na tabela III.6 a seguir:

Tabela III.6- Empresas e Universidades brasileiras depositantes

<b>Empresas Brasileiras</b>	<b>Quantidade</b>
Petrobrás S.A.	6
Cromopar - Cromagem Do Paraná LTDA.	1
FMC technologies do brasil LTDA	1
Foothills Industria e Comercio LTDA	1
Sacor Siderotécnica S/A	1
<b>Universidades</b>	<b>Quantidade</b>
Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	1
Universidade Federal De São Carlos - UFSCAR	1

### III.2.4- Análise dos setores industriais das tecnologias

Uma exploração do perfil das empresas definidas no tópico III.2.3 foi feita nesta seção, indicando os principais setores industriais interessados no controle da corrosão na indústria naval. Os setores foram divididos em:

- Óleo e Gás - Empresas produtoras ou prestadoras de serviço deste setor;
- Engenharia marítima - Empresas que atuam em soluções para a indústria naval e estruturas oceânicas, como atividades *Subsea* ou reformas de embarcações;
- Telecomunicações - Empresas presentes no setor com a produção de cabos de transmissão;
- Tintas - Empresas produtoras de revestimento à base de tinta;
- Polímeros - Empresas produtoras de revestimento à base de polímeros;
- Metalmecânica - Empresas de proteção catódica, galvanização ou metalúrgicas;
- Geofísicas - Empresas produtoras de equipamentos para análises sísmicas;
- Defesa - Empresas destinadas à defesa e segurança dos países;
- Outras - Demais setores industriais que só apareceram uma vez durante a prospecção. Entre eles estão: Bens de consumo, Energia eólica, Importação e distribuição, Química- Aditivos.

Os resultados estão exibidos na Figura III.13.

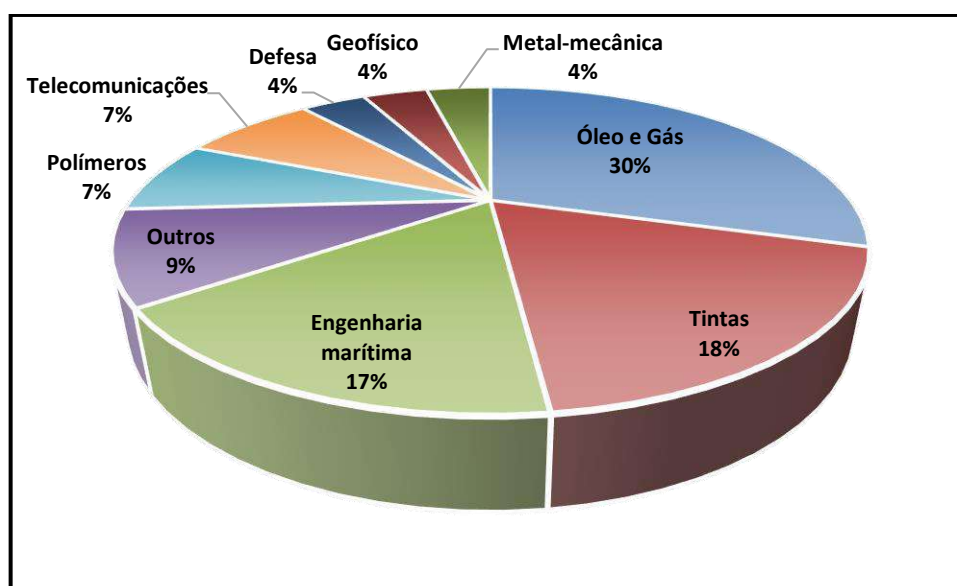


Figura III.13- Setores industriais das patentes depositadas

Esta distribuição revela que os setores de Óleo e gás, Tintas e Engenharia Marítima prevalecem como os que mais demandam tecnologias para o controle da Corrosão na indústria naval. Empresas do setor de Óleo e Gás depositaram 16 patentes no INPI, um total de 30% do número de pedidos de patentes. Os setores de Tintas e Engenharia marítima estão logo em seguida com 18% e 17% cada e um número de depósitos de 10 e 9 patentes respectivamente.

Em relação ao cenário das empresas nacionais, os setores da indústria que mais predominaram foram os de Óleo e Gás, com 60 % e 6 pedidos de patentes, todos de titularidade da Petrobrás S.A., acompanhado dos setores de Metalmeccânica com 20% e 2 depósitos de patentes e de Engenharia Marítima com 10% e um único pedido de patente, como mostrado na Figura III.14 abaixo.

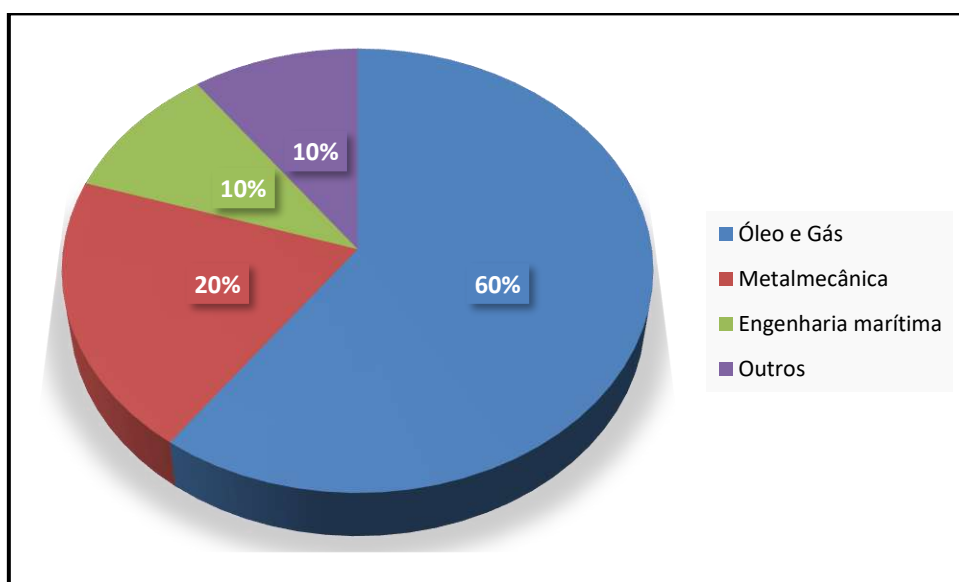


Figura III.14- Setores industriais das patentes brasileiras depositadas

O estudo da técnica anticorrosiva da Proteção Catódica denota maiores números de inovações das corporações do setor de Óleo e Gás com 7 depósitos de patentes e sucessivamente dos setores de Telecomunicações e Engenharia Marítima com 2 patentes cada, sendo relevantes na aplicação desta técnica. A Figura III.15 a seguir indica as porcentagens de cada setor envolvido.



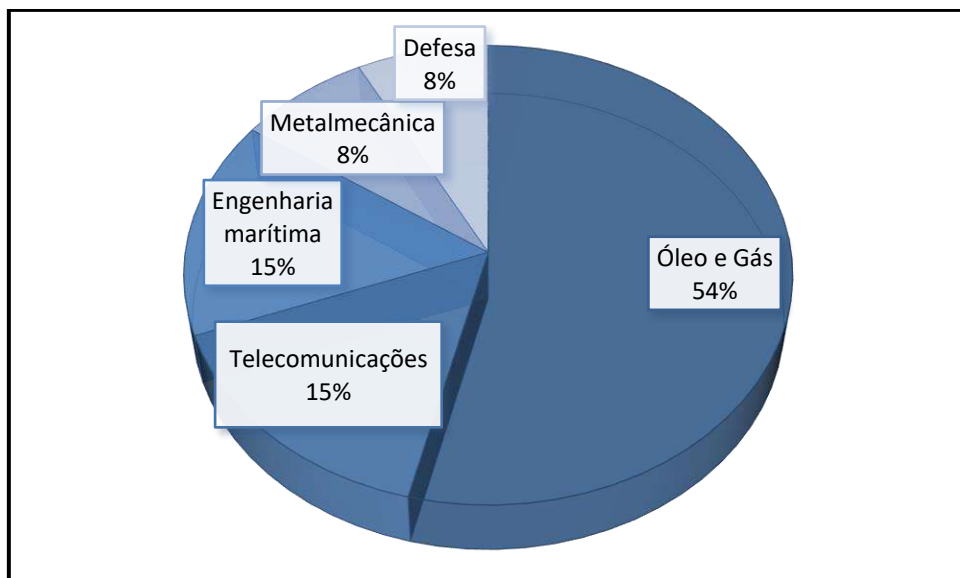


Figura III.15- Setores industriais das patentes de Proteção Catódica

Para a técnica de Revestimento Anticorrosivo, o estudo tecnológico das patentes indica uma maior atuação das empresas dos setores de Tintas, Polímeros e Engenharia Marítima, com 10, 4 e 4 depósitos de patentes respectivamente. A estatística em porcentagem dos setores que investiram nesta técnica está apresentada em sequência.

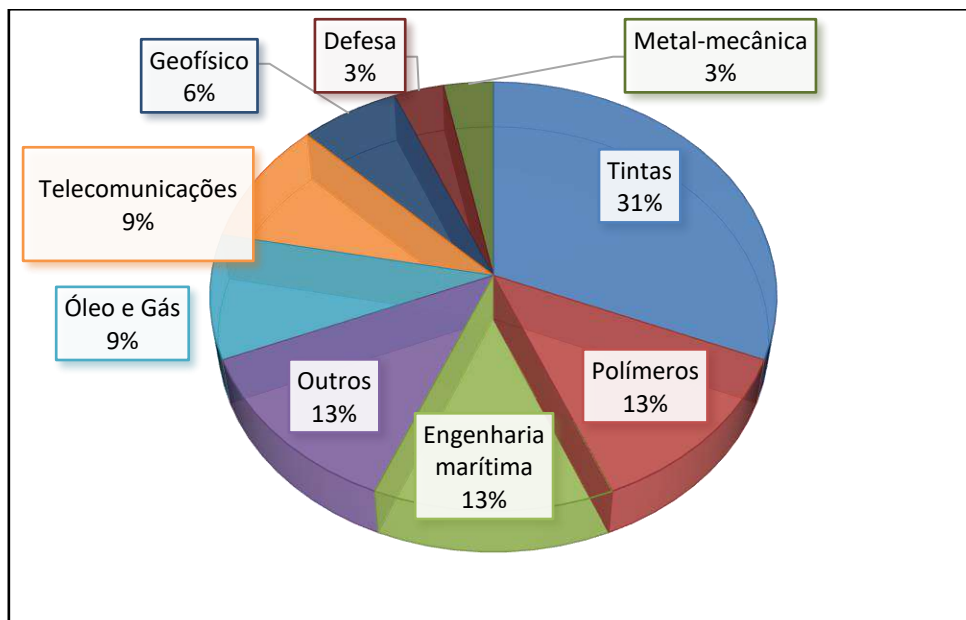


Figura III.16- Setores industriais das patentes de Revestimento Anticorrosivo

### III.2.5- Análise dos tipos de tecnologias anticorrosivas

Neste tópico são avaliadas as tipologias de tecnologias anticorrosivas relativas às patentes prospectadas. As tecnologias foram divididas em:

- Revestimentos Anticorrosivos: revestimentos metálicos, poliméricos ou de tinta;
- Proteção Catódica: Técnicas Galvânica ou por Corrente Impressa;
- Fluidos inibidores de corrosão: Fluidos que são utilizados para controlar ou evitar a corrosão no meio através de diversos mecanismos, como por exemplo o Fluido LDHI que inibe a formação de hidratos;
- Técnicas de redução do oxigênio do sistema: Técnicas que inibem a corrosão diminuindo o teor/concentração de oxigênio no ambiente, eliminando microrganismos e reduzindo o percentual de corrosão. Dentre elas estão o tratamento de desoxigenação da água de lastro dos navios e a utilização de agentes de cobertura nos tanques de navios;
- Desenvolvimento de novos produtos resistentes a corrosão: Como o nome especifica, é a elaboração de um novo produto que não utiliza nenhuma das técnicas acima, porém possui propriedades e materiais que fortificam sua resistência a corrosão;
- Técnicas de tratamento da corrosão: São técnicas utilizadas após a corrosão se instaurar no material, como por exemplo a restauração de equipamentos por aplicação de resina/fibra e a remoção, redução e prevenção de bioincrustações e produtos da corrosão.

O estudo tecnológico das técnicas anticorrosivas aponta um predomínio dos Revestimentos Anticorrosivos, com 37 pedidos de patentes e 60 % do total, acompanhado da Proteção Catódica com 14 pedidos de patentes e 23% do total. A Figura III.17 menciona a distribuição das técnicas de combate à corrosão na Indústria Naval.

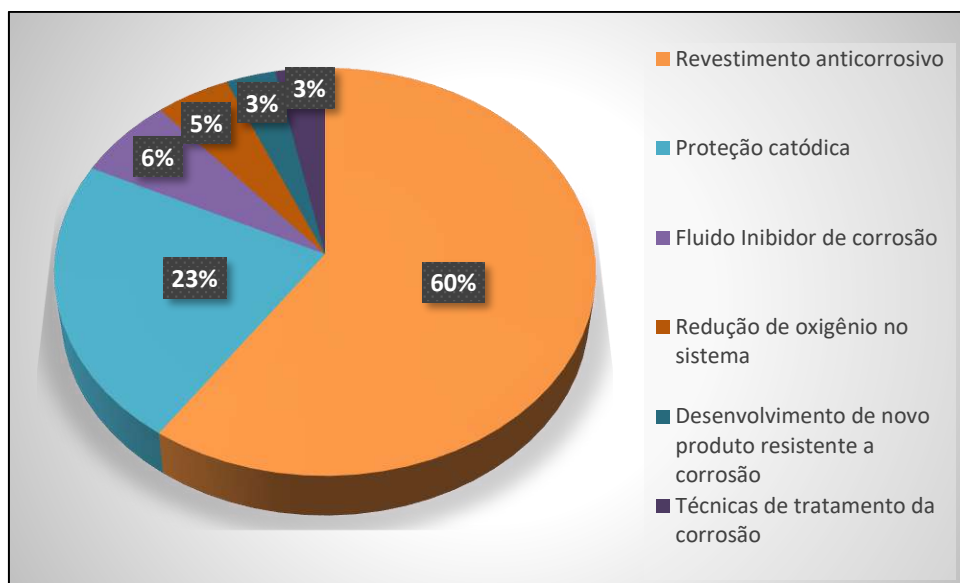


Figura III.17- Tipos de técnicas anticorrosivas

No âmbito de patentes nacionais, este cenário se altera um pouco em relação à geração de tecnologias referentes as principais técnicas anticorrosivas, visto que a Figura III.18 em sequência enuncia o predomínio do investimento em Proteção Catódica com 5 patentes e 42% do total de patentes depositadas e do Revestimento anticorrosivo com 4 patentes e 33% do total de pedidos de patentes.

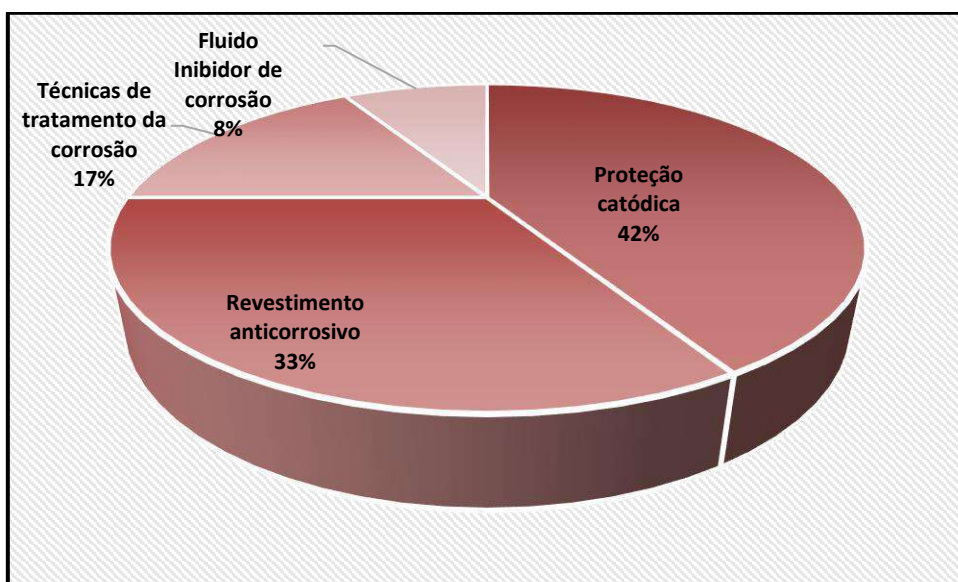


Figura III.18- Tipos de técnicas anticorrosivas em patentes brasileiras

Logo, conclui-se que o investimento de empresas estrangeiras em Corrosão na indústria naval tem como predomínio a criação de tecnologias em Revestimento anticorrosivo, enquanto que as empresas nacionais investem mais em Proteção Catódica. Isso pode ser explicado em conjunto com a análise dos perfis dos setores industriais, no qual o setor de Óleo e Gás (presente

em 60% das empresas brasileiras depositantes) contém 54% das patentes que envolvem tecnologias de proteção catódica (esta técnica predomina com 42% do total de patentes brasileiras) e apenas 9% das tecnologias de revestimentos anticorrosivos, que estão presentes em 1/3 das patentes nacionais. Assim, as empresas depositantes brasileiras, predominantemente do setor de óleo e gás, investem mais em tecnologias de proteção catódica.

O setor de tintas, engenharia marítima e polímeros, que possuem, respectivamente, 18%, 17% e 7% do total de pedidos de patentes, inovam preferencialmente em revestimentos anticorrosivos (com 31%, 13% e 13% respectivamente). Estes setores são mais susceptíveis a investimentos de empresas internacionais já que os revestimentos representam 60% do total de patentes em geral e que as empresas brasileiras priorizam o investimento em proteção catódica.

A técnica da proteção catódica, como relatado no início deste tópico, é dividida em galvânica e corrente impressa. As Figuras III.19 e III.20 revelam estatisticamente a disposição desta técnica analisando o total de pedidos de patentes e os pedidos de patentes brasileiros.

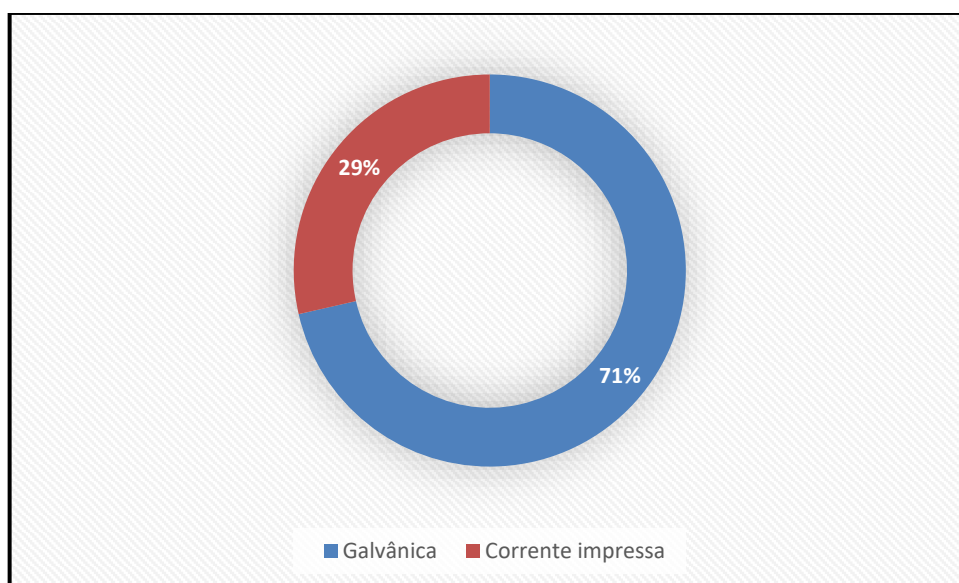


Figura III.19- Distribuição dos tipos de Proteção Catódica para 14 patentes

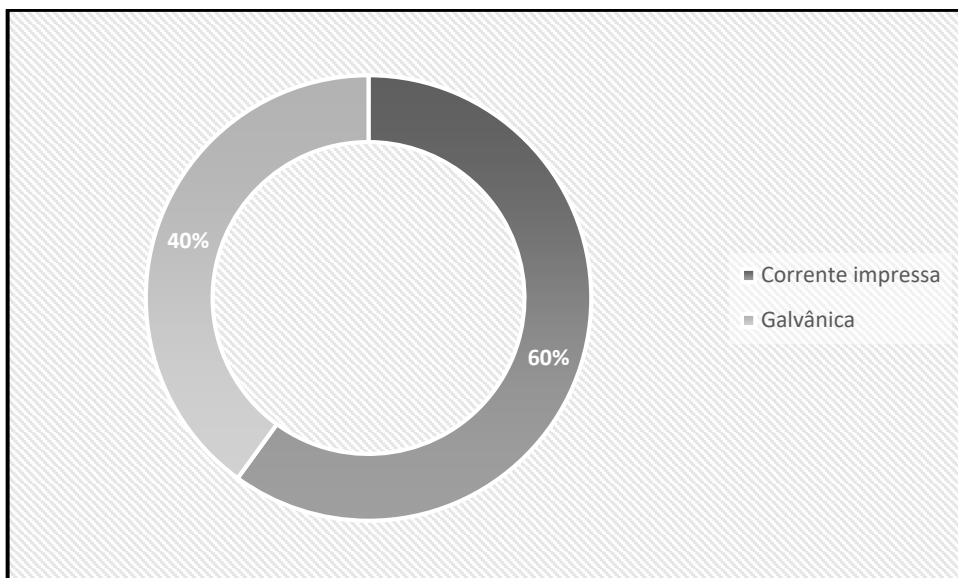


Figura III.20- Distribuição dos tipos de Proteção Catódica para 5 patentes brasileiras

Em relação a proteção catódica, a conjuntura de patentes englobando todos os países revela uma tendência em criar tecnologias do tipo galvânicas, enquanto que a análise das patentes brasileiras realça um equilíbrio entre a técnica por corrente impressa e a galvânica, visto que apenas 5 patentes se enquadraram nesta análise.

A técnica de revestimento anticorrosivo, como citada anteriormente, é dividida predominantemente em revestimento metálico, polimérico e de tintas. A Figuras III.21 e III.22 revelam estatisticamente a disposição desta técnica analisando o total de pedidos de patentes e os pedidos de patentes brasileiros.

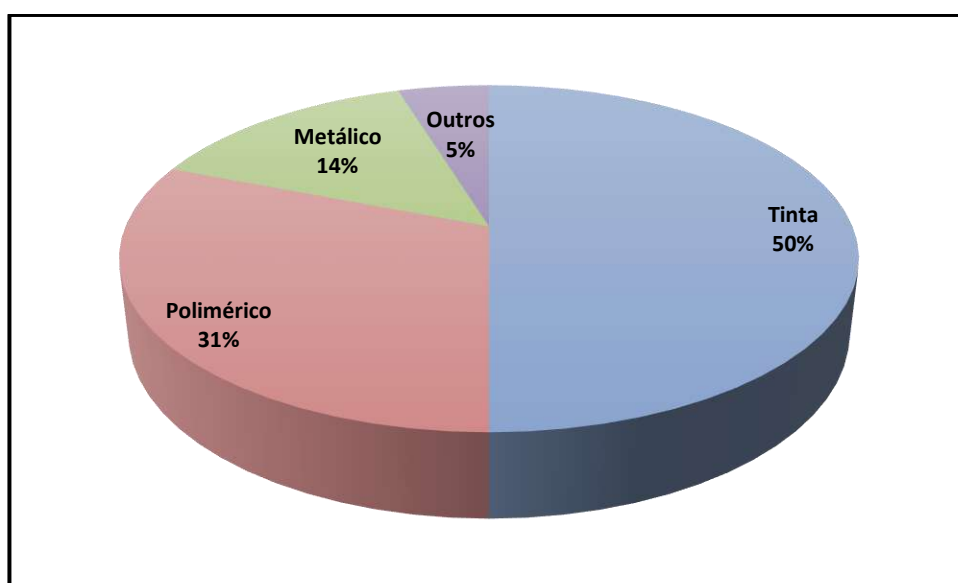


Figura III.21- Tipos de Revestimento anticorrosivo de 42 patentes

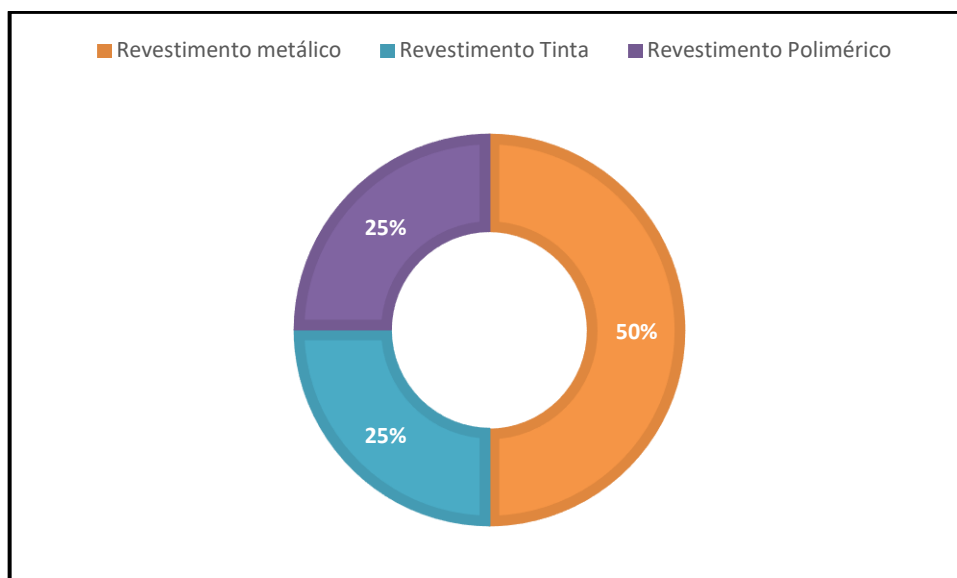


Figura III.22- Tipos de Revestimento anticorrosivo de 4 patentes brasileiras

A análise dos Revestimentos Anticorrosivos no contexto de patentes englobando todos os países revela uma tendência em desenvolver tecnologias de Tintas, com 21 patentes e que corresponde a 50% do total de pedidos de patentes. Muitas patentes continham mais de uma técnica de revestimento numa mesma tecnologia, indicando assim um número (42) superior ao obtido nas análises das técnicas anticorrosivas (37). O termo “outros” inclui uma tecnologia de revestimento não-metálico inorgânico que compreende a utilização de revestimento de cimento e uma tecnologia de proteção natural de uma estrutura baseada na deposição de crustáceos sobre uma camada de granito e arenito. Em relação às patentes brasileiras, houve um equilíbrio entre os revestimentos metálicos, poliméricos e de tintas, visto que apenas 4 tecnologias se enquadraram nesta avaliação.

Durante a prospecção tecnológica, diferentes tipos de anodos de sacrifício na Proteção catódica e diversas composições de Revestimentos anticorrosivos foram encontrados. As tabelas III.7 e III.8 mostram essas informações.

Tabela III.7- Anodos de sacrifício das tecnologias de proteção catódica

<b>Tipos de Anodos de sacrifício</b>	<b>Quantidade</b>
Alumínio	4
Zinco	2
Cobre	1
Titânio revestido com óxidos de metais nobres	1
Aço carbono	1
Magnésio	1

Tabela III.8- Composição dos Revestimentos Anticorrosivos

<b>Revestimento Polimérico</b>	<b>Quantidade</b>
Polímeros fluorados PVDF	2
Polipropileno	2
Polietileno LDPE	2
Poliamida	2
Poli(cloreto de vinila) (PVC)	1
Poliuretano	1
Fluoreto de polivinilideno	1
Geopolímeros de Sílica, alumina	1
Aramida	1
<b>Revestimento Metálico</b>	<b>Quantidade</b>
Butóxido de titânio e outras ligas	2
Isopropóxido de zircônio	1
Alumínio	1
Magnésio	1
Cobre	1
Zinco	1
Ligas de aço	1
Níquel	1
<b>Revestimento de Tinta</b>	<b>Quantidade</b>
Resina epóxi e aditivos	5
Resina de acrílico com uretano neutro e ativos	2
Polímero de poliuretano e aditivos	2
Polímero de amônio quaternário e aditivos	2
Óxido cuproso e aditivos	1
Vedador acrílico de resina de silício e aditivos	1
Polímero de éster hidrolisável de estanho e aditivos	1
Polímero de vinil-lactama, vinil-amida e aditivos	1
(Met)acrilato de triarilsilila e aditivos	1
Polímero de fosfônio quaternário e aditivos	1
Fluoropolímero e aditivos	1
Fosfato de cromo e aditivos	1
Óxido de cromo e aditivos	1

### III.2.6- Aplicações das tecnologias na Indústria Naval

Este item tem como objetivo designar as áreas de aplicações das tecnologias estudadas dentro da indústria naval. Para esta análise ser efetivada, uma classificação das aplicações é apresentada a seguir:

- **Construção naval:** Qualquer aplicação que envolva a construção ou reparo de embarcações. Abrange procedimentos em cascos, tanques, tanques de lastro ou outras partes de navios;
- **Plataformas de Petróleo:** Aplicações que compreendam estruturas da plataforma em si, como equipamentos ou poços de petróleo;
- **Cabos:** Engloba todos os tipos de cabos submarinos como os de fibra óptica, de energia, de análise sísmica ou qualquer outra aplicação;
- **Tubulações e dutos:** Incluem qualquer tubulação ou duto submarino, sejam de fluido ou gases;
- **Outras Estruturas Oceânicas:** Contém as outras estruturas marítimas encontradas na prospecção que não se enquadram nas classificações anteriores, entre elas estão atuadores hidráulicos, turbina eólica marítima, arames para redes aquáticas, Docas flutuantes, emissários submarinos, pilares de pontes, compressores, instalações de energia eólica, píeres, equipamentos geofísicos marítimos e umbilicais hidráulicos chatos (flat pack).

A primeira análise foi realizada para todas as 61 patentes, indicando que as tecnologias foram desenvolvidas para serem aplicadas principalmente em tubulações e dutos com 31%, plataformas de petróleo com 26% e construção naval com 21% do número total de pedidos de patentes, como mostra a Figura III.23 em sequência. Um total de 13 patentes não especificou diretamente a aplicação na indústria naval, só deixaram claro que são utilizadas em estruturas submersas ou marítimas em geral, logo estas foram desconsideradas nesta análise.



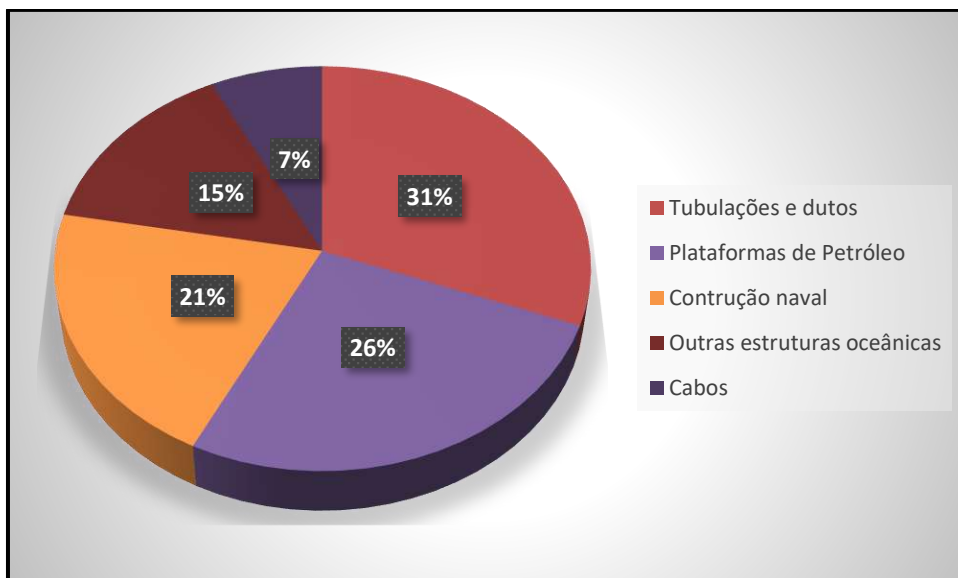


Figura III.23- Distribuição de patentes por aplicações

Para as 12 tecnologias elaboradas no Brasil, a distribuição por aplicações se manteve mais nivelada, porém com um maior propósito em plataformas de petróleo, com 33% dos depósitos, conforme a Figura III.24 a seguir.

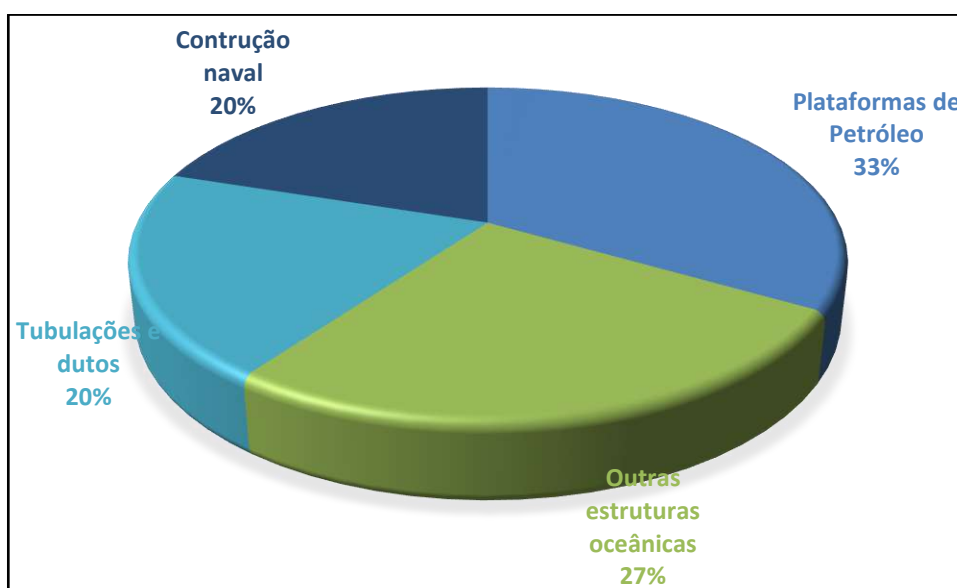


Figura III.24- Distribuição de patentes brasileiras por aplicações

As análises a seguir relacionam as técnicas anticorrosivas com as aplicações de mercado. Primeiramente é descrita a proteção catódica na Figura III.25, na qual 14 patentes foram estudadas e o resultado abaixo apresenta a predominância de aplicações em plataformas de petróleo, com 46%, seguida de tubulações e dutos com 23% do total de depósitos desta técnica. Esta conclusão poderia ser prevista anteriormente visto que o setor de óleo e gás é o

que mais prevalece quando explorada a Proteção Catódica, conforme o item III.2.4 e Figura III.15 deste Estudo Tecnológico.

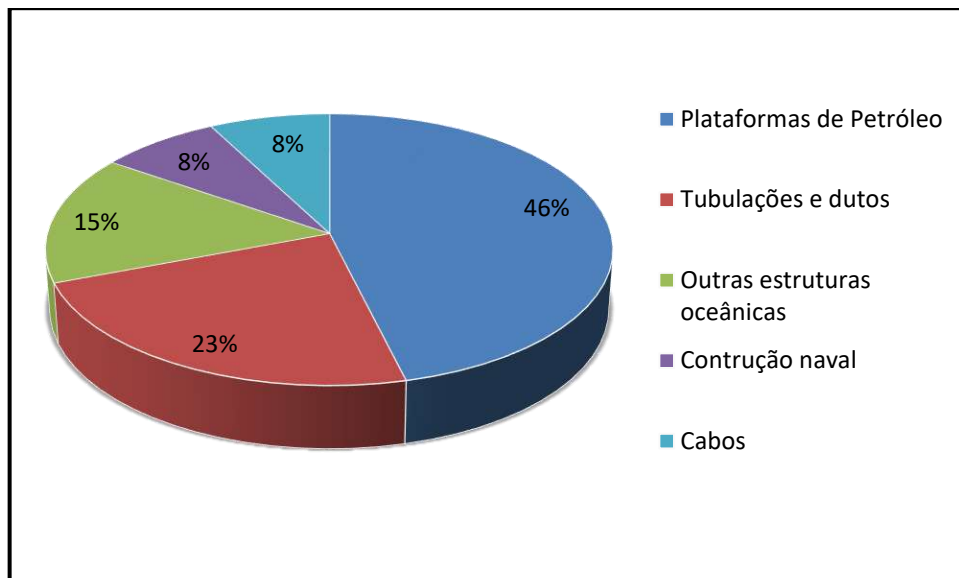


Figura III.25- Distribuição da Proteção catódica por aplicações

A segunda análise relaciona a técnica do revestimento anticorrosivo com as aplicações de mercado na Figura III.26. Foram examinadas 37 patentes e o resultado abaixo exhibe soberania de aplicações em tubulações e dutos com 35%, acompanhado de plataformas de petróleo com 23% e construção naval com 18% do total de depósitos desta técnica.

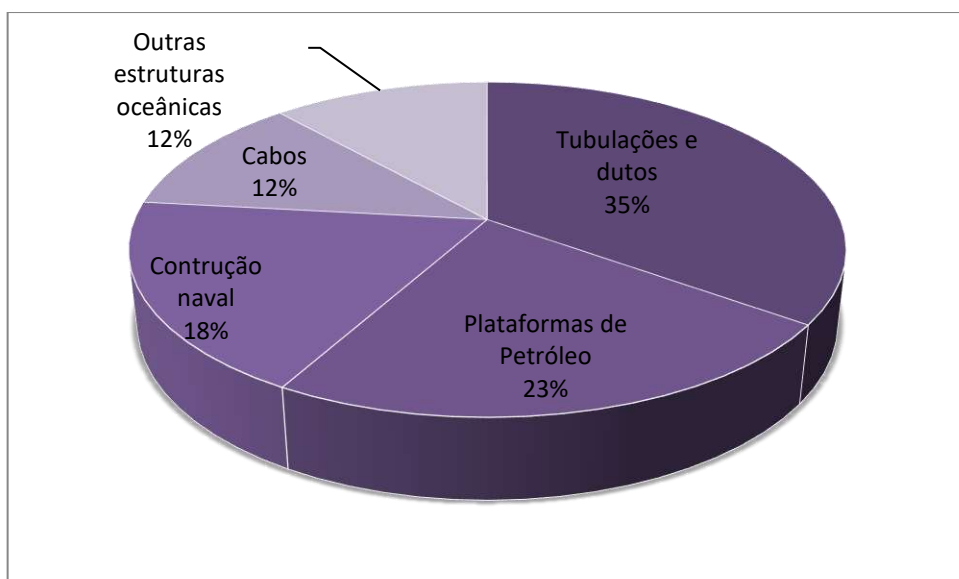


Figura III.26- Distribuição do Revestimento Anticorrosivo por aplicações

### III.2.7- Análise por situação jurídica da patente

Este tópico tem como objetivo assinalar as projeções e tendências das tecnologias estudadas a partir da situação jurídica de patentes. Estas são divididas em três categorias:

- **Solicitadas:** Patentes que ainda estão em processo de concessão. Indicam que a tecnologia poderá estar presente no mercado em um médio a longo período de tempo, visto que ela ainda poderá ser concedida ou não. Patentes arquivadas foram anexadas a esta classificação devido a sua pequena possibilidade de se encontrarem no mercado na atualidade ou a curto prazo.
- **Concedidas:** Patentes que garantem seguridade perante a lei e só podem ser exploradas por quem tiver o seu domínio. Indicam que a tecnologia tem uma possibilidade de já estar sendo utilizada no mercado ou que será utilizada muito em breve. Curto período de tempo.
- **Extintas:** Patentes que caíram em domínio público por conta do tempo, podendo estar no mercado atualmente ou estarem decadentes. A depender da tipologia da patente, o período de concessão pode chegar a 20 anos. Patentes indeferidas foram incluídas nesta classificação, visto que ambas não indicam uma tendência tecnológica futura, contudo são de excelentes funcionalidades em históricos de tecnologias.

A Figura III.27 a seguir expressa a distribuição por tipologia das 61 patentes. Pode-se concluir que mais da metade das tecnologias envolvidas neste estudo ainda poderão ser utilizadas a médio e longo prazo no Brasil, que 26% das tecnologias estão em uso atualmente ou poderão ser empregadas nos próximos anos e que 21% das tecnologias caíram em domínio público, visto que este estudo abrange muitas patentes com mais de 20 anos, devido a escolha por fazer uma análise completa da base de dados do INPI.

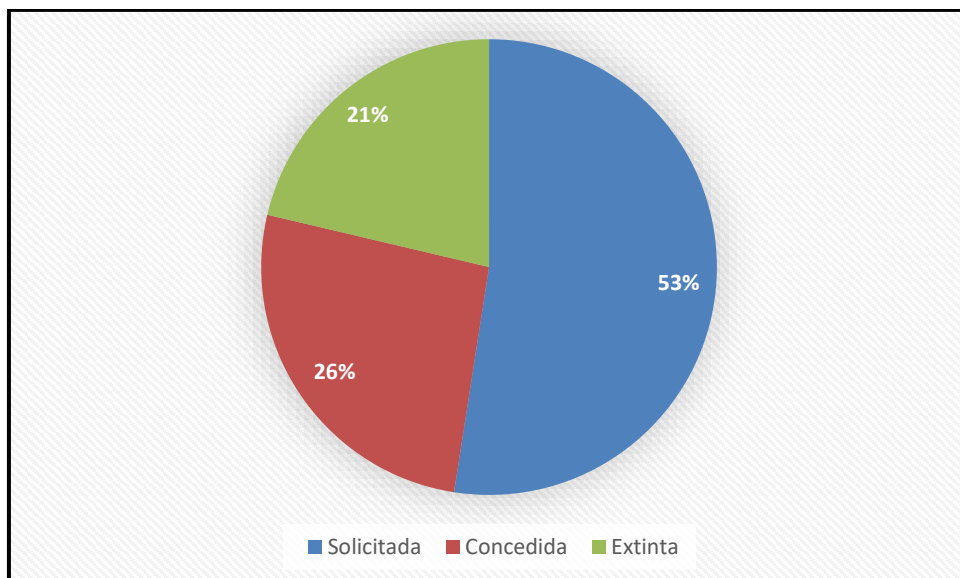


Figura III.27- Distribuição por situação jurídica de patentes

A distribuição das 12 patentes brasileiras por tipologia é mostrada na Figura III.28, na qual 67% dos pedidos de patentes são solicitadas o que revela uma maior tendência de as tecnologias nacionais levarem de médio a longo período de tempo para entrarem no mercado, seguido de 25 % de patentes concedidas e 8% de extintas.

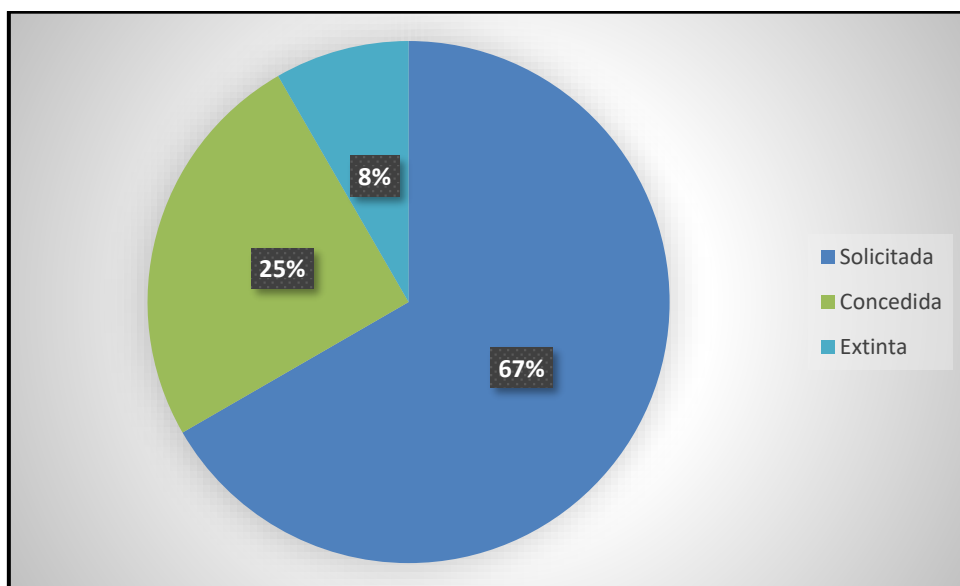


Figura III.28- Distribuição por situação jurídica de patentes brasileiras

As técnicas anticorrosivas também foram avaliadas por tipologia de patentes, indicando suas projeções e tendências no mercado. A Figura III.29 apresenta a distribuição da proteção catódica por tipo de patente. Pode-se concluir que há uma leve tendência de que esta técnica

possua tecnologias para a sua empregabilidade também a médio e a longo prazo e que o investimento nesta técnica é contínuo ao longo dos anos.

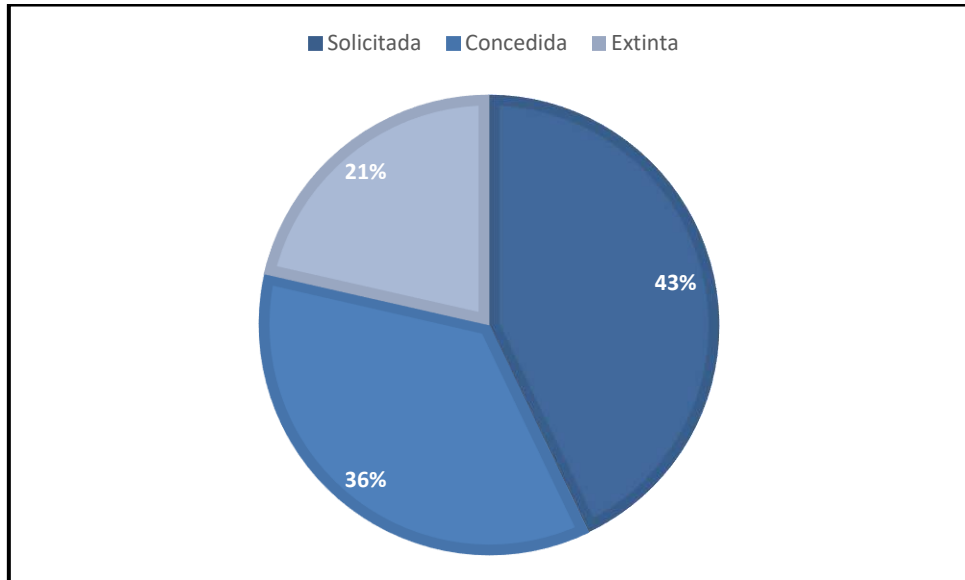


Figura III.29- Distribuição da proteção catódica por situação jurídica de 14 patentes

Para a análise da técnica de Revestimento Anticorrosivo por tipo de patente, a partir da Figura III.30 abaixo, conclui-se que esta técnica possui uma forte tendência de aplicações para médios e longos períodos de tempo, visto que o número de patentes solicitadas (19) é mais que o dobro do número de patentes concedidas (9), garantindo a sua manutenção no mercado de combate a corrosão pelos próximos anos.

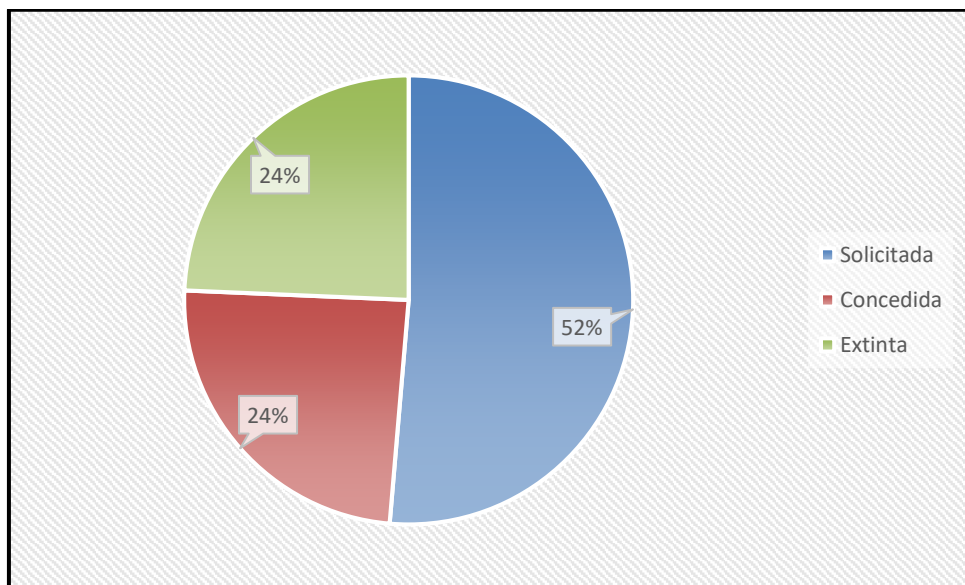


Figura III.30- Distribuição de Revestimentos anticorrosivos por situação jurídica de patentes

### III.2.8- Propriedades complementares das tecnologias prospectadas

A análise das propriedades das patentes prospectadas tem como objetivo determinar outras propriedades além da “anticorrosividade”. Se o risco tecnológico ao se desenvolver uma nova tecnologia envolve o estudo de outras propriedades, estas serão apontadas neste tópico. Para facilitar a análise, as características intrínsecas da matéria foram classificadas em:

- Químicas: Propriedades que são baseadas em interações químicas entre substâncias, como por exemplo, o tamanho da cadeia de uma molécula, propriedade antincrustante, aderência e polaridade da substância;
- Físicas: Propriedades gerais como peso, espessura, largura, densidade, etc, e mecânicas como a resistência a impactos, elasticidade, viscosidade, rugosidade, força de tensão, módulo de flexão, etc;
- Térmicas: Propriedades como resistência à chama, condutividade térmica, temperatura de transição vítrea, etc;
- Elétricas: Propriedades como permissividade dielétrica, condutividade elétrica, resistividade, capacitividade, etc;
- Ópticas: Índice de Refração, opacidade e translucidez;

Um estudo completo das propriedades das 61 patentes foi efetuado. Em diversos casos as tecnologias possuíam mais de uma propriedade complementar à anticorrosividade. Este é apresentado na Figura III.31 a seguir.

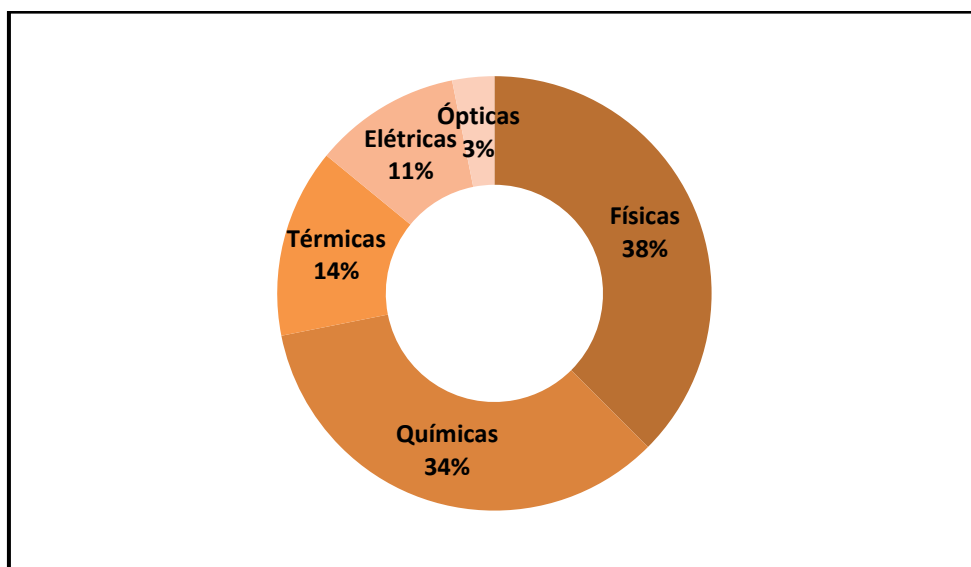


Figura III.31- Distribuição das propriedades das 61 patentes

Segundo os resultados obtidos, pode-se concluir que as propriedades adicionais que mais apareceram neste estudo foram as propriedades Físicas (que incluem as mecânicas) com 38 % do total de propriedades e as propriedades Químicas com 34%.

Em relação apenas a tecnologias brasileiras, o cenário se mostrou mais equilibrado. As propriedades predominantes foram as Físicas com 31% e as Químicas e Elétricas, ambas com 25% para um total de 12 patentes analisadas, conforme indica a Figura III.32 em sequência.

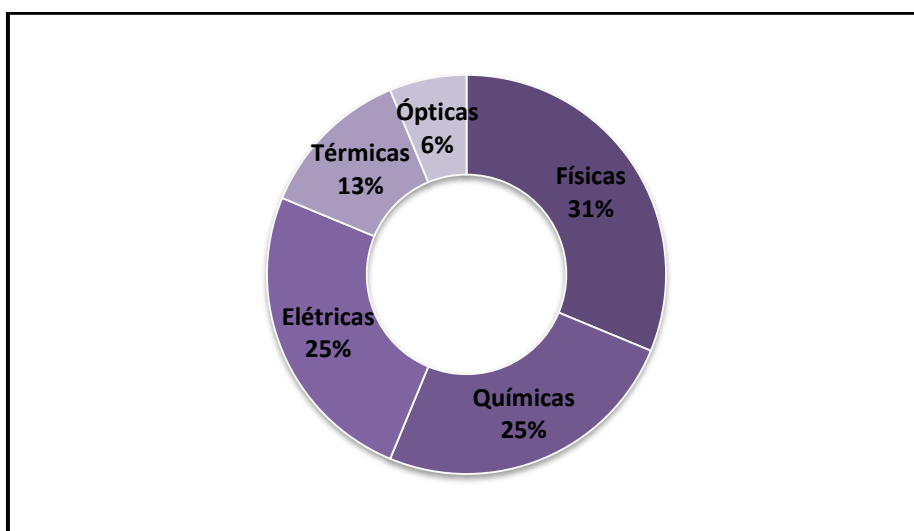


Figura III.32- Distribuição das propriedades das 12 patentes brasileiras

## Capítulo IV – Estudo Mercadológico

Este capítulo apresenta um estudo mercadológico de técnicas de combate à corrosão na indústria naval. As análises foram feitas com base em revistas técnicas, estudos e relatórios realizados por entidades envolvidas nos setores de interesse. As entidades citadas são a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO), a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e *Offshore* (SINAVAL).

Este capítulo está dividido em três seções. A primeira discute o panorama do setor naval mostrando a relação deste setor com o mercado das atividades que envolvem a corrosão, suas perspectivas, oportunidades e ameaças. Na segunda seção é apresentado um panorama tecnológico, em que são relatadas as demandas e oportunidades das tecnologias de corrosão na indústria naval, buscando relacioná-las com o estudo tecnológico. Em seguida, o segmento de tintas anticorrosivas é abordado, com a apresentação de estimativas de tamanho de mercado e seus gastos com o tratamento e combate da corrosão, os perfis de inovação das empresas do setor no Brasil foram traçados e a competitividade da indústria brasileira química foi analisada.

### IV.1- Panorama do Setor Naval

No capítulo anterior, apresentou-se um amplo conjunto de dados e uma série de análises que desenham e apontam as principais características do segmento de corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas. Quando se analisou, por exemplo, a quantidade de tecnologias aplicadas para a construção naval e para plataformas de petróleo, obteve-se um total de 47%, dentre todas as patentes consideradas. Com isso, ficou claro que os setores de construção naval e de óleo e gás, se apresentam como os mais proeminentes em relação a tais tecnologias.

Além disso, em um estudo publicado pela FIRJAN (2016), destacou-se o papel do setor de óleo e gás como um importante alicerce para a recuperação da indústria naval ocorrida nos últimos anos no Brasil. O estudo ressalta que tal relação se deu por conta do mercado brasileiro de petróleo se constituir basicamente por exploração e produção *offshore*. Por isso, esse mercado se destacou como o grande demandante da construção navios petroleiros, barcos de apoio e unidades de exploração. Junto a isso, ao analisar-se o ciclo de vida de uma embarcação, conforme apresentado em outro estudo pela FIRJAN (2015), fica ilustrado que quanto maior o



número de navios em construção maior é o espaço para aplicação de tecnologias anticorrosivas. Conforme apresentado na Figura IV.1, nota-se que na etapa quatro tem-se os processos de acabamento, os quais englobam a aplicação de revestimentos, por exemplo.



Figura IV.1 – Ciclo de vida de uma embarcação – (Fonte: FIRJAN, 2015)

Nesse sentido, a SINAVAL (2012) reforça que os aumentos das demandas de construção naval e plataforma de petróleo refletem diretamente no mercado nacional de tecnologias anticorrosivas. Esse apontamento é feito com base em dados levantados sobre materiais, equipamentos e sistemas necessários aos estaleiros para a construção de navios petroleiros e outras estruturas oceânicas afins. Assim, conforme exposto na tabela IV.1, tem-se a dimensão de tal impacto a partir do percentual de itens oriundos da indústria nacional – conteúdo local – por tipo de navio ou plataforma. Dentre tais conteúdos, a SINAVAL deixa claro que são consideradas tinta naval e proteção anticorrosiva, aço estrutural, chapas, máquinas, tubulações e outros. Dessa forma, cabe aos itens de tinta naval e proteção anticorrosiva a ratificação do fato apresentado nesse parágrafo.

Tabela IV.1 – Origem dos itens utilizados para a construção de navios petroleiros. SINAVAL, 2012.

<b>Tipo</b>	<b>Conteúdo Local</b>	<b>Parcela Importada</b>
Petroleiros	70,8%	29,2%
OSV	61,0%	39,0%
FPSO	64,2%	35,8%

Logo, em conjunto com as análises do capítulo anterior, nota-se uma macro conjuntura bem definida em relação ao tema tratado neste texto, em que o setor de óleo e gás e de construção naval protagonizam um par demandante de novas tecnologias que façam frente aos desafios de corrosão encontrados. Por isso, é importante conhecer o panorama atual do setor naval, já que em um cenário favorável é coerente esperar um maior avanço no desenvolvimento de novas tecnologias de combate à corrosão, bem como um menor avanço em caso contrário.

#### **IV.1.1 O Cenário Mundial**

No estudo sobre o Panorama Naval no Rio de Janeiro, realizado pela FIRJAN (2016), tem-se uma perspectiva bastante animadora para o setor naval a nível mundial. No cenário atual, há uma frota marítima mundial em torno de 90 mil navios, os quais são responsáveis pelo transporte de 9,8 bilhões de toneladas em cargas totais anuais. Já para o ano de 2035, projeta-se um crescimento para o transporte de até 20 bilhões de toneladas, o que demandará uma nova frota de igual proporção. Porém, mesmo com boas perspectivas para o futuro, o momento para o setor não é bom. Isso se observa uma vez que a taxa de ocupação dos estaleiros pelo mundo caiu de 83% em 2010 para 54% em 2014. Além disso, a produção de navios no ano de 2016 totalizou 3.365 unidades, frente a 4.800 em 2013. Essa situação, tem também relação com a queda do preço do barril do petróleo, que gerou uma redução nas encomendas de plataformas de petróleo. Tal redução tem grande impacto no declínio das receitas, uma vez que uma plataforma pode custar até 15 vezes o valor de um navio petroleiro, conforme apresenta o estudo.

#### **IV.1.2 O Cenário Brasileiro**

Em relação ao Brasil, pode-se afirmar que independente da conjuntura econômica atual, o país apresenta um grande potencial de crescimento. Tal fato se deve à composição de 12 regiões hidrográficas e de quase 21.000 km de vias fluviais operacionais, conforme apresentado no Mapeamento da Indústria Naval realizado pela FIRJAN (2015). Porém, o estudo destaca que a respeito da construção naval e *offshore*, o país também sofre os efeitos do baixo valor atual do barril de petróleo. Isto se agrava, ainda mais, ao levar-se em conta a importância do setor de óleo e gás para a construção naval nacional, conforme exposto anteriormente. Destaca-se que tal apontamento é justificado com base no Plano de Negócios e Gestão 2015-2019 da Petrobras, que declara uma diminuição no ritmo de produção. Já em relação ao cenário mercante, o estudo expõe a previsão de um crescimento de 11% ao ano, por conta de navios afretados para a comercialização de produtos como o minério de ferro. Além disso, outros fatos apresentados pelo mapeamento mostram que os polos navais nacionais se caracterizam por grande diversidade no perfil de produção, dentre quais o do Rio de Janeiro é o maior e mais capacitado. A partir dessa conjuntura, cabe apresentar as principais oportunidades, ameaças e desafios do setor naval brasileiro.

### IV.1.3 Oportunidades

Diante do crescimento esperado, do volume de cargas, ao redor do mundo e no Brasil, a FIRJAN (2015) destaca que as condições de navegabilidade oferecida pelo litoral nacional devem ser exploradas para se aproveitar tal oportunidade. Para tanto, o setor deve se amparar nas cargas transportadas na cabotagem e na navegação interior. Já para o segmento *offshore* a principal oportunidade se apresenta pela curva de crescimento de produção no pós-sal e no pré-sal, mesmo diante da baixa no valor do barril de petróleo. Isso reflete, principalmente, em atividades de construção de embarcações de apoio marítimo e FPSOs, bem como a integração de novos módulos para estes. Pode-se dizer, ainda, que engloba todas as atividades de reparação naval. Por fim, é possível apontar oportunidades também no segmento de defesa militar. Isso porque o aumento de atividades industriais e comerciais longe da costa, principalmente de produção de petróleo, somado o crescimento da navegação de cabotagem para fins mercantes, demandam a ampliação e modernização das frotas militares. Dessa forma, abre-se mais oportunidades de construção naval.

Além disso, o mapeamento da FIRJAN (2015) destaca diversos elementos que podem ser vistos como facilitadores para o aproveitamento dessas oportunidades. É importante notar que alguns aspectos são consequências da crise econômica vigente no país. A seguir, expõe-se alguns dos principais:

- **Disponibilidade de infraestrutura para produção** – isso ocorre por conta de vários estaleiros estarem parados em razão da crise atual;
- **Disponibilidade de força de trabalho** – pelo mesmo motivo anterior existe, atualmente, muita mão de obra técnica especializada disponível;
- **Disponibilidade de financiamento** – o Fundo de Marinha Mercante (FMM) oferece financiamentos de 90% do valor total de uma embarcação, além de bom prazo de pagamento. Recentemente, inclusive, o Portal Marítimo (2017), informou que o FMM liberou R\$ 3,6 bilhões para o financiamento de projetos da indústria naval;
- **Percentual de conteúdo local** – conforme exposto pela SINAVAL (2012), o percentual de itens nacionais utilizados na construção naval é majoritário e visto como positivo.

### IV.1.4 Ameaças e Desafios

A FIRJAN (2015) destaca como as principais ameaças para a indústria naval justamente a grave crise política e econômica brasileira, que configura grande instabilidade. Junto a isso,

somam-se as elevadas cargas tributárias e as elevadas taxas de juros – presentes nos últimos anos. Apesar da disponibilidade de financiamento, as exigências de garantias de até 130% do valor financiável são vistas como barreiras. Ademais, o mapeamento revela que o risco de retirada de encomendas pelos principais clientes, bem como os custos de operações e a baixa oferta efetiva de oficiais de Náutica e de Máquina, se apresentam como elementos de preocupação e ameaça.

Diante do panorama mundial e nacional apresentado, em conjunto com as oportunidades e ameaças encontradas, a FIRJAN (2015) destaca alguns dos grandes desafios para a indústria naval. Nesse sentido, é preciso atenção e maestria para articular as oportunidades apresentadas, de maneira a equilibrar e envolver também os elementos facilitadores expostos. Essa seria então a disposição coerente para lidar com a crise vigente de modo a manter as atuais encomendas e empregos do setor. Destaca-se como grande desafio o incremento da navegação de cabotagem, que pode ocorrer através de incentivos para os armadores nacionais, o que permitiria a redução de custos com mercadorias. Além disso, é preciso aprimorar a logística portuária do Rio de Janeiro, o qual tem sido preterido por outros portos brasileiros por não ter condições de receber cargas por dificuldades em sua operação. Por fim, deve-se lembrar que essas dificuldades não são únicas da indústria naval, como é sabido pela sociedade brasileira. Porém, nessa análise breve se evidenciam diversos elementos propícios para a exploração do setor e sua manutenção mesmo com as gravidades enfrentadas. Nesse sentido, pode-se esperar momentos ainda incertos para atividades de mercado referentes a corrosão, por conta de suas fortes relações com o setor naval. Mesmo assim, a longo prazo, tem-se excelentes perspectivas para as tecnologias anticorrosivas. Isso por que se espera um grande crescimento na produção de navios, o que certamente demandará novas tecnologias e abrirá grandes mercados para a aplicação das atuais.

## **IV.2- Panorama Tecnológico**

Segundo a Associação Brasileira de Corrosão (ABRACO, 2015), o segmento de tintas inteligentes possui um enorme potencial no mercado de tintas anticorrosivas para os próximos anos, “sendo considerada por muitos a grande promessa para o combate e controle da corrosão”. O setor industrial possui grande demanda em materiais “inteligentes”, os quais não requisitam tanta interferência ou paralisações na produção devido à manutenção preventiva de equipamentos. Estes novos materiais são desenvolvidos através da nanotecnologia e reduzem os impactos econômicos e ambientais devido à redução da periodicidade de manutenção.

As tintas inteligentes são definidas como qualquer tinta que, através de um estímulo exterior, altera as propriedades do material. Na atualidade, esses tipos de tintas estão sendo estudadas para a revelação dos primeiros indícios da instalação da corrosão no sistema e o seu controle. A tecnologia se baseia em microcápsulas presentes em um sistema de pintura, que são sensíveis a diferenças de pH, detectando e inibindo a corrosão em estágios iniciais, além de autorreparar a área afetada a partir de propriedades curativas.

O panorama mundial desta tecnologia abrange o desenvolvimento de microesferas pela Battelle Memorial Institute (EUA) que são misturadas com revestimentos e usadas para proteger tubulações e outros equipamentos.

As esferas inteligentes de autorreparação detectam e revelam a corrosão que está se formando, antes que ela se torne visível a olho nu. Uma vez ativadas, elas liberam um produto químico patenteado que preenche as fissuras.

As esferas tornam-se fluorescentes na presença de corrosão e podem ser vistas com uma luz especial. Isso proporciona uma indicação precoce de que a corrosão já está em andamento, embora ainda não dê sinais visíveis, e também cria uma oportunidade de estudar o problema e tomar medidas de proteção mais amplas, enquanto as esferas cuidam dos primeiros reparos e detém o desenvolvimento do processo. (ABRACO, 2015, p. 11).

No cenário nacional, a tecnologia está sendo elaborada pela Nanocorr, em que microcápsulas de poliestireno, presentes na tinta, são rompidas quando a superfície metálica sofre algum tipo de impacto, liberando substâncias inibidoras de corrosão no sistema.

Em relação às tintas inteligentes, é interessante analisar a perspectiva tecnológica no Brasil, no qual só existe um pedido de patente, relacionado ao tema, depositado no INPI (prospecção com as palavras-chave “ *Tinta (s) inteligente (s)* ” no título e resumo e busca direcionada à empresa Nanocorr e o seu proprietário): “BR 10 2013 033579 7- Processo de obtenção de revestimento autorregenerante contendo inibidor de corrosão” (pedido de patente cujo depositante é o inventor da tecnologia e proprietário da Nanocorr). É válido mencionar que esta tecnologia não foi utilizada no estudo tecnológico do capítulo anterior porque não contém nenhuma informação indicando a possibilidade de utilização na indústria naval ou em estruturas oceânicas no seu título ou resumo, não sendo gerada na prospecção com as palavras-chave da metodologia informada no capítulo III.1 deste estudo.

Sendo assim, por ser uma tecnologia com imenso potencial e que não possui um número relevante de patentes sobre o assunto na base de patentes nacionais, pode-se entender que há espaço para sua exploração pelas empresas do mercado. Isso sugere que pode existir uma oportunidade significativa no mercado de tintas anticorrosivas brasileiras, podendo ser aplicadas também para a indústria naval e viabilizando grandes ganhos em competitividade às empresas que tiverem o controle destas tecnologias no futuro.

Outras tendências que vem sendo implementadas no setor envolvem tecnologias que visam a redução do impacto ambiental e a preocupação com a saúde humana:

- Tintas de alto-sólidos (HS): Revestimentos com elevado teor de não-voláteis, a partir do desenvolvimento de polímeros de baixa viscosidade que possibilitam a formulação de tintas com alta concentração de sólidos. As vantagens deste material incluem a redução de solventes no ambiente, maior espessura de filme e a redução de custos (através da menor perda de solventes e maior eficiência na pintura);
- Tintas à base de água: Revestimentos hidrossolúveis a partir da árdua substituição de solventes orgânicos por água. As inúmeras pesquisas desta tecnologia indicam uma forte tendência em desenvolver resinas solúveis, novos pigmentos e aditivos para tintas à base de água. Este produto é um forte substituinte, assim como as tintas de alto-sólidos, de tintas que geram os Compostos Orgânicos Voláteis (COV), que são facilmente liberados na atmosfera ou ambiente marinho, degradando diretamente a fauna e flora do ecossistema devido à sua elevada toxicidade;
- Inutilização de tintas à base de Isocianato e Alcatrão de Hulha: Estas substâncias caíram em desuso devido ao alto risco exposto aos operadores que tinham contato direto com a tinta. O Isocianato provoca complicações crônicas no sistema respiratório e o Alcatrão de Hulha contém Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) que são classificados como cancerígenos, bio-acumuláveis e tóxicos;

Em relação às tendências acima, as tintas de alto-sólidos estão bastante difundidas na indústria automotiva brasileira, possibilitando margens de crescimento e ganho de diferencial em P&D também na indústria naval. Avaliando as tintas à base de água, o cenário vem sendo favorável à inovação na área nos últimos anos, visto que, no Brasil, a grande maioria dos tipos de tintas à base de solventes orgânicos já possuem versões à base de água, apontando um investimento em pesquisas e desenvolvimentos sobre o tema. A tendência da inutilização de tintas à base de Isocianato e Alcatrão de Hulha, como demonstram os estudos, pode ser reafirmada com a ausência destas substâncias nas composições das tintas analisadas durante o estudo tecnológico (mostrado na tabela III.8 do tópico III.2.5), implicando em um indicador técnico de que estas tecnologias não são mais de interesse em investimentos no mercado.

Ainda conforme ABRACO (2015), uma outra demanda da corrosão na indústria naval consiste na manutenção dos tanques de lastro do navio, visto que “quando se fala que o navio acaba de dentro para fora pela corrosão é devido a esses tanques”.

Tanques de lastro são tanques de armazenamento de água, em que o volume preenchido é ajustável, para processos operacionais de carga e descarga, configurando a estabilidade, integridade e segurança do navio. Estes tanques utilizam água do mar, promovendo alguns problemas e desafios a serem superados, como a presença de diferentes espécies marinhas, como plânctons, bactérias e pequenos invertebrados, como mexilhões e moluscos. Estes organismos são os causadores de corrosão dos tanques e entupimentos de tubulações e turbinas. Por ser um espaço confinado, o local é de difícil acesso e o combate à corrosão neste sistema é uma demanda do setor naval na atualidade.

O estudo tecnológico do capítulo III compreendeu dois pedidos de patentes relacionados ao combate à corrosão nos tanques de lastro de navios:

- Patente PI 0404687-0- Sistema para tratamento de água, e, método para desoxigenar água: Esta tecnologia se refere ao tratamento da água de tanques de lastro a partir do bombeamento da água em um injetor venturi que contém um gás de separação de oxigênio, que, uma vez presente no sistema, faz com que o oxigênio dissolvido na água de lastro se transfira para bolhas de gás geradas pelo injetor e posteriormente sejam liberadas ao topo do tanque. A água desoxigenada do tanque é um ambiente desfavorável ao crescimento e manutenção de microrganismos aeróbicos causadores de corrosão. A N.E.I. Treatment Systems (EUA) é a titular desta patente e atua no setor de Engenharia Marítima para o combate da corrosão em tanques de lastro mundialmente.
- Patente PI 0411600-3- Processo integrado para a produção e transporte de um produto hidrocarbonáceo em um navio de transporte, com produção de agente de cobertura contendo principalmente nitrogênio: Esta tecnologia consiste no uso de um agente de cobertura contendo principalmente nitrogênio, proveniente de um processo específico. Este agente reduz o teor de oxigênio no tanque de lastro e/ou de carga, reduzindo a corrosão e biodegradação devido aos microrganismos aeróbicos. O titular desta tecnologia é a Chevron Inc (EUA), do setor de Óleo e Gás.

A análise do panorama tecnológico das técnicas anticorrosivas em tanques de lastro indica uma oportunidade em relação ao mercado naval, visto que o combate à corrosão nestes equipamentos é estrategicamente importante (já que é o problema mais difícil de se solucionar na construção naval) e possui espaços para desenvolvimento e crescimento, uma vez que demanda soluções tecnológicas para o problema, onde apenas duas tecnologias foram prospectadas no presente estudo (ambas de empresas internacionais).

### **IV.3- Segmento de Revestimentos Anticorrosivos**

No capítulo anterior, na análise dos tipos de tecnologia anticorrosivas, o fato de que 60% das patentes analisadas se referiam a revestimentos anticorrosivos destacou sua importância para o segmento objeto de estudo deste projeto. Mesmo quando se considerou apenas patentes nacionais, esse tipo de tecnologia se manteve em destaque, ficando atrás em número de patentes para as de proteção catódica, por conta dos esforços do setor de óleo e gás nesse sentido, conforme explicado. Pode-se ainda, afirmar que tal informação encontra o respaldo do mercado, visto que o apontamento da revista *Corrosão & Proteção* (SBARAI, 2012) declara que os revestimentos anticorrosivos são responsáveis por mais de 80% do total de gastos com proteção contra corrosão, na indústria naval brasileira. Além disso, ainda em relação ao estudo tecnológico, destacou-se que, do total de empresas depositantes, 18% são do segmento de tintas. Sendo assim, considerou-se oportuna a apresentação do cenário do setor nacional de tintas, buscando ênfase no segmento industrial – que inclui as anticorrosivas, para que seja promovida uma reflexão diante do estudo tecnológico apresentado.

Primeiramente, no entanto, cabe destacar alguns dos aspectos mais proeminentes do macro cenário em que este segmento está inserido, cuja conjuntura considerada é a indústria química e as atividades de mercado de corrosão, como um todo. Nesse sentido, pode-se dizer que, em relação ao mercado brasileiro de corrosão, estima-se que sejam gastos anualmente US\$ 10 bilhões. Esses gastos se referem tanto a produtos quanto a serviços de tratamento de combate à corrosão, sendo boa parte oriundos da indústria petrolífera e outras empresas que também enfrentam os problemas de corrosão. Destaca-se também que diante de tantos investimentos em pesquisas e em contratação de serviços, a busca pela redução de custos evidenciou a importância de que esses recursos, contratados por tais empresas, sejam cada vez mais eficientes. Além disso, esse mercado valoriza a durabilidade e eficácia do método de proteção. No entanto, ainda é possível encontrar no mercado deficiências nos serviços prestados, que



impedem o sucesso desses dois aspectos, dentre as quais pode-se destacar a má aplicação do sistema de proteção ou mesmo a escolha inadequada do mesmo diante do contexto corrosivo ("Corrosão: um problema de bilhões de dólares", 2017).

As tintas anticorrosivas são produtos da área de tintas industriais, a qual faz parte do segmento de *tintas, pigmentos, corantes e produtos afins*, que está inserido no bloco de especialidades da indústria química, conforme apresentado no estudo das Perspectivas de Investimentos no período de 2015 a 2018 (BNDES, 2014). Este estudo, aponta que a indústria química brasileira tem a perspectiva de investir nesse período o total de R\$ 22 bilhões, em um movimento para fazer frente à concorrência que tem enfrentado de produtos importados e que tem resultado em déficits crescentes no setor. Diante disso, nessa publicação, a entidade declara que o mercado interno tem força para levar alguns segmentos a serem base global de produção e desenvolvimento de produtos. Porém, as grandes fraquezas que podem atrapalhar tal desenvolvimento são os custos elevados para investimento no país, a baixa diversificação de produção local, baixa capacitação tecnológica nos segmentos mais inovadores, bem como entraves regulatórios em segmentos de especialidades. Além disso, na tabela IV.2, é apresentada uma visão econômica da indústria química através da evolução histórica de seu faturamento líquido por segmento. É importante observar a queda no faturamento líquido total do ano de 2014 para o de 2015, momento em que a economia nacional passou a enfrentar grande recessão.

Tabela IV.2 – Evolução do faturamento líquido por segmento (Fonte: FERREIRA, 2016)

SEGMENTOS	US\$ bilhões												% 16* / 15	% 16* / 96 a.a.
	1996	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*			
Produtos químicos de uso industrial	19,9	55,1	62,8	46,9	61,2	73,8	69,5	72,5	69,7	53,7	54,9	2,3	5,2	
Produtos farmacêuticos	7,6	14,6	17,1	15,4	20,6	18,2	17,3	17,4	17,9	13,6	13,6	0,4	3,0	
Fertilizantes	3,0	9,0	14,2	9,7	11,5	17,4	17,0	15,8	16,4	12,6	12,6	0,0	7,4	
Hig. pessoal, perf. e cosm.	4,2	8,8	10,5	11,1	13,4	15,1	14,9	14,9	15,5	10,8	11,4	5,6	5,1	
Produtos de limp. e afins <sup>11</sup>	2,8	6,3	7,1	6,7	8,0	8,9	8,1	8,1	7,7	5,7	6,3	9,4	4,1	
Defensivos agrícolas	1,8	5,4	7,1	6,6	7,3	8,5	9,7	11,5	12,2	9,6	9,1	-5,2	8,4	
Tintas, esmaltes e vernizes	2,0	2,4	3,0	3,0	3,9	4,5	4,3	4,2	4,1	3,1	2,8	-6,9	1,8	
Fibras artificiais e sintéticas	n.d.	1,1	1,1	1,0	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	0,9	0,8	-13,5	n.d.	
Outros	1,5	1,6	1,7	1,5	1,8	2,2	2,1	2,2	2,2	1,9	1,9	1,4	1,3	
<b>TOTAL</b>	<b>42,8</b>	<b>104,3</b>	<b>124,6</b>	<b>101,9</b>	<b>128,8</b>	<b>150,0</b>	<b>144,3</b>	<b>147,7</b>	<b>146,6</b>	<b>111,8</b>	<b>113,5</b>	<b>1,4</b>	<b>5,0</b>	

Em relação ao segmento de tintas, ainda na tabela IV.2, a ABIQUIM expõe uma queda de 6,9% do faturamento líquido de 2015 para 2016. Esse declínio, claramente, não é exclusividade do segmento, uma vez que todos os setores mostraram o mesmo comportamento.

No entanto, a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas ("ABRAFATI", 2017) contraria esse dado, ao indicar que o faturamento líquido desse segmento, em 2016, foi da ordem de US\$ 3,392 bilhões. Sendo assim, tal segmento, na verdade, apresentou crescimento em torno de 9% nesse período. Embora, não tenha voltado ao patamar atingido em 2014. A ABRAFATI mostra, também, que em 2016 o volume de tintas produzido pela indústria brasileira foi de 1,506 bilhão de litros, frente ao 1,318 bilhão do ano anterior, o que é coerente com o crescimento defendido. Além disso, a ABRAFATI mostra que naquele mesmo ano as exportações somaram US\$ 133 milhões, um número pequeno diante do faturamento total, o que mostra a concentração do segmento no mercado nacional.

É importante notar que tais números se referem ao segmento por completo e que as tintas anticorrosivas são uma pequena parte desse todo. Embora, seja difícil encontrar os números específicos destas, por conta da carência de dados, a partir da subdivisão sugerida pela ABRAFATI pode-se encontrar alguns limites. De acordo com a entidade, o segmento de tintas se divide em tinta imobiliária, tinta automotiva, tinta para repintura e tinta para indústria. Dentre esses, o de tintas imobiliárias é o mais importante e responde por 84,7% do volume produtivo e por 69% do faturamento. Já a divisão de tinta para indústria é a segunda mais importante e inclui as tintas anticorrosivas. Esta divisão, responde por 9,3% do volume de produção e por 17,3% do faturamento. Sendo assim, o faturamento nacional de tintas anticorrosivas fica limitado aos US\$ 586 milhões da divisão industrial. Tais distribuições são ilustradas pelas Figuras IV.2 e IV.3, as quais mostram o volume de produção em milhões de litros e o faturamento em milhões de dólares, respectivamente, ambos por divisão no ano de 2016.

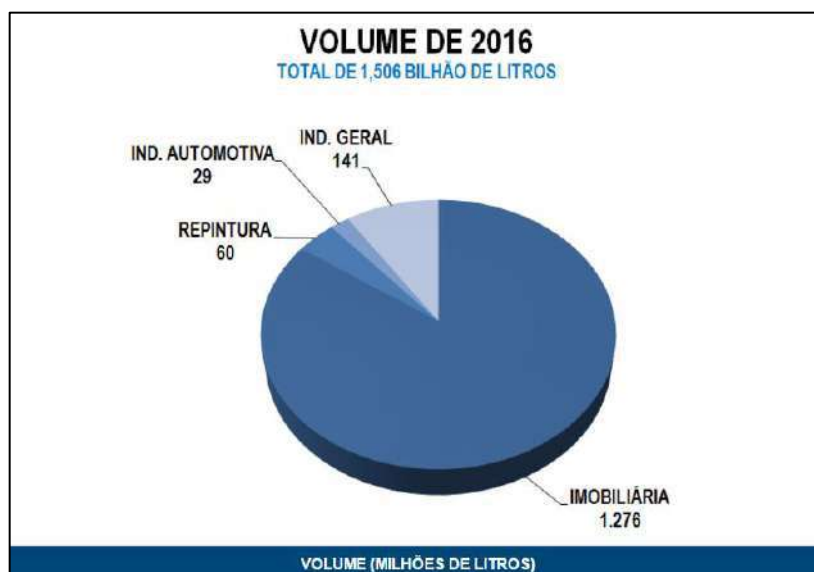


Figura IV.2 – Volume total de tintas produzidas em 2016 no Brasil por tipo de indústria (fonte: “ABRAFATI”, 2017)

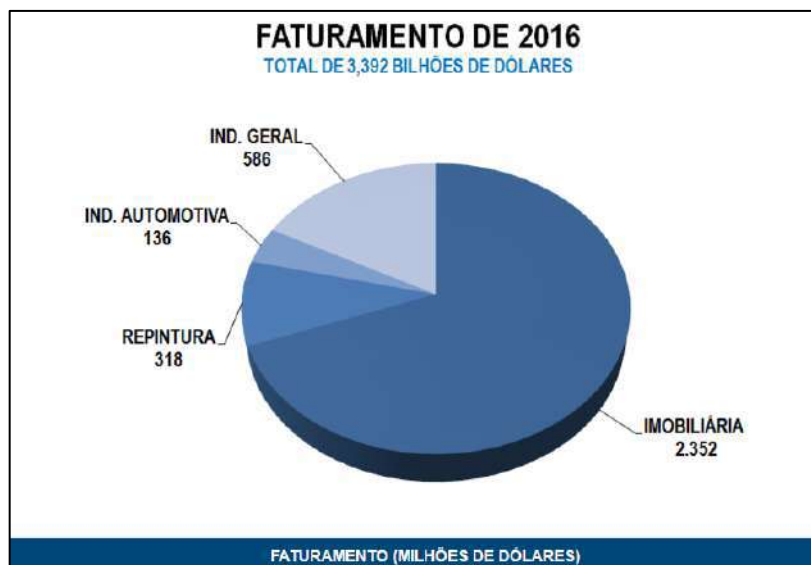


Figura IV.3 – Faturamento total de tintas produzidas em 2016 no Brasil por tipo de indústria (fonte: “ABRAFATI”, 2017)

Além disso, a partir de estudos exibidos em fóruns promovidos pela ABRAFATI, é possível destacar algumas características de mercado de tintas industriais. No estudo das “Perspectivas da Indústria de Tintas” realizado pela PPG industries (SANTA CRUZ, 2014) – empresa líder mundial em tintas e revestimentos, apresentado no nono fórum da associação, reforçou-se o potencial do setor de óleo e gás como um grande demandante e propulsor econômico para as tintas anticorrosivas. Tal apontamento foi feito em um momento positivo, baseado no plano de negócios da Petrobrás de 2014 a 2018, quando a empresa pretendia investir US\$ 221 bilhões. Desse montante, seria direcionado para a aquisição de tintas industriais na ordem de US\$ 600 a US\$ 900 milhões durante o período. Na ocasião, outra grande empresa do segmento, a Sherwin-Williams, mostrava otimismo em relação ao mercado latino americano. No estudo “Para Onde Vai a Indústria de Tintas?” (CARRILLO, 2014), a empresa declarou grande interesse nesse mercado que, segundo sua visão, respondia por 9% das tintas globais e apresentava expectativa de crescimento de 2% a 3%.

Em seguida, já no décimo fórum, Jaime Dal Farra, diretor geral da Resicolor, apontou, no estudo “Os Caminhos Futuros da Indústria de Tintas” (DAL FARRA, 2015), que as tintas inteligentes representam grande oportunidade diante do cenário de recessão já presente. Isso reforça os aspectos apresentados no item panorama tecnológico do presente trabalho. Nesse sentido, outra grande oportunidade a ser explorada consiste em aproveitar o Programa de Investimentos em Logística (PIL), o qual beneficia os portos, propiciando negócios para a linha de tintas industriais (CARRILLO, 2016). Além disso, este mesmo estudo apresentou também a expectativa de crescimento de 1% para a mesma linha de tintas. Para tanto, levou-se em conta

as premissas de inflação sob controle, da concretização de retomada de investimentos e da confirmação de leve crescimento do PIB.

Conforme citação da ABRACO (2015), “as tintas, principalmente as de prevenção e combate à corrosão, estão hoje entre os materiais mais pesquisados do mundo”. Analisando o perfil inovador das empresas produtoras de tintas no Brasil, a Pesquisa de Inovação (PINTEC) (IBGE, 2014) revela que o setor de tintas, entre 2012 a 2014, possuiu uma taxa de inovação de 36.2%, ou seja, 36.2% das empresas produtoras de tintas implementaram inovação na forma de produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado. Esta taxa é 0,2 pontos percentuais maior que a taxa geral de inovação da indústria no país para os mesmos anos.

Ainda segundo a PINTEC, o valor dos dispêndios realizados em atividades inovativas<sup>1</sup> do setor de tintas, vernizes e produtos afins entre 2012 a 2014 foi de aproximadamente 645 milhões de reais. Este valor representa 1.69% da incidência sobre a receita líquida de vendas do setor. O investimento e dispêndios destinados à P&D são fomentos à inovação e diretamente relacionados ao depósito de patentes no país. O estudo tecnológico apresentado no capítulo anterior indica que o setor de tintas possui 18% do total dos pedidos de patentes para corrosão na indústria naval, confirmando que o Brasil acompanha a tendência mundial em pesquisas de tintas e novas soluções para o combate a corrosão.

Em relação às empresas produtoras de tintas no Brasil, a ABRAFATI cita que os dez maiores fabricantes deste produto respondem por 75 % do total das vendas no país. Os principais players da indústria de tintas anticorrosivas no Brasil são a Akzo Nobel, Weg, Sherwin Willians, PPG Industries, Suvinil, entre outros.

O maior desafio deste estudo compreendeu o levantamento de informações de mercado da indústria de tintas anticorrosivas, visto que estas são uma subdivisão específica no grupo das tintas industriais gerais, ocasionando uma limitação de informações.

---

<sup>1</sup> Atividades internas de P&D, aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos, Aquisição de software, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento, introdução das inovações tecnológicas no mercado, projeto industrial e outras preparações para a produção e distribuição.

## Capítulo V – Conclusões

Por fim, apresenta-se nesse capítulo as conclusões geradas a partir do estudo tecnológico e mercadológico em corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas. Primeiramente, são destacadas as conclusões do estudo tecnológico.

A evolução histórica geral mostrou que o início da expressividade das técnicas de combate à corrosão na década de 90, atingindo o ápice nos anos 2000, porém com bons índices e projeções para os anos 2010. Os depositantes que prevaleceram foram as empresas com 88% dos depósitos de patentes e os setores destas que mais investiram em novas tecnologias de combate à corrosão foram os setores de Óleo e gás com 30%, Tintas com 19% e Engenharia Marítima com 17%. A análise das classificações destas patentes indica que mais da metade das tecnologias envolvidas neste estudo ainda poderão ser utilizadas a médio e longo prazo no Brasil, que 26% das tecnologias estão em uso atualmente ou poderão ser empregadas nos próximos anos e que 21% das tecnologias caíram em domínio público. Isso implica um futuro onde as tecnologias anticorrosivas serão empregadas no mercado a partir dos grandes investimentos em P&D, gerando inovações tecnológicas ao setor.

Pode-se concluir, também, que investimento de empresas estrangeiras em técnicas de combate à corrosão na indústria naval tem como predomínio a criação de tecnologias em revestimento anticorrosivo, enquanto que as empresas nacionais investem estrategicamente mais em Proteção Catódica. Isso pode ser explicado em conjunto com a análise dos perfis dos setores industriais, no qual o setor de óleo e gás (presente em 60% das empresas brasileiras depositantes) contém 54% das patentes que envolvem tecnologias de proteção catódica (esta técnica predomina com 42% do total de patentes brasileiras) e apenas 9% das tecnologias de revestimentos anticorrosivos, que estão presentes em 1/3 das patentes nacionais.

O setor de tintas, engenharia marítima e polímeros possuem, respectivamente, 18%, 17% e 7% do total de pedidos de patentes e inovam preferencialmente em revestimentos anticorrosivos (com 31%, 13% e 13% respectivamente). Estes setores são mais susceptíveis a investimentos de empresas internacionais já que os revestimentos representam 60% do total de patentes em geral e que as empresas brasileiras priorizam o investimento em proteção catódica.

As empresas do setor de óleo e gás investem pouco em soluções tecnológicas em revestimentos anticorrosivos (apenas 9% dos revestimentos são de empresas deste setor), porém as indústrias de revestimentos anticorrosivos inovam em tecnologias aplicáveis à plataformas

de petróleo (23%), o que indicam que as empresas de tintas e polímeros podem ganhar espaço no combate à corrosão no setor de óleo e gás e expandirem suas especialidades.

Em relação às técnicas em conjunto (Revestimentos + Proteção Catódica), o enorme progresso na qualidade e eficiência dos revestimentos anticorrosivos nos últimos 60 anos fizeram com que os valores de corrente necessários na corrente impressa fossem reduzidos, tornando este processo menos atrativo ao mercado e sendo substituído por sistemas galvânicos, menos dispendiosos e de manutenção facilitada (NUNES et al, 2012). Este perfil é analisado na tipologia de proteção catódica, na qual 71% das inovações nesta tecnologia, nos 40 anos avaliados, são galvânicas.

Em seguida, já no capítulo dedicado ao estudo mercadológico, ficou claro que a longo prazo existe boas expectativas para o setor naval, tanto a nível mundial quanto nacional. Conforme foi exposto, isso se deve, principalmente, ao grande crescimento no transporte de cargas totais pelo mundo, o que poderá impulsionar a demanda por uma nova frota naval. No entanto, o momento atual ainda é ruim, visto que foram destacadas quedas na taxa de ocupação dos estaleiros, na produção de navios e no preço do barril de petróleo, o qual influencia indiretamente na produção naval. Além disso, não foi possível apontar, a médio prazo, quanto tempo pode levar para transitar desse momento negativo para as boas expectativas do futuro.

Nesse sentido, notou-se que o setor naval brasileiro também compartilha desse cenário de recessão mundial. Mesmo assim, notou-se que o setor mercante indica um certo crescimento, o que pode ser visto como favorável para aplicações de tecnologias anticorrosivas. Para o setor naval brasileiro, também não foi possível apontar um momento de grande melhora, mas ficou exposto uma série de oportunidades que podem ajudar nesse sentido, se bem articuladas com elementos favoráveis ao setor – destacados, também, no estudo de mercado.

Em relação ao panorama tecnológico, concluiu-se que, por ser considerada a maior promessa para o combate e controle da corrosão, o segmento de tintas inteligentes possui um enorme potencial no mercado de tintas anticorrosivas para os próximos anos. Ainda foi revelado que, por não possuir um número relevante de patentes sobre o assunto no INPI, esta tecnologia consiste em uma oportunidade significativa neste setor. A exploração dessa tecnologia pode se converter numa boa vantagem competitiva para a empresa que o fizer. Além disso, destaca-se que ao analisar outras tecnologias demandadas pelo mercado, encontrou-se tendências que dão importância à redução do impacto ambiental e aos cuidados com a saúde humana. Outra oportunidade inerente à corrosão na indústria naval abrange as tecnologias que auxiliem manutenção dos tanques de lastro do navio. Como foi apontado, apesar de esse ser um problema

crítico, foi encontrado um número baixo de tecnologias a respeito neste estudo. Sendo assim, pode-se afirmar que buscar alternativas para tratar esse problema pode ser um caminho interessante para o desenvolvimento de novas tecnologias competitivas.

O estudo também destacou a importância da linha de tintas anticorrosivas, já que estas fazem parte do grupo de revestimento anticorrosivo, o qual se apresenta como a modalidade de proteção mais utilizada contra corrosão na indústria naval brasileira. Nesse sentido, ficou evidenciado que, apesar de haver expectativas de crescimento nesse segmento, sua melhora pode ser ainda mais acentuada se vencidos os desafios e aproveitadas as oportunidades apontadas para a indústria química como um todo. Além disso, foi possível mostrar também o perfil inovador das indústrias de tintas brasileiras, que possuem uma taxa de inovação de 36.2% e investiram aproximadamente 645 milhões de reais, entre 2012 a 2014, em atividades inovativas no setor.

Portanto, partindo do problema da corrosão na indústria naval e estruturas oceânicas, pode-se tomar conhecimento das principais tecnologias a respeito desse tema, com base nas premissas apresentadas no estudo tecnológico. Com isso, foi possível apontar importantes características e tendências de toda a conjuntura que envolve a demanda e o desenvolvimento dessas tecnologias. A análise de parâmetros econômicos e de mercado dos setores que constituem tal conjuntura foi importante para traçar algumas diferenças entre o que é demandado pelo mercado e as tecnologias já desenvolvidas, bem como para apontar direções para novas tecnologias. Sendo assim, pode-se dizer que o objetivo deste projeto final de curso foi cumprido por evidenciar as citadas tendências tecnológicas, oportunidades, demandas e perspectivas de mercado a curto e longo prazo, destacando diversos tipos de panoramas, linhas de investigação e mapeando desenvolvimentos científicos e tecnológicos em técnicas de combate e tratamento da corrosão, com potencial de atuação e influência significativos na indústria naval e estruturas oceânicas.

As sugestões de continuidade deste trabalho abrangem o estudo de patentes em bases de dados internacionais, como a Derwent Innovations Index, a fim de compreender as tecnologias do combate à corrosão na indústria naval em âmbito mundial e a prospecção em diretórios de grupos do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) com o objetivo de demonstrar linhas de estudos e tendências de pesquisadores.

## Referências Bibliográficas

ABCEM. O que é Galvanização a fogo. Disponível em: <<http://www.abcem.org.br/galvanize/galvanizacao-a-fogo.php>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

ABRACO. O futuro das tintas anticorrosivas. Corrosão e Proteção, v. 56, p. 9-17, 2015.

ABRAFATI. Disponível em: <<http://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

ANP- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Exportação de petróleo do Brasil bate 2º recorde em fevereiro. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/exportacao-de-petroleo-do-brasil-bate-2o-recorde-em-fevereiro/>>. Acesso em: 2 abr. 2017.

ANP- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Produção do pré-sal foi recorde em janeiro. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/noticias/anp-e-p/3608-producao-do-pre-sal-foi-recorde-em-janeiro>>. Acesso em: 2 abr. 2017.

ARAÚJO, M.M. Participação brasileira no projeto “Mapa Ibero-Americano de Corrosividade Atmosférica”, Anais do 2º Colóquio Nacional sobre corrosão atmosférica, IPT-ABRACO, págs 1-24, 1994, SP.

BNDES. Perspectivas do Investimento 2015-2018 e panoramas setoriais. [s.l.] BNDES, 2014.  
CALDEIRA, J. Mauá o empresário do império. 11. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

CARRILLO, F. Para Onde Vai a Indústria de Tintas?, 2014.

CARRILLO, F. SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS - SETOR DE TINTAS, 2016.

CECCHINI, M.A.G. Meios Corrosivos, Anais do II Simpósio Sul-Americano de corrosão metálica, Rio de Janeiro, ABRACO IBP, 1971, págs. 317-334.

COELHO, G. M. Prospecção Tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais: tendências tecnológicas: nota técnica 14. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 2003. CTPETRO

Corrosão: um problema de bilhões de dólares. Disponível em: <<http://www.macaeeoffshore.com.br/revista/internas.asp?acao=noticia3&edicao=18>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

DAL FARRA, J. Os Caminhos Futuros das Tintas, 2015.

DUTRA, A.; NUNES, L. Proteção catódica. 1. ed. Rio de Janeiro: McKlausen, 1991.

EMBRAPA. Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados. Platina DF, 2013.

FERREIRA, F. O desempenho da indústria química brasileira em 2016. São Paulo: ABIQUIM, 2016. Acesso em: 10 jun. 2017.



FERREIRA, S. H. Nota sobre a Construção Naval no Brasil nos séculos XVII e XVIII- Academia Paulistana de História, 2001.

FIRJAN. Mapeamento da Indústria Naval. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2015.

FIRJAN. Panorama Naval do Rio de Janeiro 2016. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

FLEURY, L. Ações para proteção contra corrosão. *Corrosão & Proteção*, v. 32, n. 1, p. 15-17, 2010.

FOLHA DE SÃO PAULO. Recorde, número de turistas em cruzeiros chegou a 23 milhões em 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/turismo/2016/06/1778973-recorde-numero-de-turistas-em-cruzeiros-chegou-a-23-milhoes-em-2015.shtml>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

GENTIL, V. Corrosão. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 1-50, 228-287

HERRMANN, R. e FLINN, D.R. “Assessing the materials effects of acid deposition – The Federal Program” em “Corrosion effects of acid deposition and corrosion of electronics materials” – Simposia Proceeding, Vol. 86-6. The Electrochemical Society, NJ, 1986, págs 3-9.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Inovação – PINTEC, p. 42, 2014

INFOESCOLA - Pilha Eletroquímica. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/pilha-de-daniell-pilha-eletoquimica/exercicios/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

INPI- Instituto Nacional da Propriedade Intelectual. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>.

KUPFER, D.; TIGRE, P. B. Prospecção Tecnológica. In: CARUSO, L. A.; TIGRE, P. B. (Org.). Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Montevideo: OIT/ CINTERFOR, 2004. (Papeles de la Oficina Técnica, n. 14).

LACERDA, S. Navegação e Portos no Transporte de Contêineres. *Revista do BNDES*, v. 22, 2004.

MACHADO, S. O Renascimento Da Indústria Naval Brasileira, Transpetro, 2012.

MALINOWSKI, S. Pintura em ambientes imersos de usinas hidrelétricas utilizando tintas livres de alcatrão de hulha. Pós-Graduação—Instituto De Tecnologia Para O Desenvolvimento, 2013.

MOURA, D. Análise dos principais segmentos da indústria marítima brasileira: estudo das dimensões e dos fatores críticos de sucesso inerentes à sua competitividade. Doutorado—USP, 2008.

NUNES, L.; CAETANO, A.; ARAÚJO, A. Proteção Catódica Galvânica- passado, presente e futuro. INTERCORR ABRACO. Anais...2012. Acesso em: 9 maio. 2017

PRESTON, R. St., e SOUVAL, B.J. Appl. Chem. 6.26 (1956)

ROCHA, J. F. Origens e evolução das ideias da física. Tradução. 1. Ed. EDUFBA, 2002

SANTA CRUZ, C. Perspectivas da Indústria de Tintas, 2014.

SBARAI, C. Desafios na Prevenção e no Combate à Corrosão. Corrosão & Proteção, v. 40, n. 1, p. 11-12, 2012.

SHREIR, L.L. Corrosion, Vol 1, “Metal/Environment Reactions”, Newnes-Butterworths, London, 1978, págs 2-27.

SINAVAL, S. Indústria brasileira da construção e reparação naval e offshore - visão geral. 1. ed. Rio de Janeiro: SINAVAL, 2012. p. 10

TELLES, P. História da construção naval no Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 2001.

TIGRE, P. Gestão da Inovação: A economia da tecnologia no Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2006.

TOMASHOV, N.D. Theory of Corrosion and Protection of Metals. The Science of Corrosion. Mac Millan, NY. 1967, pág. 455.

VERNON, W. H. Trans. Faraday Soc., 1668 (1935)