

Fungos Filamentosos como Inibidores de Corrosão: estudo prospectivo

Filamental Fungi as Corrosion Inhibitor: prospective study

Juliano Bueno Barbosa da Silva¹

Josealdo Tonholo²

Sonia Salgueiro Machado³

Carmem Lucia de Paiva e Silva Zanta⁴

Resumo

A corrosão de metais é um problema muito comum no ramo da construção civil comprometendo diversas estruturas e gerando prejuízos nos setores públicos e privados. Diversos métodos e produtos responsáveis por inibir a corrosão e proteger o metal vêm sendo desenvolvidos visando minimizar essa problemática. Em geral, é comum a adição de metais pesados às ligas de aço com vistas à inibição de corrosão, entretanto os inibidores convencionais são eventualmente caros e nocivos ao meio ambiente. Frente a esse panorama, a criação de inibidores de corrosão naturais como extratos fúngicos, por exemplo, pode ser uma boa saída para a solução desse problema. Nesse trabalho foram levantados dados a respeito da atual produção bibliográfica e patentária acerca do tema. Os resultados foram então analisados e comparados em relação a diversos parâmetros como países que mais produzem a relação entre produção bibliográfica e patentária entre outros. Foi observada nessa pesquisa que a produção tanto científica mostrou-se superior que a tecnológica nos últimos dez anos, além disso, houve um crescente aumento no número de publicações durante esse período. Também foi observado um pioneirismo chinês nesse tema, sendo seguido pelos EUA tanto na área científica quanto tecnológica. Esses dados mostram a importância a respeito do tema e o perfil inovador dessa área de pesquisa.

Palavras-chave: Inibidor de Corrosão. Fungos. Aço Carbono.

Abstract

Corrosion of metals is a very common problem in the construction industry, generating damages in several structures and generating loss in the public and private sectors. Several methods and products responsible for inhibiting corrosion and protecting the metal have been developed to minimize this problem. In general, it is common to add heavy metals to steel to inhibiting corrosion, however conventional inhibitors are eventually expensive and harmful to the environment. Against this background, the creation of natural corrosion inhibitors such as fungal extracts, for example, may be a good way to solve this problem. In this work, several data were collected regarding the current literature and patent literature on the subject. The results were then analyzed and compared with a several parameters as countries that produce the most, the relationship between bibliographic and patent production, among others. It was observed in this research that both scientific production has been higher than technological production in the last ten years, however there has been a growing increase in the number of publications during this period. In this study, was observed that China is the largest publisher in this area, followed by the USA in both scientific and technological areas. These data show the importance of the topic and the innovative profile of this area of research.

Keywords: Corrosion Inhibitor. Fungi. Carbon Steel.

¹ Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil.

² Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil.

³ Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil.



1 Introdução

Essencial para a construção civil, o concreto é um material que simula uma pedra artificial. Inicialmente moldável, com o passar do tempo ganha resistência e endurece. Sua composição é uma mistura de pedra, areia, cimento e água. O cimento tem papel importante na mistura, pois, ao ser hidratado serve de cola para os outros compostos, sendo responsável pela posterior rigidez do material. Contudo, quando se trata de construções, apenas o concreto não é suficiente para sustentar a estrutura, sendo necessária a presença de vigas de metais como ferro ou aço, com atribuição do nome de concreto-armado.

A integridade dos componentes da estrutura no concreto armado é importante para uma boa longevidade da obra e, frente a isso, a corrosão dos metais participantes é um problema que tem ganhado a atenção da comunidade científica. Por mais de 25 anos, por exemplo, a inibição de corrosão de metais e a toxicologia e higiene industrial têm ganhado atenção do Instituto de Medicina Ocupacional e da Academia Ucraniana de Ciências Médicas (PAUSTOVSKAYA, 1998).

Frente à toxicidade de alguns inibidores de corrosão, alternativas menos nocivas ao meio ambiente têm sido desenvolvidas. A utilização de inibidores de corrosão baseados em metais pesados (como cromatos, por exemplo), em estruturas aquáticas. Com o tempo, eles podem contaminar a água e comprometer a vida animal desse *habitat*. Alguns dados experimentais, inclusive, mostraram que extratos de plantas são bons inibidores de corrosão e não são nocivos ao meio ambiente (ABDEL-GABER *et. al.*, 2011).

Outra grande vantagem de se utilizar compostos naturais na inibição de corrosão de metais consiste que sua fonte como extrato de plantas, por exemplo, serem naturalmente ricos em compostos químicos, que podem ser extraídos por procedimentos relativamente simples e de baixo custo (ABDEL-GABER *et. al.*, 2008).

A corrosão, segundo Gentil (2003), é o processo de deterioração de um material por meio de ação eletroquímica ou química, associada ou não a esforços mecânicos. Outros autores definem corrosão de forma um pouco diferente; segundo Andrade (2001), o processo de corrosão caracteriza-se como um processo físico-químico gerador de óxidos e hidróxidos de ferro que são então denominados produtos de corrosão. Essa definição restringe o termo corrosão um pouco mais que a definição de Gentil (2003), aplicando somente a produtos com ferro ou que gerem subprodutos a base de ferro.

As reações para a corrosão de ferro podem ser definidas por meio das seguintes equações químicas, onde a equação (1) ocorre na zona anódica, e a equação (2), ocorre na zona catódica.



Nesse caso, os íons Fe^{2+} interagiriam com os íons hidroxila formando hidróxido de ferro II sendo então oxidados a hidróxido de ferro III. As equações (3) e (4) a seguir mostram esse processo.



A corrosão também pode ser observada como uma reação de oxidação do metal com características eletroquímicas. Nessa situação a formação de uma pilha ocasionada pela interação entre o metal e água presente nela. Assim, a água estará presente como eletrólito, enquanto diferentes partes do metal serão as zonas catódicas e anódicas.

Uma avaliação técnica realizada em três países ibéricos mostrou que o dano ao concreto proveniente da corrosão encontra-se entre as três principais causas da deterioração desse material, o que mostra o quão preocupante é a corrosão no tempo de vida útil do concreto (RÍNCON, 2006).

Existem basicamente cinco formas de corrosão, classificadas por meio de fatores, como morfologia, causas da corrosão, fatores mecânicos, localização do ataque ou mesmo o meio de corrosão.

Quanto à morfologia, a corrosão pode ser classificada como uniforme, puntiforme, intragranular, ou ainda por empolamento de hidrogênio. Quanto às causas, a corrosão pode ser classificada por corrente de fuga, por aeração diferencial, galvânica. Quanto aos fatores mecânicos podem ser sob tensão, por atrito ou associada à erosão. Quanto ao meio corrosivo, pode ser por corrosão atmosférica, pelo solo, ou induzida por microorganismo, recebendo o nome de biocorrosão. E por fim, quanto à localização do ataque podem ser intergranular, por pite entre outras.

Além dessas corrosões, podem ocorrer outros tipos quando o metal está em contato com íons cloreto. Um exemplo é através de frestas no metal como em furos ou em uniões rebitadas (MORONA, 2007).

Segundo a Internacional Organization for Standardization (ISO), um inibidor de corrosão pode ser definido como sendo uma substância química capaz de baixar a taxa de corrosão quando presente em um determinado sistema corrosivo. Os inibidores de corrosão podem ainda ser classificados de duas maneiras: quanto à origem, ou quanto à inibição de reação de corrosão atuante. Quanto à origem eles podem ser divididos em inibidores de corrosão naturais e inibidores de corrosão a base de metais pesados.

Quanto à reação de corrosão inibida, eles podem ser classificados como inibidores catódicos, que são inibidores que atuam reprimindo a reação catódica de corrosão ao impedir o fluxo de elétrons (VAYSBURD; EMMONS, 2004).

Inibidores anódicos, agindo na reação anódica, reprimem a corrosão. Esses inibidores têm grande capacidade de receber elétrons (VAYSBURD; EMMONS, 2004).

Existem ainda os inibidores mistos que atuam em ambas as reações, tanto anódica como catódica simultaneamente, sendo por vezes, uma mistura de inibidores catódicos e anódicos (TUSSOLINI, 2010).

Inibidores de adsorção, processo no qual o inibidor tem origem orgânica e formam na superfície do metal, um filme protetor, impedindo, dessa forma, o ataque de espécies corrosivas.

O interesse em estudar a inibição de corrosão por microorganismos vem ganhando cada vez mais destaque na comunidade científica, isso pode ser observado em diversos trabalhos científicos recentes. Um desses trabalhos consiste no estudo realizado por Kip *et al.* (2017) no qual camadas de deposição de precipitados de carbonato provocadas por microorganismos foram encontradas em artefatos antigos de metal, que praticamente não haviam sofrido corrosão. O trabalho realizado por Kip *et al.* (2017) foi publicado na revista *Scientific Reports*, uma revista de destaque internacional possuindo fator de impacto 4,9, em cinco anos.

Em relação a fungos e corrosão destaca-se o trabalho realizado por Drake *et al.* (2017) que publicou na revista *Nature Communications*, com fator de impacto 13,1, em cinco anos. Um artigo que estuda a relação entre fungos anaeróbicos e sistemas geoaquáticos, onde foram encontrados diversas espécies de fungos ocasionando a corrosão de cobre presente em zeólitos.

Além desses trabalhos a inibição de fungos também foi evidenciada em Coelho (2015), no qual por meio do estudo da inibição de corrosão da quitosana, foi também observado potencial inibidor de corrosão em fungos filamentosos, comumente associados à biocorrosão.

Com isso, a busca pela compreensão do processo de biocorrosão e inibição de corrosão realizadas por microorganismos como fungos, por exemplo, pode ser evidenciado como tendo caráter inovador e contemporâneo, e podendo ser uma boa alternativa ao uso de inibidores de corrosão, devido ao baixo custo de extração, exigindo materiais e equipamentos simples e baratos, além disso, esses materiais são ambientalmente amigáveis.

Sendo assim, esse trabalho visa estudar a produção científica do tema em questão por meio da quantificação de publicações seja em um aspecto bibliográfico ou patentário. Objetiva observar o interesse científico quanto ao estudo desses materiais e processos e assim, analisar a possibilidade da criação de produtos a partir desses materiais, com potencial inibidor de corrosão no futuro. Além disso, por meio deste estudo será possível, também, observar quais bases de patentes e países têm ganhado destaque nessa área, além também da situação nacional nesse âmbito.

2 Metodologia

Para a realização deste trabalho, inicialmente foi realizada uma varredura em diversas bases bibliográficas e patentárias, visando investigar a ocorrência de pesquisas científicas e tecnologias a respeito do tema abordado. Os dados foram coletados nas bases de dados bibliográficas Scielo e Scopus, e nas bases patentárias INPI e Espacenet. Para a pesquisa foram inseridas as palavras chaves: “corro*”, “corro* AND (inhibit* OR inib*)”, “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND (steel OR azo OR aço)”, “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND fung* AND filament*”, “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND fusarium”, “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND (STEEL OR AZO OR AÇO) AND Fusarium”, “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND penicil*” e por fim “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND (STEEL OR AZO OR AÇO) AND Penicil*”. As pesquisas foram realizadas por meio da busca avançada em todas as bases. A pesquisa foi realizada nas bases Espacenet e Scopus no dia 20/06/2017, enquanto as bases INPI e Scielo foram realizadas no dia 09/07/2017. No caso das bases de artigos, foi utilizado o acesso pelo Portal Periódicos da CAPES, com uso do acesso pelo IP da Universidade Federal de Alagoas. Por fim, foi realizada uma busca utilizando os termos citados também na base The Lens no dia 28/08/2017. Poste-

riormente, a pesquisa foi realizada utilizando os verbetes “corro* AND (inhibit* OR inib*) AND Natural em 9 de outubro de 2017 nas bases de The Lens e Scopus.

3 Resultados e Discussão

De acordo com o levantamento patentário e bibliográfico realizado acerca do tema, foi possível constatar uma grande quantidade de publicações científicas na área, sendo maior que o número de patentes depositadas sobre o tema. Isso mostra um grande interesse da comunidade científica a respeito do problema assim como a janela de oportunidade quando se trata da implantação de um produto inovador no mercado. A tabela a seguir apresenta os resultados dessa busca.

Tabela 1 – Resultado das buscas por meio das palavras-chave

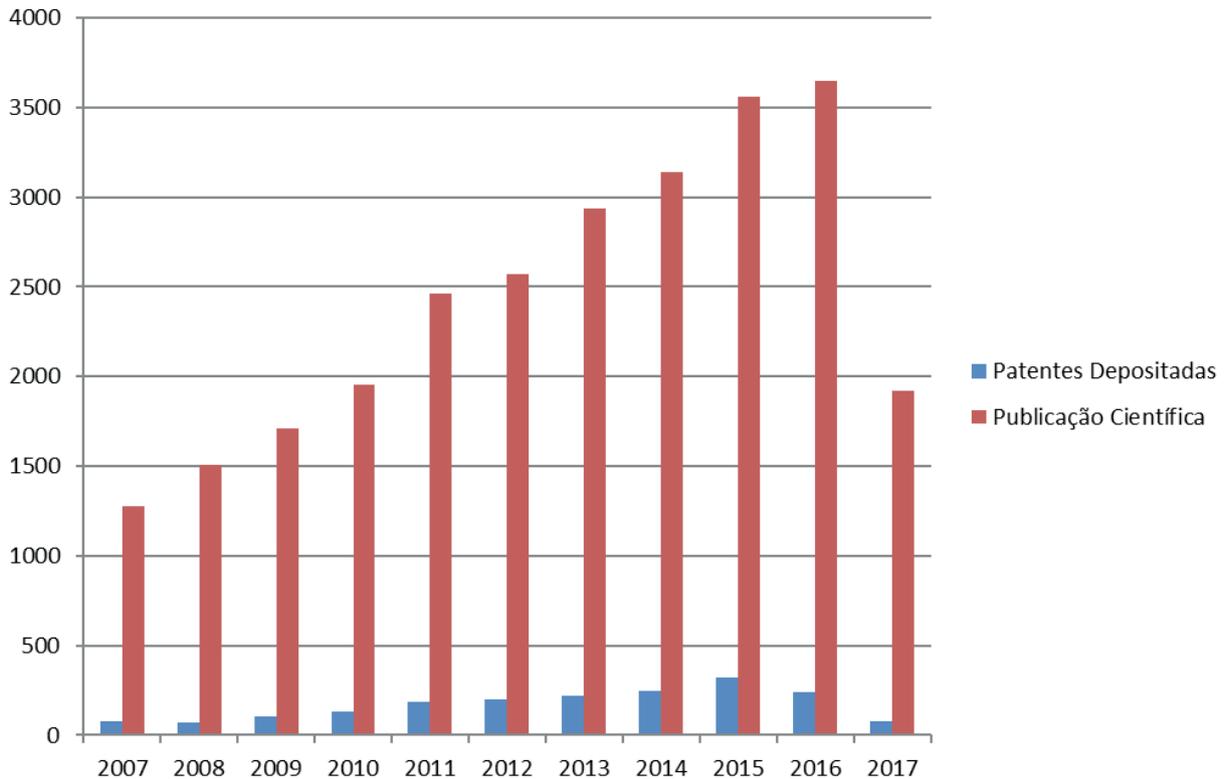
NUMERO DA BUSCA	PALAVRA-CHAVE	SCIELO	SCOPUS	INPI	ESPACENET	LENS
1	Corro*	5.610	+ 600.000	2.361	+ 10.000	+ 300.000
2	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*)	368	+100.000	359	+10.000	+ 30.000
3	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço)	174	+30.000	35	3.498	+ 3.513
4	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND Fung* AND Filament*	0	696	0	3	3
5	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND Fusarium	1	454	0	0	0
6	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (STEEL OR AZO OR AÇO) AND Fusarium	0	86	0	0	0
7	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND Penicil*	2	1.492	0	6	6
8	Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (STEEL OR AZO OR AÇO) AND Penicil*	0	344	0	1	1

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Além disso, a pesquisa também aponta um número muito maior de patentes e publicações pelo mundo em comparação ao Brasil, evidenciando que no Brasil a pesquisa no tema encontra-se muito atrás dos outros países, apresentando uma grande viabilidade em explorar o tema nas duas esferas, tanto patentária quanto bibliográfica.

A partir da tabela também é possível observar o grau inovativo na busca por inibidores de corrosão a base de extratos fúngicos. É possível visualizar uma grande queda de resultados ao buscar produções tanto bibliográficas quanto patentários, evidenciando que o tema ainda foi pouco explorado pela comunidade científica, abrindo uma grande oportunidade para pesquisas brasileiras acerca do tema.

Figura 1 – Publicações anuais bibliográficas e patentárias utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de patentes The Lens, e na base de periódicos Scopus



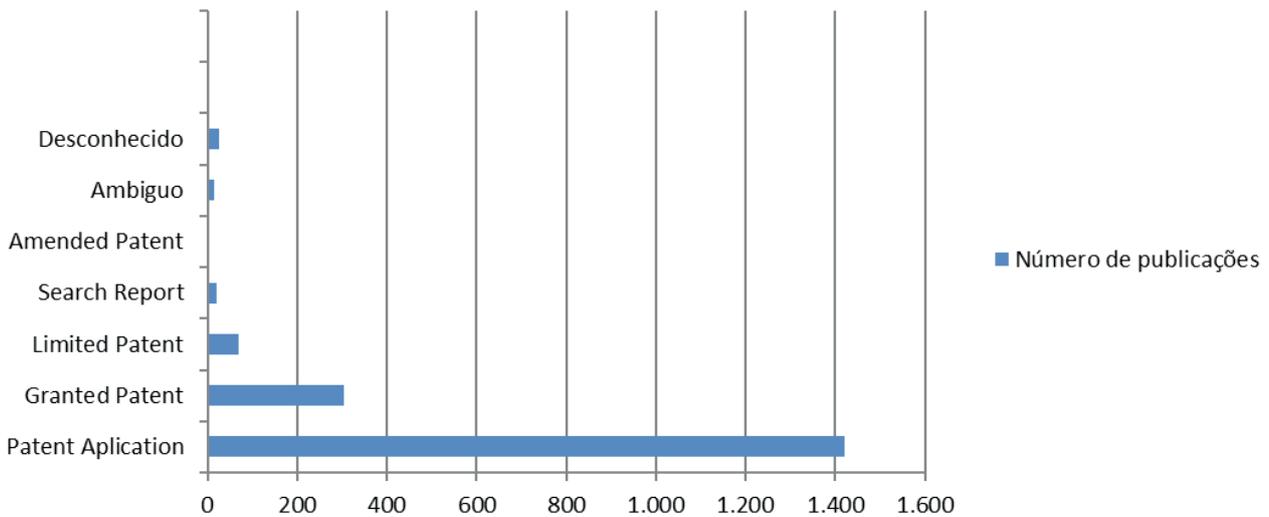
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Lens

A partir da Figura 1 temos um comparativo entre o número de patentes depositadas e o de publicações científicas sobre o tema. O gráfico apresenta uma grande diferença entre os dois tipos de publicações, possuindo uma quantidade significativamente maior de publicações científicas em relação a Patentes depositadas.

Além disso, um crescente aumento de publicações e depósito de patentes vêm sendo observado anualmente, o que mostra um interesse cada vez maior da comunidade científica acerca do assunto.

Em relação ao estudo prospectivo de fungos e microorganismos em sistemas de corrosão, os trabalhos de Kip *et al.* (2017) e Drake *et al.* (2017) são exemplos de publicações a respeito do tema, destacando-se o grau de contemporaneidade desses trabalhos, bem como as revistas nas quais esses estudos foram publicados sendo respectivamente as revistas Scientific Reports e Nature Communications possuindo fatores de impacto de 4,63 e 13,09.

Figura 2 – Tipos de patentes depositadas utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de patentes The Lens

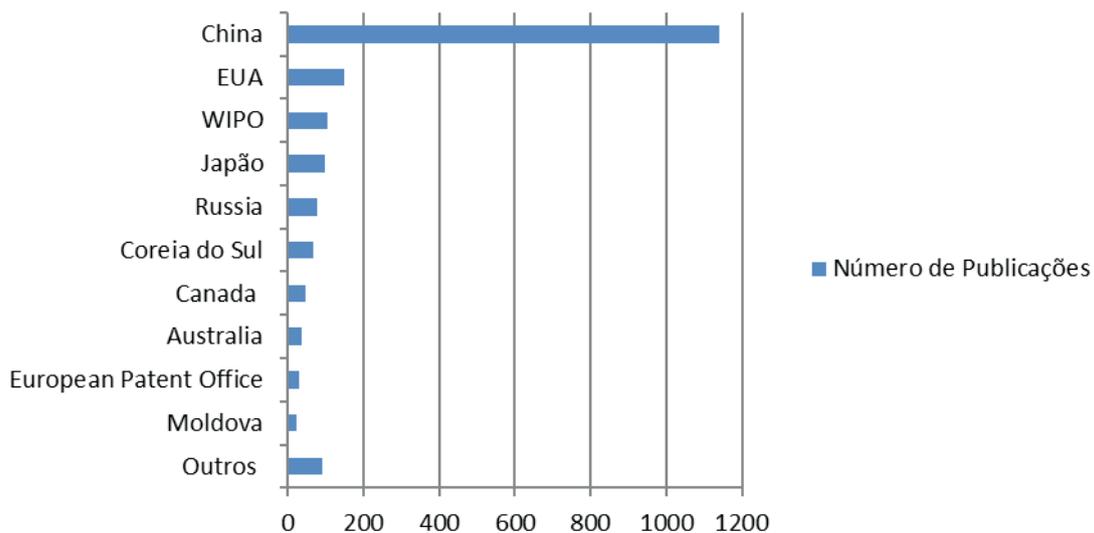


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Lens

Na Figura 2 é possível observar os tipos de patentes que vêm sendo depositadas no mundo. A maior quantidade de patentes depositadas são as Patent Application, ultrapassando 1.400 patentes.

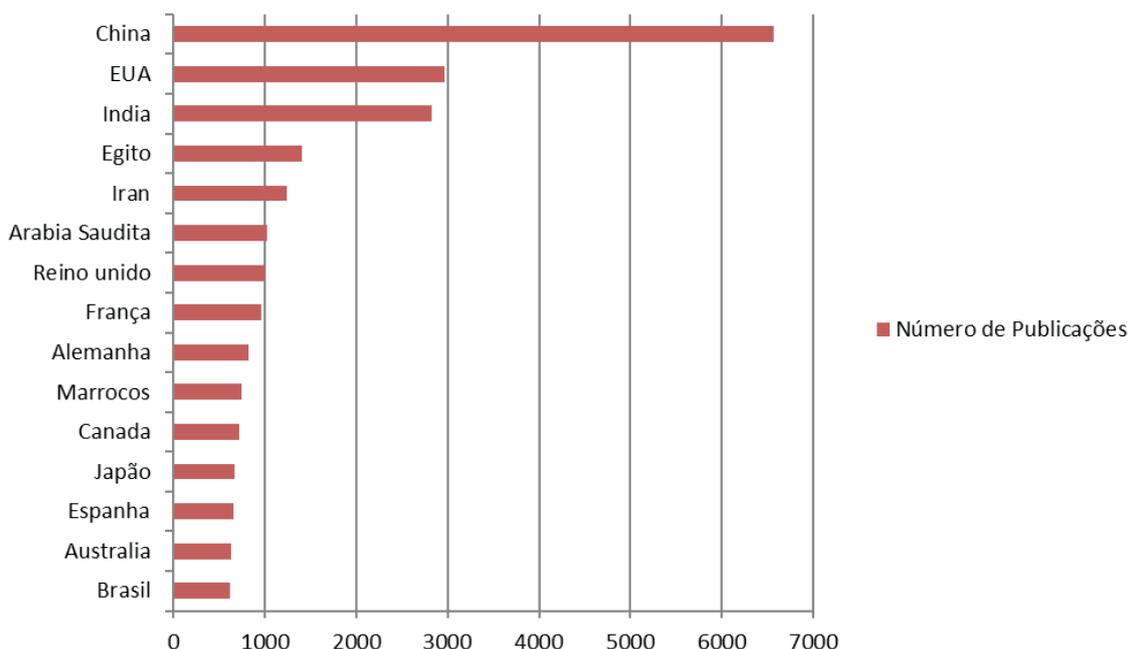
O número de patentes concedidas também é bastante significativo, atingindo um valor próximo a 300. Isso mostra uma produção significativa de produtos anticorrosivos, porém, ao comparar-se com a quantidade de patentes depositadas no total, fica evidenciado a alta demanda para a produção de materiais protetivos quando o assunto é corrosão.

Figura 3 – Patentes depositadas por país utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de patentes The Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Lens

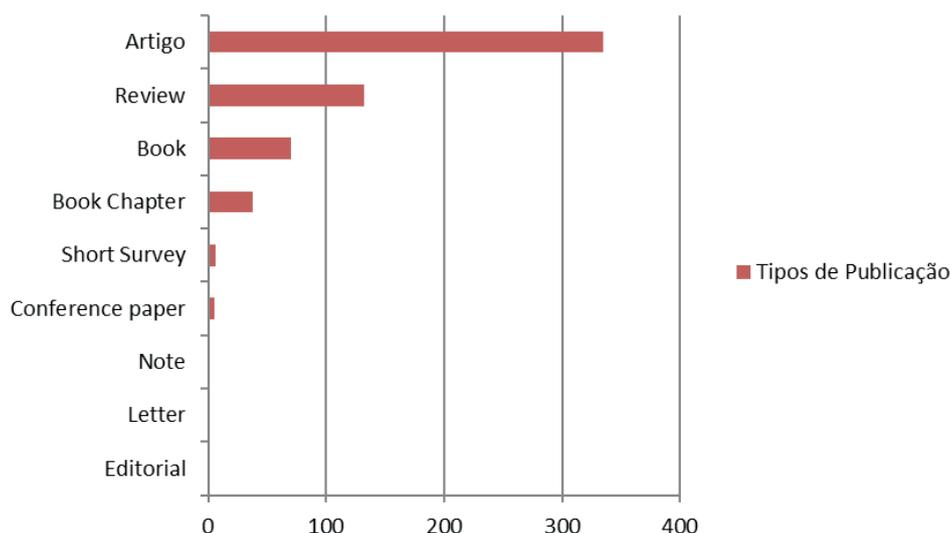
Figura 4 – Produção científica por país utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de patentes The Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Scopus

As Figuras 3 e 4 apresentam o número de patentes depositadas e publicações científicas nos últimos 10 anos por país. Fica evidenciado o pioneirismo da China frente aos outros países no estudo desse tema com quase o dobro de publicações científicas e uma quantidade muito maior de patentes depositadas quando comparados com os EUA que assumiram a segunda colocação. Em relação ao número de publicações científicas, o Brasil ocupa a 15ª posição no *ranking* de países com maior número de publicações sobre o tema nos últimos dez anos. Entretanto quanto ao número de depósitos de patentes, o Brasil não possui contribuição relevante em comparação com outros escritórios de patentes.

Figura 5 – Tipos de publicação bibliográfica utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de periódicos Scopus

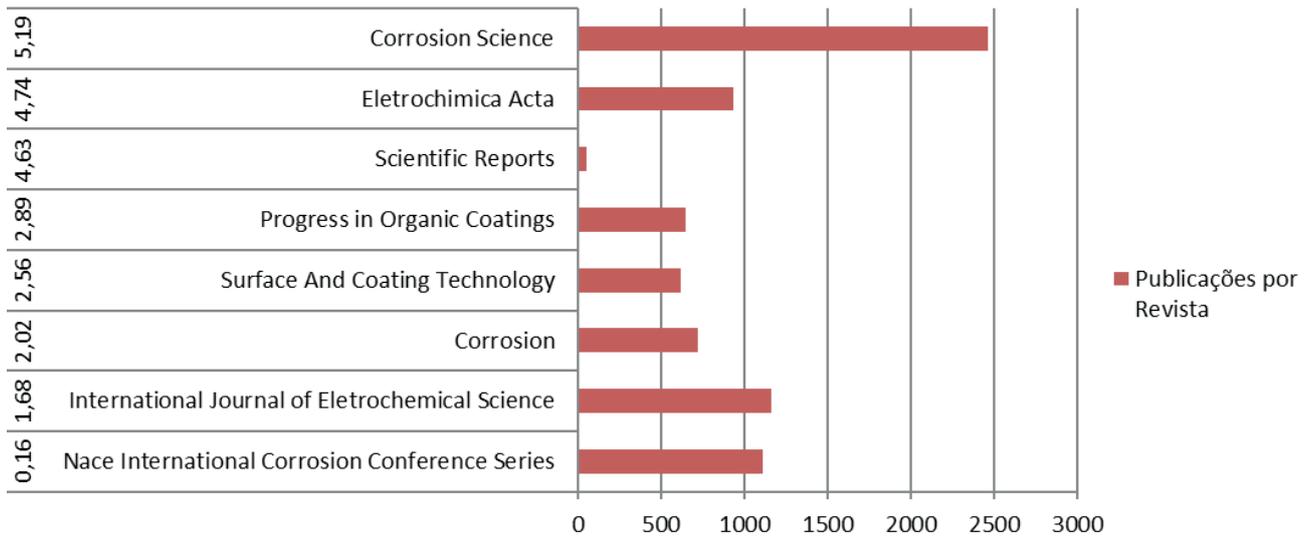


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Scopus

A Figura 5 mostra os tipos de produções bibliográficas que vêm sendo publicadas pelo mundo. É possível observar uma quantidade significativa de publicações na forma de artigo, pois o número de publicações é mais que o dobro dos *reviews*, que assume o segundo lugar na tabela.

Em seguida, os livros publicados sobre o tema ainda apresentam quantidade significativa, relativamente próximo aos *reviews* se comparadas com os artigos.

Figura 6 – Numero de publicações por revista ordenado pelo fator de impacto utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de periódicos Scopus



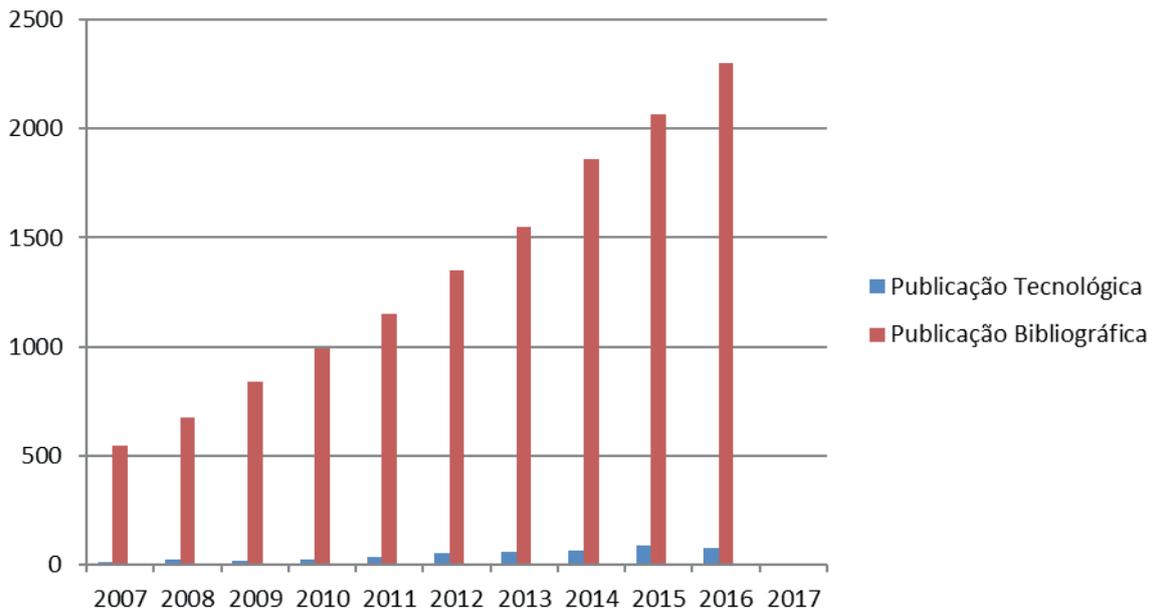
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Scopus

A Figura 6 mostra o número de publicações, e é possível observar a partir da figura além das publicações, os fatores de impactos de cada revista, localizado à esquerda do nome da cada uma delas. Com esses dados, observa-se uma quantidade de publicações considerável em revistas com grandes fatores de impacto, destacando-se principalmente as revistas *Eletochimica Acta*, com quase 1.000 publicações sendo, além disso, a segunda revista com maior fator de impacto, e a revista *Corrosion Science* com quase 2.500 publicações sendo a pioneira da lista tanto em fator de impacto quanto em número de publicações, evidenciando não só grande quantidade como qualidade nas publicações.

Partindo para a análise bibliográfica e patentária utilizando o verbete “natural”, pode-se observar o interesse científico quando se fala em inibidores naturais. As Figuras 7, 8 e 9 demonstram bem isso; esses dados podem ser obtidos e comparados a partir das plataformas *The Lens* e *Scopus*. Nessas figuras é possível observar o mesmo comportamento das análises anteriores, nas quais a China aparece como pioneira na produção bibliográfica, destacando-se também EUA e a Grã-Bretanha. Também fica evidente uma maior quantidade de publicações bibliográficas em comparação com as produções tecnológicas que ainda dão seus primeiros passos.

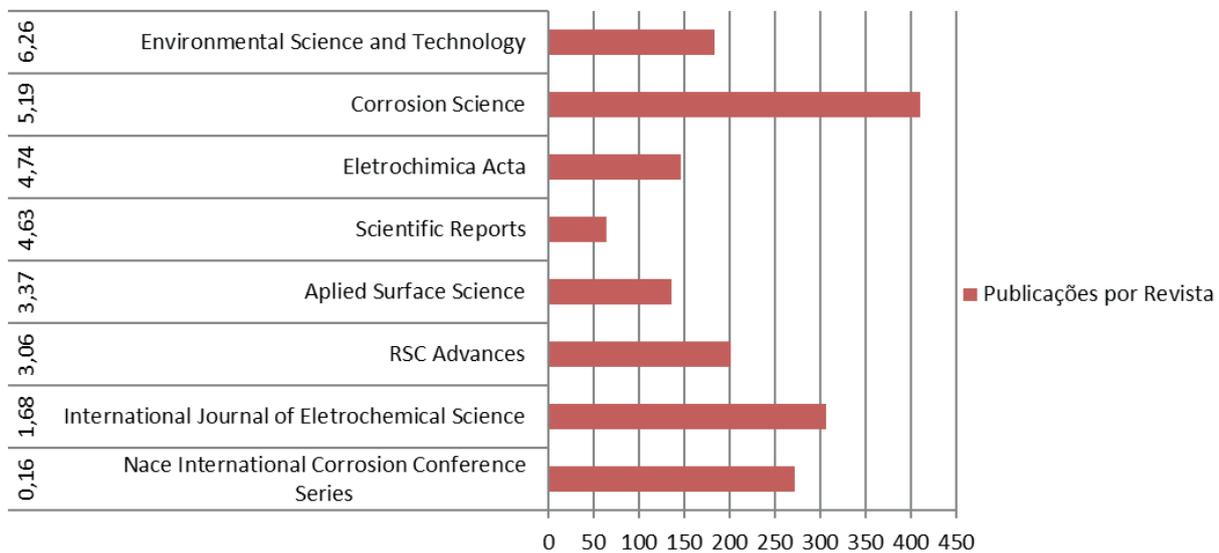
Quanto à qualidade das revistas, é interessante observar uma quantidade considerável de publicações acerca do tema “inibidores naturais” na revista *Environmental Science And Technology*, que não ocorreu na busca sem o verbete “natural”. Tal revista possui fator de impacto 6,26, sendo das revistas apresentadas a que possuiu maior fator.

Figura 7 – Publicações anuais bibliográficas e patentárias utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND Natural na base de patentes The Lens, e na base de periódicos Scopus



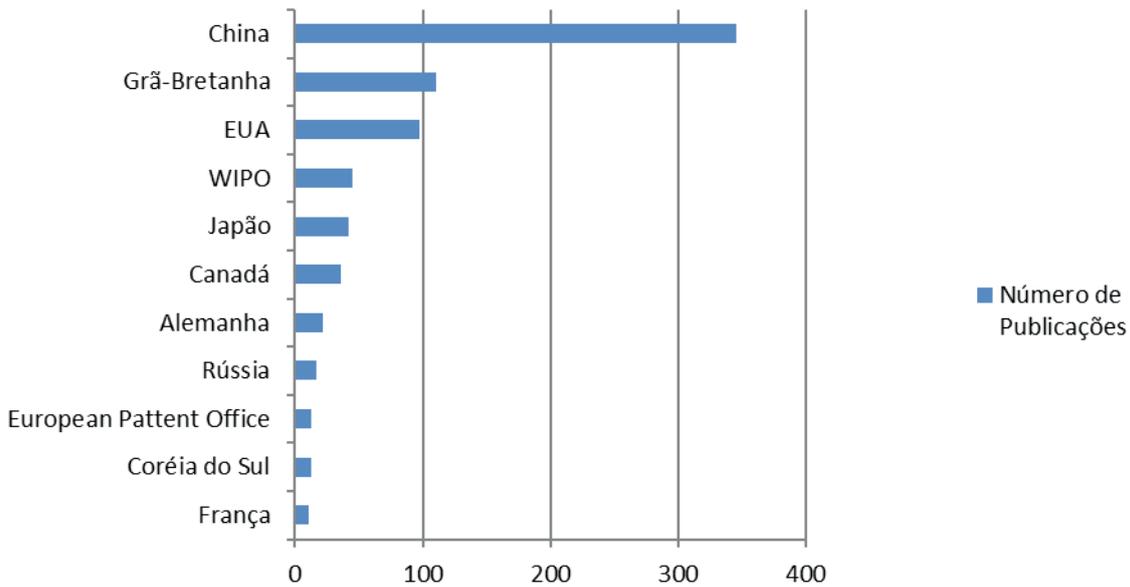
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Figura 8 – Numero de publicações por revista ordenado pelo fator de impacto utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND Natural na base de periódicos Scopus



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Scopus

Figura 9 – Patentes depositadas por país utilizando o verbete: Corro* AND (Inhibit* OR Inib*) AND (Steel OR Azo OR Aço) na base de patentes The Lens



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo, a partir de gráfico gerado na base de dados Lens

4 Considerações Finais

A corrosão de estruturas metálicas é um grande problema mundial. Cada vez mais formas de solucionar esse tipo de problema vêm sendo estudadas anualmente por diversos países.

Os inibidores de corrosão são uma possível solução desse malefício e vem sendo cada vez mais explorada em diversas partes do mundo. A partir desta pesquisa, foi possível observar o grau de interesse da comunidade científica em estudar esse tema e afirmar o caráter inovador desse estudo.

Identificou-se que China e EUA apresentam o maior número de patentes depositadas e publicações científicas, com destaque para a Grã-Bretanha no tema “inibidores naturais”. Países como França, Índia, Canadá e Egito também aparecem em destaque. O Brasil ainda caminha a passos lentos nesse estudo, o que mostra uma janela de oportunidades principalmente no âmbito das patentes.

Quanto à produção de fungos como inibidores de corrosão, o assunto conforme visto na Tabela 1 ainda inicia seus primeiros passos, possuindo dessa forma um panorama altamente vantajoso.

4.1 Perspectivas

Devido ao grande interesse científico mundial, visto principalmente pelo alto número de publicações científicas em relação ao depósito de patentes, inibidores de corrosão vêm ganhando cada vez mais destaque no mundo, sendo a produção de compostos e materiais para o mercado o próximo passo. O momento mostra-se como uma grande oportunidade para investimentos

em pesquisas visando um pioneirismo brasileiro na área por meio da produção de inibidores de corrosão naturais.

Referências

- ABDEL-GABER A. M. *et al.* A natural extract as scale and corrosion inhibitor for steel surface in brine solution. **Desalination**, [S.l.], p. 337–342. 2011.
- ABDEL-GABER A. M. *et al.* Inhibition of aluminium corrosion in alkaline solutions using natural compound. **Materials Chemistry and Physics**, [S.l.], v. 109, p. 297–305, 2008.
- COELHO S. F. M. **Corrosão de aço carbono em concretos microbiologicamente afetados**. 2015. Tese (Doutorado) – Instituto de Química e Biotecnologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015
- DRAKE, H. *et al.* Anaerobic consortia of fungi and surface reducing bacteria in deep granite fractures; **Nature Communications**, [S.l.], 2017.
- ESPAENET. Patent search [Base de dados – Internet]. European Patent Office. 2017. Disponível em: <www.worldwide.espacenet.com>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- GENTIL, V. **Corrosão**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI) [Base de dados – Internet]. 2017. Disponível em: <www.inpi.gov.br>. Acesso em: 9 jul. 2017.
- KIP, N. *et al.* Methanogens predominate in natural corrosion protective layers on metal sheet piles; **Scientific Reports**, [S.l.], p. 7, 2017.
- LENS [Base de dados – Internet]. 2017. Disponível em: <www.lens.org>. Acesso em: 9 out. 2017.
- MORONA, M. T. **Ensaio eletroquímico e influência da interação plasma na resistência à corrosão do aço inoxidável ISO 5832-1**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- PAUSTOVSKAYA, V. V. Some results of a research in the problem Inhibitors of metal corrosion. Toxicology and industrial hygiene. **Protection of Metal**, [S.l.], v. 36, p. 89–93, 1998.
- RINCÓN, O. T.; DURACON COLLABORATION. Durability of concrete structures: DURACON, an iberoamerican project. Preliminary results. **Building and Environment**, [S.l.], v. 41, p. 952–962. 2006.
- SCOPUS [Base de dados – Internet]. 2017. Disponível em: <www.scopus.com>. Acesso em: 9 out. 2017.
- SIELO [Base de dados – Internet]. 2017. Disponível em: <www.scielo.org>. Acesso em: 9 jul. 2017.
- TUSSOLINI, M. **Estudo da aplicação de azóis na inibição da corrosão do aço inoxidável ABNT 430 em meio ácido**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.
- VAYSBURD, A. M.; EMMONS, P. H. Corrosion in concrete repair: concepts or misconceptions. **Cement & Concrete Composites**, [S.l.], v. 26, p. 255–263, 2004.

Sobre os Autores

Juliano Bueno Barbosa da Silva

E-mail: giulian.b@gmail.com

Mestre em Biotecnologia (2017) e bacharel em Química (2014), pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Tem experiência na área de fungos endofíticos em plantas tropicais. Durante a graduação desenvolveu trabalho no campo da Bioquímica, e da Química orgânica. No mestrado desenvolveu trabalho na área de Bioquímica e Eletroquímica. Pesquisa os seguintes temas: fungos endofíticos, metabólitos, inibidores de corrosão. Atua na área de educação sendo especialista em gestão e docência no ensino superior.

Josealdo Tonholo

E-mail: tonholo@gmail.com

Doutor (1997) e mestre (1991) em Físico-Química, pelo Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP); graduado em Química, pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto (1988). Professor titular da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), vinculado ao Instituto de Química e Biotecnologia. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica. É orientador do quadro permanente dos PPGs em Química e Biotecnologia do IQB/UFAL, da Rede Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia PROFNIT e da Rede Renorbio. É membro integrante do INCT-INAMI-Instituto Nacional de Marcadores Integrados. É Bolsista de Produtividade DT/CNPq, desde 2006. Foi bolsista de pós-doutorado CNPq, no Departamento de Materiais da Universidade de Loughborough, Inglaterra, sob supervisão do Prof. G.D. Wilcox (2013–2014). Foi Diretor da Associação Brasileira de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas (ANPROTEC) (2003–2009). Desde 2015, exerce a função de pró-reitor do Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (FORTEC). Atua principalmente nos seguintes temas: remediação de águas residuárias, anodo dimensionalmente estável, desprendimento de hidrogênio e produção de cloro e soda, corrosão, polímeros condutores, dispositivos e materiais inovadores em energia e saúde. Na área de Gestão em Ciência, Tecnologia e Inovação, é ativo em Sistemas de Inovação, Empreendedorismo Inovador, Proteção do Conhecimento, Transferência de Tecnologia, Interação Universidade-Empresa e Incubadoras de Empresas/Parques Tecnológicos.

Sonia Salgueiro Machado

E-mail: machadosonia@hotmail.com

PhD em Enzimologia – Delft University of Technology; e pós-doutora, pelo Departamento de Medicina Molecular do The Scripps Research Institute-TSRI em expressão heteróloga, purificação e cristalização de P450 monooxigenase (CYP9) de fígado de coelho (2000). Pesquisadora visitante no The Scripps Research Institute-TSRI (2010). Atualmente, é professora associada (Bioquímica) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Desenvolve pesquisas em Enzimologia objetivando caracterização e estudos *in vivo* e *in vitro* de enzimas como *colinesterases* de animais, como peixes e camundongos para estudos de toxicológicos de monitoramento ambiental e neurofisiológicos.

Carmem Lucia de Paiva e Silva Zanta

E-mail: zanta@hotmail.com

Pós-doutora, pela Universidade de São Paulo (USP) (2007), sob a orientação do Prof. Frank Quina; doutora (doutorado sanduíche) na EPFL Lausanne – Suíça, sob a orientação do Professor Comninellis; doutora em Química, pela USP-Ribeirão Preto (2000); e mestre em Química (Físico-Química), pela USP-Ribeirão Preto (1995). Atualmente, é professora associada na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica ambiental. Atua principalmente na área de tratamento de efluentes urbano e industriais por meio de Processos Oxidativos Avançados e Processos Oxidativos Eletroquímicos Avançados. Participa dos Programas de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia (PPGQB) e Engenharia Química (PPGEQ).