

AVALIAÇÃO TÉCNICO E MERCADOLÓGICA SOBRE A POTENCIALIDADE ECONÔMICA DOS SENSORES ELETROQUÍMICOS

Pamela Melo Da Rocha¹ Pedro Leandro Batista Marques² Maciel Ferreira Rodrigues Junior³ Fábio Paulo da Silva (Coorientador)⁴ Carlos Alexandre Camargo de Abreu⁵

¹Graduando no Bacharelado de Ciência e Tecnologia - BCT
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil

pamela_meloroach@outlook.com

²Graduando no Bacharelado de Ciência e Tecnologia - BCT
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil

pedrolerybr@gmail.com

³Graduando no Bacharelado de Ciência e Tecnologia - BCT
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil

maciel.junior55@hotmail.com

⁴Graduando no Bacharelado de Ciência e Tecnologia - BCT
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal/RN – Brasil

fabio@ufrn.edu.br

⁵Professor – Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN-Natal/RN-Brasil
calexandreabreu@ect.ufrn.br

Resumo

Com a rápida urbanização e a modificação nos padrões de consumo da sociedade, devido a Revolução Industrial, surgiu a necessidade de se ter um controle maior sobre a produção, a fim de aumentar sua eficiência e produtividade. Contudo, as consequências do aumento da produção e do consumo também resultaram em uma significativa poluição ambiental. E, pode-se dizer, que foram essas problemáticas que proporcionaram o desenvolvimento dos sensores eletroquímicos que para a indústria auxiliam no monitoramento dos maquinários e nas questões ambientais são úteis por causa da sua capacidade de detecção e análise de substâncias prejudiciais ao meio ambiente de forma rápida e eficiente. Logo, devido a relevância e a grande utilização dos sensores eletroquímicos em diversos setores da atividade humana, o presente artigo tem como objetivo estudar a atuação dos sensores eletroquímicos na economia e averiguar a viabilidade de investimento nessa tecnologia. Como metodologia utilizou-se o levantamento bibliográfico, visto que, a pesquisa foi baseada em dados de artigos científicos, pesquisados através do Google Acadêmico. Os principais resultados mostram que o investimento em sensores eletroquímicos é viável, pois trata-se de um produto complexo e que rende lucros expressivos às principais empresas que atuam nesse setor.

Palavras-chave : economia, sensores eletroquímicos, transferência de tecnologia.

1 Introdução

Com a ocorrência da Revolução Industrial ocasionou-se uma rápida urbanização e mudanças no comportamento da sociedade, pois passaram a consumir mais, produzir mais e consequentemente poluir mais. Então, devido aos impactos ambientais negativos oriundos das atividades humanas e a necessidade de ter um controle maior dos processos de produção e da quantificação de substâncias tóxicas e poluentes lançadas em diferentes meios, surgiram os sensores eletroquímicos. Deste modo, esses sensores foram desenvolvidos devido a demanda por tecnologias capazes de realizar análises com uma maior eficiência, praticidade, rapidez e baixo custo, a fim de auxiliar na tomada de decisões (PFEIFER et al., 2017).

Diante disso, os sensores eletroquímicos detêm grande importância e impacto nas nossas vidas, visto que, possuem um caráter versátil, uma vez que, estão presentes em diversas áreas das atividades econômicas, atuando desde os setores industriais, no monitoramento do maquinário, até no setor da saúde, o qual é responsável por detectar e quantificar substâncias ditas comuns como a glicose e o colesterol, mas também substâncias cruciais para realização do diagnóstico de alzheimer ou de doenças cardíacas em um paciente (LOWINSOHN; BERTOTTI, 2006).

É devido a esse caráter versátil e ao baixo custo de produção dos sensores eletroquímicos que essa tecnologia ganhou uma relevância econômica mundial, haja vista que, trata-se de um produto que detém a necessidade de implementação e utilização crescente, pois seu desempenho na análise, quantificação e detecção de substâncias é melhor em comparação com os antigos equipamentos de análise que são mais caros e demandam mais tempo para analisar uma amostra (SILVA, 2013).

Dessa forma, o presente trabalho detém como problemática averiguar se os sensores eletroquímicos são uma tecnologia em crescimento e justifica-se diante da necessidade de entender sua importância na economia, pois há uma escassez de pesquisas acerca da atuação dessa tecnologia recente e do seu rendimento no mercado mundial. E como objetivo buscou-se analisar seu diferencial em relação aos outros produtos de análise de substâncias e saber se é viável investir em seu desenvolvimento.

2 Sensores eletroquímicos: Trajetória tecnológica

Sensores eletroquímicos são dispositivos capazes de medir a concentração de um determinado composto ou molécula de interesse (chamada de “analito”) em um dado meio (por exemplo, a concentração de cloreto de sódio em um certo cereal de uma certa marca). Tais sensores são constituídos por três eletrodos: um de trabalho, um auxiliar e um de referência. Quando o analito entra em contato com o sensor, ocorrem reações químicas de oxidação e redução, nas quais ocorrem uma transferência de elétrons entre as moléculas do eletrodo e as moléculas do analito, e o resultado dessas transferências de elétrons, é a geração de corrente elétrica entre os eletrodos do sensor, que é diretamente proporcional a concentração do analito (a substância de interesse), e assim, pode-se estimar a concentração da substância de interesse em um dado meio (SAVIGNANO, 2017).

Apesar de relatos sobre baterias galvânicas primitivas, datadas de 200 a.c, encontradas no Iraque, afirma-se que o campo científico da Eletroquímica surgiu das interações científicas, tendo início no final do século XVIII, em 1786, com as experiências e observações do professor de Anatomia da Universidade de Bolonha - Itália - Luigi Galvani, em seu estudo sobre as contrações das pernas dissecadas de rãs. Galvani fazia a associação dos nervos das pernas como fios e as pontas como os para-raios, e depois, ao submetê-los a uma descarga elétrica, obtia-se o mesmo efeito que ocorre durante as tempestades: os para-raios atraem as faíscas elétricas produzidas pela atmosfera e os condutores elétricos conduzem o raio até a terra. Então comprovou-se que as contrações ocorreram porque os nervos atuam como condutores elétricos

que levam a descarga elétrica para outro local. Tal fenômeno foi nomeado pelo professor como “eletricidade animal” (GONÇALVES; TAMIASSO-MARTINHON; SOUSA, 2015).

Um significativo avanço no âmbito da Eletroquímica foi a invenção da bateria de chumbo-ácido, em 1859, pelo físico francês, Gaston Planté. O diferencial dessa célula era a possibilidade de ser recarregada a partir passagem de uma corrente elétrica exterior. E em 1881, após muitos aprimoramentos da bateria de chumbo-ácido, Camille Alphonse Faure aperfeiçoou ainda mais o modelo, trocando as placas de chumbo por uma pasta de óxido de chumbo, tornando-o, deste modo, mais eficiente (MAINIER, 2013).

Decorridos 20 anos, entre 1868 e 1888, os avanços na Eletroquímica foram na formulação e comprovação de teorias. Em 1889 Walther Hermann Nernst, embasado por todo conhecimento já produzido na área, formulou a atual teoria de potencial de eletrodo (força eletromotriz), onde afirmou que o metal oxida, perde elétrons, e o cátion aquoso reduz, ganha elétrons, e no fim da oxidação do metal a corrente elétrica gerada zera e, assim, chega-se ao estado de equilíbrio (GONÇALVES; TAMIASSO-MARTINHON; SOUSA, 2015).

Atualmente, a eletroquímica detém suas teorias mais precisas e continua avançando e atuando em diversos ramos do conhecimento humano, contudo, predomina na área industrial, pois não só possibilitou a produção de novos produtos, como também facilitou os processos produtivos. E desta forma, partindo do desenvolvimento constante de novas tecnologias, a eletroquímica foi e é responsável por muitos benefícios à sociedade, entretanto, também contribuiu significativamente na geração de impactos ambientais negativos, derivados, em especial, do descarte inadequado dos subprodutos (MAINIER, 2013).

Perante esse panorama de poluição ambiental, a eletroquímica como ciência também contribui para a promoção da qualidade do meio ambiente, tomando como exemplo o desenvolvimento de sensores eletroquímicos capazes de detectar e quantificar substâncias tóxicas ou a presença de fármacos e outros compostos de interesse clínico em diferentes meios (MAINIER, 2013).

3 Mapeamento tecnológico

Devido a vantagem de portabilidade, facilidade de automação e a realização de análise eficaz e rápida com pequenas quantidades de materiais, os sensores eletroquímicos podem exercer suas funções em diferentes áreas das atividades humanas, e é devido a esse caráter versátil que essa tecnologia vem ganhando mais notoriedade e maiores investimentos objetivando o aprimoramento da sensibilidade, seletividade e miniaturização (LOWINSOHN; BERTOTTI, 2006). De acordo com o Gráfico 1, desenvolvido pelos dados disponíveis na plataforma Espacenet e que mostra a quantidade de publicações de patentes sobre sensores eletroquímicos no decorrer dos anos, torna possível concluir que o surgimento de patentes na área começou em 1971 e foi crescendo paulatinamente, por causa do desenvolvimento de novas tecnologias, até seu ápice no ano de 2019 o que demonstra que ainda é uma área em evolução decorrente das novas utilidades que os sensores eletroquímicos podem vir a ter.

Gráfico 1 - Quantidade de publicações de patentes sobre sensores eletroquímicos desde 1971



Fonte: autoral, a partir dos dados da Espacenet, (2019)

A respeito dos principais países que emitiram patentes relacionadas aos sensores eletroquímicos, tem-se como destaque os Estados Unidos, que é responsável por aproximadamente 37,5% das 269 patentes registradas no banco de dados da plataforma Espacenet. Os países/organizações que ocupam, respectivamente, o segundo e o terceiro lugar de maiores players no desenvolvimento dessa tecnologia são: a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WO) representando 10,4% do total de patentes publicadas e a China (CN) com 8,9%.

Atualmente, por causa dos investimentos em tecnologia e inovação na área dos sensores eletroquímicos, tornou-se possível a ampliação do uso dessa tecnologia em diversos setores. Na saúde são utilizados os biossensores - sensores eletroquímicos modificados pelo uso de material biológico ativo imobilizado na superfície dos eletrodos. Contudo, além dos biossensores já comercializados, existem exemplos de sensores de lactose, colesterol e creatina. Além disso, também existem aplicações de biossensores de tamanho microscópico para estudo e monitoramento de microambientes em tempo real que auxiliam, por exemplo, no monitoramento da molécula de Óxido Nítrico (NO), responsável por transmitir mensagens pelo corpo humano e que está relacionada com o desenvolvimento de doenças cardíacas. (LOWINSOHN; BERTOTTI, 2006).

No tocante ao meio ambiente os sensores eletroquímicos atuam na detecção de metais pesados, pesticidas, contaminantes orgânicos e inorgânicos e compostos fenólicos, por isso são ferramentas imprescindíveis para a fiscalização, controle e monitoramento da qualidade dos alimentos, do solo e da água, a fim de preservar o meio ambiente e prevenir a exposição da população a esses compostos, prevenindo também, o desenvolvimento de doenças (OLIVEIRA, 2013). Na área agrícola é fundamental para viabilizar uma produção sustentável, tendo em vista, que auxiliam na quantificação adequada de sementes para determinada área de plantio, assim como, determinam a melhor distância entre as sementes no solo, entre outras atividades. (COSTA et al., 2015).

As principais empresas que atuam na área dos sensores eletroquímicos estão nos países que dominam a tecnologia, com destaque aos Estados Unidos, que é responsável por aproximadamente 37,5% das 269 patentes registradas no banco de dados da plataforma Espacenet. E há uma grande quantidade de empresas privadas nesse setor comercial, cerca de 93 distribuídas em todo o mundo, visto que, trata-se de uma área com inovações constantes, crescentes pesquisas em desenvolvimento e com significativa facilidade de produção. Um exemplo de empresa que está investindo bastante nesse setor comercial é a Intel, que com um acordo de cerca de 15,3 bilhões de dólares comprou a empresa israelense Mobileye NV, que é uma pioneira na fabricação de sensores para carros autônomos. O objetivo dessa aquisição é fazer com que a empresa se insira no mercado de carros autônomos, pois, apesar de ser uma das maiores fabricantes de chips para computadores pessoais, ela apresenta dificuldades para

se inserir em outros mercados, inclusive no desenvolvimento de sensores para carros autônomos (BOUDETTE, 2017).

No atual cenário econômico brasileiro, a tecnologia dos sensores eletroquímicos começa a surgir. Um exemplo disso são os sensores eletroquímicos produzidos pela startup Vidya Tecnologia, que monitoram a corrosão em atmosferas controladas (PETRONOTÍCIAS, 2019). Outro exemplo é o dos sensores eletroquímicos de baixo custo (por volta de três reais) e descartáveis produzidos por pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que auxiliam na detecção precoce da doença Alzheimer (ERBERELI, 2016). Além disso, de acordo com o Relatório de Anúncios de Projetos e Investimentos de Julho a Dezembro de 2018, publicado em 2018 pela Rede Nacional de Informações sobre o Investimento (RENAI), que é um meio pelo qual o Governo Federal divulga informações sobre os investimentos produtivos no Brasil, 2 empresas brasileiras estão investindo fortemente no setor comercial de sensores. A primeira é a DETEN QUÍMICA S.A (CEPSA/PETROBRAS), que investiu 9.019 mil dólares na implantação de um sistema dotado de inteligência artificial que utiliza sensores para prever possíveis falhas nas máquinas, com o intuito de automatizar os processos na fábrica de Camaçari (Bahia). A segunda é a AETHRA, que investiu um total de 23.560 mil dólares em ações de pesquisa e desenvolvimento e em sua fábrica, em Pouso Alegre (Minas Gerais), com financiamentos aplicados na compra e na instalação de prensas com sensores.

Os sensores eletroquímicos são cada vez mais demandados devido à necessidade de realizar análises mais eficientes. Seu diferencial tecnológico está presente no seu desempenho, a exemplo dos sensores volumétricos que detêm uma grande sensibilidade e exatidão, nas análises de pequenas quantidades de amostra, e em seu caráter diversificado. Além disso, eles são produtos de baixo custo de produção e exigem pouca matéria prima por serem produtos pequenos. Esses fatores contribuem para uma maior adesão do mercado consumidor visto a facilidade de locomoção, que auxilia bastante no desenvolvimento de trabalhos em campo, além disso, destacam-se devido a rapidez de quantificação/detecção e análise da substância em estudo (SILVA, 2013).

4 Discussão

A complexidade econômica é um fator chave para o desenvolvimento econômico de um país, ou seja, a melhoria do bem estar geral da população. A complexidade econômica está diretamente relacionada com a estrutura produtiva de um país e a sua pauta de exportação, assim uma das formas de um país crescer economicamente é fabricar produtos complexos com alto valor agregado e com uma rede de produção intrincada, envolvendo na produção de um bem vários setores diferentes, fomentando assim a economia nacional. Além disso, o investimento na estrutura produtiva aumenta a capacidade de produção de muitos bens diversos e complexos, e esta capacidade atual é imprescindível para manter a complexidade dos bens no futuro (ALENCAR et al., 2018).

É a produção de bens complexos que gera o diferencial mercadológico, responsável por manter a economia forte, visto que, o país que fabrica produtos que apenas ele detém o domínio do conhecimento e da tecnologia utilizada na produção, desenvolve uma exclusividade no mercado referente a esse bem que apenas ele sabe fazer, e assim, pode exportar com um alto valor agregado, pois trata-se de uma inovação tecnológica, produtos complexos e com grande aceitação dos consumidores por seu desempenho, e deste modo, fica um passo à frente na concorrência com os demais países e empresas (GALA, 2015).

Para analisar a complexidade econômica de um país é necessário saber de sua pauta de exportação, pois se o país exporta uma pouca variedade de produtos e esses ainda são classificados como ubíquos - produtos que todos sabem fazer e com baixa complexidade -, pode-se afirmar que trata-se de um país não complexo, pois sua pauta de exportação é baseada

em produtos “comuns” sem o diferencial tecnológico. Por outro lado se o país tem uma pauta exportadora diversificada e com produtos não ubíquos, trata-se de um país com uma economia complexa devido a diversidade e capacidade de fazer vários produtos complexos que, por sua vez, detém várias redes de conexão com outras empresas e que assim tornam a economia mais dinâmica (GALA, 2015).

As cinco principais empresas que atuam na área dos sensores eletroquímicos, seus países de origem e a respectiva quantidade de patentes emitidas, estão listadas no Quadro 1 desenvolvido com os dados da plataforma Espacenet.

Quadro 1. Empresas líderes do mercado de sensores

Empresa	País de Origem	Quantidade de patentes
BOSCH GMBH ROBERT	Alemanha	10
HONEYWELL INT INC	Estados Unidos	8
BAYER	Alemanha	6
LIFE SAFETY	Suíça	5
TELEDYNE IND	Estados Unidos	5

Fonte: autoral, a partir dos dados da Spacenet, (2019)

Apesar do quadro não contemplar todas as empresas, os dados da Spacenet nos mostram que os Estados Unidos é o país com a maior quantidade de patentes na área dos sensores, detendo um total de 26 patentes, em seguida vem a Alemanha com 16 e por fim, respectivamente, vem a Suíça, Reino Unido e China. No tocante a Classificação Internacional de Patentes das empresas no Quadro 1, há a predominância da seção G e C que abarcam, respectivamente, os aspectos físicos e os químicos/metalúrgicos e que, de maneira mais específica, estão dentro da Subclasse G01N - INVESTIGAÇÃO OU ANÁLISE DOS MATERIAIS PELA DETERMINAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES QUÍMICAS OU FÍSICAS e Subclasse C25B - PROCESSOS ELETROLÍTICOS OU ELETROFORÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE COMPOSTOS OU DE NÃO METAIS.

Pode-se afirmar, a partir da análise indireta da geração de patentes, que os Estados Unidos é o que detém a maioria dos lucros neste setor. Tal resultado reflete diretamente na economia desses países, visto que, o investimento em inovação tecnológica é fundamental para o desenvolvimento econômico do país, e como os sensores eletroquímicos são uma tecnologia recente e ainda com muitas aplicações a serem descobertas, trata-se de uma área importante para se investir, e esse é um dos fatores para esses países serem uma das maiores economias do mundo.

Os sensores eletroquímicos são produtos com um grau de complexidade alto de acordo com o gráfico 2, desenvolvido com os dados da plataforma Atlas da Complexidade econômica. Pode-se afirmar que no período de 1995 até 2017 os sensores eletroquímicos estiveram com um índice de complexidade significativamente alto, pois em nenhum momento ficou abaixo de 1.16, apesar das diversas oscilações durante esse período de tempo, seus maiores valores foram de 2.22, 2.13, 2.12 e 2.07 nos anos de, respectivamente, 2004, 2013, 1997 e 2011. O resultado do índice de complexidade dos sensores durante esse período de tempo demonstra que não se tornaram um produto ubíquo e as oscilações no gráfico 2 representam as inovações feitas nesse produto que geraram um diferencial econômico relevante naquele momento e por isso atingiram maiores valores.

Diante disso pode-se afirmar que o investimento na área de sensores é viável pois trata-se de um produto com alto grau de complexidade e que detém alto valor agregado, característica vantajosa para ser um produto da pauta de exportação de um país. Diante do atual panorama de intensa competitividade comercial entre países e empresas, o fator tecnologia e inovação é decisivo para determinar o crescimento e desenvolvimento econômico, social e ambiental desses atores. Logo, é fundamental para o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias a aproximação das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) com o setor privado, tendo em vista que, essa relação acarreta benefícios para ambos, pois as universidades, instituições e centros tecnológicos detém um financiamento que abarca apenas as etapas de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, assim o conhecimento não atinge seu pleno desenvolvimento e, por outro lado as empresas necessitam de constantes inovações para obter um diferencial no mercado e alavancar suas vendas, portanto estabelecendo uma parceria há ganhos para os dois (MARLI ELIZABETH RITTER DOS SANTOS, 2009).

Gráfico 2 - Índice de complexidade econômica por ano.



Fonte: autoral, a partir dos dados do Atlas da Complexidade Econômica, (2019)

5 Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise acerca do potencial dos sensores eletroquímicos, em seu âmbito produtivo e mercadológico. A partir das informações apresentadas constatou-se a importância e utilidade dos sensores eletroquímicos em diversos setores da economia. Estes sensores, além de proporcionar uma análise de alta precisão, podendo ser inspecionada de maneira remota, é um produto de baixíssimo custo de produção, característica sempre muito procurada no meio comercial. Ademais, sensores eletroquímicos são produtos economicamente complexos, isso significa que a possibilidade de ser produzido em larga escala em território nacional é altamente saudável para a economia do país, uma vez que com uma economia crescente existe a tendência de melhoria de outros setores da sociedade. Um panorama como este não é fora da realidade, uma vez que temos grupos de pesquisa trabalhando na área e com algum sucesso comercial, como a startup Vidya. Com isso, depreende-se que o investimento em sensores eletroquímicos tem uma grande potencialidade no território brasileiro.

6 Referências

ALENCAR, Júlia F. L. et al. Complexidade produtiva e desenvolvimento econômico: uma análise do caso latino-americano. **Novos Estudos - Cebrap**, [s.l.], v. 37, n. 1, p.247-271, ago. 2018. Novos Estudos - CEBRAP. <http://dx.doi.org/10.25091/s01013300201800020005>.

BOUDETTE, Neal E.. **Driverless-Car Outlook Shifts as Intel Takes Over Mobileye**. 2017. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2017/08/08/technology/intel-mobileye-driverless-cars.html>>. Acesso em: 1 dez. 2019.

COSTA, Felipe Tozetto et al. Uma Visão Geral da Aplicação de Sensores em Máquinas Agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 10., 2015, São Paulo. **Anais...**. São Paulo: Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2015. v. 14, p. 1 - 12. Disponível em: <http://eventos.uepg.br/sbiagro/2015/anais/SBIAgro2015/pdf_resumos/13/13_felipe_tozetto_costa_93.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

ERBERELI, Camila Regina. "DESENVOLVIMENTO DE UM IMUNOSSENSOR DESCARTÁVEL PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA DE ALZHEIMER". 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8760/DissCRE.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

GALA, Paulo. **A complexidade como matriz do desenvolvimento**. 2015. Disponível em: <http://www.valor.com.br/imprimir/noticia_impreso/4162216>. Acesso em: 30 nov. 2019.

GONÇALVES, Ana Carolina Silva; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. NOS PASSOS DA ELETROQUÍMICA: CIENTISTAS E SEUS LEGADOS. In: CONGRESSO DE HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, 8., 2015, Rio de Janeiro. **Trabalhos completos**. Rio de Janeiro: Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, 2015. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh8/SH/trabalhos.html>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

LOWINSOHN, Denise; BERTOTTI, Mauro. Sensores eletroquímicos: considerações sobre mecanismos de funcionamento e aplicações no monitoramento de espécies químicas em ambientes microscópicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p.1-20, 11 ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000600029&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 set. 2019.

MAINIER, Fernando B.. **Eletroquímica Industrial: uma nova abordagem de ensino**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 16., 2013, Gramado. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/20/st/q/q201.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

MARLI ELIZABETH RITTER DOS SANTOS (São Paulo) (Org.). Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica. Campinas: Komedi, 2009. 353 p. Disponível em: <https://www.inova.unicamp.br/sites/default/files/documents/Livro%20Transferencia%20de%20tecnologia_0.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

OLIVEIRA, Túlio Ítalo da Silva. **DESENVOLVIMENTO DE SENSORES ELETROQUÍMICOS PARA DETECÇÃO DE MOLINATO E ÓXIDO NÍTRICO**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10367/1/2013_dis_tisoliveira.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

PETRONOTÍCIAS (Ed.). CONTROLE DA CORROSÃO PODE DIMINUIR PREJUÍZOS PARA AS EMPRESAS USANDO NOVAS TECNOLOGIAS. Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/archives/126452>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

PFEIFER, Rene et al. ELETROQUÍMICA EMPREGADA EM PROBLEMAS DE INTERESSE AMBIENTAL. In: 14º CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 14., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** . Poços de Caldas: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2017. p. 1 - 3. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2017/trabalhos/335.%20ELETROQU%C3%8DMICA%20EMPREGADA%20EM%20PROBLEMAS%20DE%20INTERESSE%20AMBIENTAL.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

SAVIGNANO, Verónica. **Artigo em destaque: Lápis e papel para fazer um sensor eletroquímico.** 2017. Disponível em: <<https://www.sbpmat.org.br/pt/artigo-em-destaque-lapis-e-papel-para-fazer-um-sensor-eletoquimico/>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SILVA, Monize Martins da. **SENSORES ELETROQUÍMICOS CONTENDO SUPRAMOLÉCULAS DE COMPLEXOS PERIFÉRICOS DE RUTÊNIO: OBTENÇÃO E APLICAÇÕES.** 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

Startup cria sensor de monitoramento da corrosão atmosférica em parceira com ISI Eletroquímica. Disponível em: <<http://www.senaipr.org.br/noticias-da-industria/startup-cria-sensor-de-monitoramento-da-corrosao-atmosferica-em-parceira-com-isi-eletoquimica--2-34126-393190.shtml>>. Acesso em: 29 ago. 2019.