



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO



Campus Universitário Min. Petrônio Portella – Bairro Ininga – BL 6. CEP 64049-550 – Teresina-PI – Fone (86) 3215-5560
E-mail: propesq@ufpi.edu.br

**BOLSA DE PRODUTIVIDADE EM PESQUISA E EM DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO – PQDT/UFPI 2023-2024I**

RELATÓRIO DE EXECUÇÃO DO OBJETO (REO)

**(Bio)Sensores eletroanalíticos portáteis de baixo custo para
diagnóstico e/ou monitoramento in loco**

***Low cost and portable electroanalytical (bio)sensors for on-site
diagnostics and/or monitoring***

Bolsista PQ-UFPI: Prof. Dr. Everson Thiago Santos Gerônimo da Silva

RESUMO

Os dispositivos de diagnóstico portáteis para análises *in loco*, também conhecidos como dispositivos de teste *point-of-care* (POC) ou *point-of-need* (PON), são ferramentas usualmente descritas como auxiliares próximas ao paciente (ou pessoa interessada na análise). A principal vantagem desse tipo de dispositivo é a obtenção de resultados imediatos, ou em um curto intervalo de tempo, o qual possibilita que pessoas ligadas à saúde (ou outra área de interesse) ou o próprio paciente tomem decisões de maneira rápida e efetiva no que dizem respeito à diagnóstico e/ou necessidade de intervenção clínica/medicamentosa (entre outras ações, de acordo com a aplicação). Nesse projeto propôs-se o desenvolvimento de estratégias para a fabricação de sensores eletroquímicos e colorimétricos/eletrocromáticos miniaturizados, em substratos de papel. No primeiro caso (dispositivos sensores eletroquímicos), eletrodos foram preparados utilizando lápis acoplado a um dispositivo protótipo desenvolvido em impressora 3D, conferindo alta reprodutibilidade e escalabilidade de fabricação. Nesse caso, o sensor eletroquímico miniaturizado preparado foi aplicado para detecção de dopamina em amostras de saliva sintética, apresentando elevada sensibilidade. Outro aluno pôde funcionalizar a mesma plataforma e detectar glifosato como contaminante em amostras de água. Já no segundo caso, dos dispositivos colorimétricos, foi desenvolvido uma estratégia de detecção de creatinina em análises de urina mais seletiva do que o método tradicional atualmente empregado no SUS. Nesse caso, foram usadas nanopartículas metálicas funcionalizadas que, ao contato com a creatinina, alteram sua cor. A quantificação é feita via UV-Vis, mas estamos trabalhando para viabilizar também a quantificação via celular. Esses resultados foram apresentados em evento científico recentemente, e serão publicados em breve. Portanto, espera-se com esse projeto contribuir para a formação de recursos humanos qualificados, além de contribuir para as áreas clínica e ambiental através do desenvolvimento desses dispositivos.

ABSTRACT

Portable diagnostic devices for on-the-spot testing, also known as point-of-care (POC) or point-of-need (PON) testing devices, are tools commonly used as an aid close to the patient (or person interested in the analysis). The main advantage of this type of device is the achievement of immediate results, or in a short period of time, which allows people linked to health (or other area of interest) or even the patient to make decisions quickly and effectively regarding the diagnosis and/or need for clinical/drug intervention (among other actions, according to the application). In the first case (electrochemical sensor devices), electrodes were prepared using a pencil coupled to a prototype device developed on a 3D printer, providing high reproducibility and manufacturing scalability. In this case, the prepared miniaturized electrochemical sensor was applied to detect dopamine in synthetic saliva samples, showing high sensitivity. Another student was able to functionalize the same platform and detect glyphosate as a contaminant in water samples. In the second case (colorimetric devices), a strategy was developed for detecting creatinine in urine analysis that is more selective than the traditional method currently used in the SUS. In this case, functionalized metal nanoparticles were used that, upon contact with creatinine, change its color. Quantification is done via UV-vis, but we are working to also enable quantification via cell phones. These results were presented at a scientific event recently and it will be published soon. Therefore, this project is expected to contribute to the formation of incorporated human resources, in addition to contributing to the clinical and environmental areas through the development of such devices.

- **Impactos do projeto para o avanço do estado da arte na área do conhecimento**

O presente projeto faz parte de uma área de pesquisa que vem crescendo exponencialmente nos últimos anos no âmbito internacional; é a área de desenvolvimento de dispositivos de sensoriamento portátil. Dessa forma, os avanços esperados para o estado da arte em que este projeto se insere vão desde conhecimentos fundamentais que versam sobre o desenvolvimento de dispositivos de baixo custo, como novas plataformas e processos, formas alternativas de preparo de eletrodos e ferramentas analíticas de maneira geral, até mesmo o desenvolvimento de um protótipo útil na área de diagnóstico clínico, monitoramento ambiental e/ou controle de qualidade, entre outros.

Até o presente momento da data de submissão deste relatório, foi publicado um artigo QUALIS A1 em 2023 na revista *Microchimica Acta* (fator de impacto 5.3), intitulado: **3D-printed holder for drawing highly reproducible pencil-on-paper electrochemical devices**. O artigo foi desenvolvido pelo aluno de mestrado Lucas Costa Faustino (atualmente doutorando do grupo), juntamente com outro aluno de mestrado, João Paulo do Carmo Cunha (atualmente também doutorando do grupo). Foi publicado ainda outro artigo QUALIS A1 em 2024 na revista *Talanta* (fator de impacto 5.6), intitulado: **Tailored electrochemical biosensor with poly-diallyldimethylammonium chloride-functionalised multiwalled carbon nanotubes/gold nanoparticles/manganese dioxide, and haemoglobin for sensitive hydrogen peroxide detection**. O artigo foi de autoria de um aluno de pós-doutorado sob minha supervisão Dr. Wanderson da Silva, com contribuição do aluno de doutorado Lucas Costa Faustino.

Outros trabalhos estão sendo finalizados e renderão artigos científicos em breve, incluindo o artigo intitulado: **A novel immunosensor based on nanostructured modified electrodes with a conductive copolymer film and gold nanoparticles electrodeposited in ethaline deep eutectic solvent (DES) for the detection of the HER2 ECD breast cancer biomarker**, submetido na revista *Sensors and Actuators B: Chemical*, com QUALIS A1 e fator de impacto 8.0, em fase final de revisão na revista.

- **Contribuição do projeto para inovação de produtos, processos ou políticas públicas**

O presente projeto tem grande potencial de inovação e geração de produtos tecnológico voltados ao desenvolvimento de dispositivos de sensoriamento, processos de fabricação, novas ferramentas analíticas portáteis e de baixo custo, entre outros. O artigo publicado em 2023 mencionado no item anterior tem grande potencial tecnológico, especialmente com as alterações que o aluno está realizando atualmente em seu doutorado. Além disso, espera-se ao final do cronograma de 36 meses (do projeto que foi enviado ao CNPq) que as demais publicações de trabalhos científicos que destaquem a contribuição dessa proposta na área de inovação de produtos e processos, além de pedidos de patentes, sejam realizadas.

- **Contribuição do projeto para formação de recursos humanos especializados para a academia, educação básica e superior, indústria, setor de serviços e setor público**

No período de execução desse projeto, foram formados 6 alunos de mestrado (4 como orientador e 2 como coorientador), todos com projetos envolvidos com a temática dessa proposta. Dois desses alunos desenvolvem agora suas teses de doutorado sob minha supervisão, dando continuidade aos principais avanços alcançados. A nível de graduação, foram formados 1 aluno de IC e 1 aluna de IT em 2023, além de 2 alunas de IC e 1 aluna de IT em 2024, que estão finalizando seus projetos. Todos esses alunos tiveram a oportunidade de participar de discussões científicas em grupo, trabalhar em laboratório e compreender como funciona uma pesquisa científica. Isso destaca a contribuição desse projeto na formação de recursos humanos voltados a ciência básica, nanotecnologia e desenvolvimento de sensores, entre outras atuações profissionais na área de química, pesquisa científica e ciências em geral.

- **Contribuição do projeto para difusão e transferência de conhecimento**

Como já mencionado anteriormente, a difusão/transferência de conhecimento até a presente data de submissão desse relatório foi possível através da publicação de 2 artigos científicos QUALIS A1 e da submissão de mais 1 artigo QUALIS A1, em fase final de revisão. Além disso, trabalhos provenientes dessa proposta foram apresentados em eventos científicos, a saber: 1 trabalho apresentados na modalidade oral do XXIII SIBEE 2023, e 6 trabalhos apresentados recentemente na modalidade pôster no 21º ENQA 2024.

Ao final dos 36 meses de projeto estimados no cronograma original enviados para o CNPq, espera-se ainda a publicação de mais artigos científicos em revistas relevantes na área em que esse projeto se insere.