

## **Relatório Final de Atividades**

### **Desenvolvimento de sensores e atuadores biomédicos vinculado ao projeto Desenvolvimento e Caracterização de Biossensores Baseados em Filmes de Polímeros Conjugados para Aplicação Diagnóstica em Saúde Pública**

**Nichollas Pavloski**

**Bolsista CNPq**

**Técnico Integrado em Eletrônica**

**Data de ingresso no programa: 04/2017**

**Profº. Drº. Fábio Kurt Schneider**

Área do Conhecimento: Engenharias

Subárea do Conhecimento: Bioengenharia

*CAMPUS CURITIBA, 2017*

Programa de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio – PIBIC-EM (CNPq)

Campus Curitiba

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Sede Centro - Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças CEP 80230-901 - Curitiba - PR – Brasil

nichollas@alunos.utfpr.edu.br, fabioks@utfpr.edu.br

**Resumo** – Biossensores são pequenos aparelhos que utilizam, como elementos de reconhecimento, componentes biológicos, que são ligados a um sistema de detecção, transdução e amplificação do sinal que é gerado na reação com a substância a ser analisada. A utilização de polímeros em biossensores é uma área bastante estudada e com

a diferente possibilidade de aplicação de polímeros intrinsecamente condutivos surgiu recentemente um interesse admirável em seu desenvolvimento e pesquisa.

**Palavras-chave:** Biossensores, Biossensores poliméricos, Polímeros, Sensores.

**Abstract** – Biosensors are small devices that use, as recognition elements, biological components, which are connected to a system of detection, transduction and amplification of the signal that is generated in the reaction with the substance to be analyzed. The use of polymers in biosensors is a well-studied area and with the different possibility of application of intrinsically conductive polymers has recently arisen an admirable interest in its development and research.

**Keywords** – Biosensors, Polymers, Polymer Biosensors, Sensors.

## INTRODUÇÃO

Os biossensores estudados nesse projeto são utilizados no intuito da saúde pública, como na detecção de vírus e bactérias presentes em alimentos, na água ou até mesmo no ar e detecção e tratamento de doenças. Outros biossensores que são largamente utilizados no cotidiano, não tão abordados nessa pesquisa, são aqueles para prevenção de contaminação e bioterrorismo e monitoramento ambiental. Por serem altamente sensíveis na detecção de substâncias no analito-alvo e seu desenvolvimento é simples, os biossensores apresentam várias vantagens, além de serem prontos para uso e acessíveis. Existem alguns tipos de biossensores como o biossensores eletroquímicos, biossensores termométricos, biossensores ópticos e biossensores piezelétricos.

Para melhor entendimento de biossensores poliméricos, vamos introduzir alguns conceitos sobre os polímeros. Polímeros são macromoléculas compostas por dezenas de milhares de meros, ligadas por ligação covalente. Os meros são a unidade de repetição de uma macromolécula. O monômero é a matéria-prima para a produção de um polímero e dependendo de sua natureza química, do tipo de ligação covalente e do número médio de meros por cadeia, podemos classificar os polímeros em três grandes classes: borrachas, fibras e plásticos. Dependendo do comprimento da molécula, isto é, sua massa molar, as propriedades físicas diferenciam-se entre polímeros de monômeros iguais, e com a larga faixa de valores de massa molar, ocorre grande variação em suas propriedades.

Polímeros conjugados, ou condutores, são materiais orgânicos contendo ligações simples e conjugadas (duplas alternadas) em suas respectivas cadeias. Com a adição de um dopante, formam-se defeitos nos quais os elétrons e as lacunas (portadores de carga) podem mover-se pela cadeia, originando uma estrutura capaz de conduzir eletricidade e com propriedades elétricas, magnéticas e ópticas parecidas com a de metais, diferenciando-se dos polímeros convencionais. A ajustagem dessas propriedades pode ser feita através do nível de dopagem do material, variando a utilização dos polímeros de isolantes à condutores.

Há diversas aplicações com polímeros condutores no ramo de biossensores e uma das mais eficazes delas é a utilização das nanofibras dos polímeros conjugados. Materiais nanoestruturados (apresenta pelo menos uma de suas dimensões menor que 100nm) tem mostrado grande potencial como elemento ativo em sensores e outras aplicações. Nos sensores, devido à área superficial elevada das fibras, pode haver maior na área de interação do sensor com o analito-alvo, detectando mais precisamente quaisquer variações desse analito. A utilização de polímeros conjugados mostra a diversidade e vantagens e por esse motivo esses materiais são boas opções como intermediários nos processos de interação e transdução.

Apesar dos estudos focados em biossensores poliméricos, este projeto, iniciado em abril de 2017, visou a introdução a circuitos de aplicação biomédica, porém sem a utilização dos polímeros conjugados. Um circuito de grande utilidade em aplicações de dosagem de uso

descentralizado é um monitoramento e quantificação de gotas (e.g., aplicação de soros com medicamentos).

## METODOLOGIA

Para a aprendizagem do bolsista foi adotado um método que consistia o entendimento dos conceitos teóricos, como a leitura de alguns artigos científicos e apresentação e visualização de seminários de um determinado assunto e com o conhecimento adquirido executar a aplicação em algum projeto. Cada aluno teve seu próprio projeto para executar, alguns independentes, apenas para a aprendizagem, e outros para a aplicação em um projeto maior, todos eles instruídos pelo orientador do respectivo participante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi desenvolvido um protótipo de conta-gotas eletrônico utilizando o microcontrolador ATMEGA328 em uma plataforma de desenvolvimento denominada Arduino UNO. No circuito foi utilizado um resistor dependente de luz (LDR - *light dependent resistor*) para monitorar a passagem de gotas.

O projeto consiste em projetar a luz de um diodo emissor de luz (LED - *light emitter diode*) de alto brilho contra o LDR e este, com um divisor de tensão, ligado na entrada analógica do ATMEGA328 realiza a quantificação de luz. Entre a luz emitida e o resistor dependente de luz passariam as gotas a serem contadas, conforme mostra a figura 1, causando uma variação de luminosidade e, então, marcando em um contador inicialmente validado usando a comunicação serial do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) utilizado.

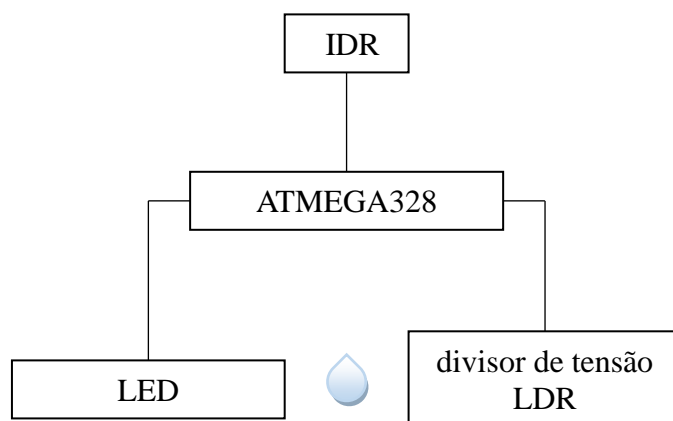


Figura 1. Sistema de detecção das gotas.

O conta-gotas eletrônico apresentou, de forma funcional, a contagem da vazão de gotas por minuto de alguns testes genéricos, como mostra a figura 2.

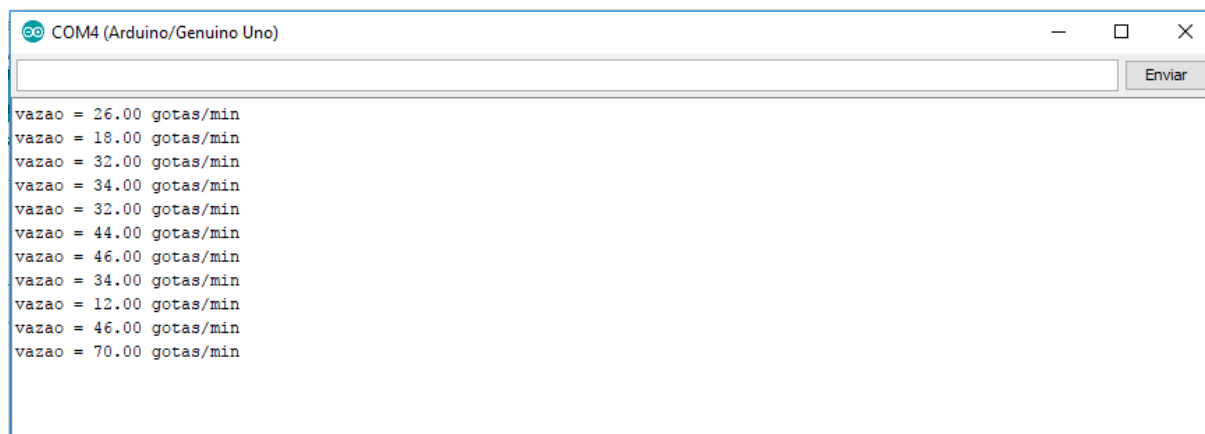


Figura 2. Captura de tela do monitor serial da plataforma Arduino apresentando o número de gotas por minuto.

## CONCLUSÕES

Em relação ao projeto, testes iniciais indicam que o protótipo com melhorias que compensem a variação local de luminosidade poderia ser utilizado para a adequada aplicação em ambiente clínico descentralizado (e.g., leito hospitalar, clínicas, ...). O objetivo do projeto é apenas a contagem das gotas em algum aparelho, sem a monitoração, então para otimizá-lo ainda mais necessita-se de um circuito feito para o controle da vazão das gotas de acordo com o que for preciso. Também foi observado que gotas incolores, como alguns soros, a leitura pode ficar mais limitada e algumas não são identificadas pelo sistema criado com o LDR. Uma opção é adicionar algo que deixe a substância com cor opaca e não interfira quimicamente, assim o sistema consegue reconhecer a passagem da gota.

Com a leitura de vários artigos científicos o bolsista adquiriu conhecimento e pôde perceber a importância dos biossensores na área da bioengenharia, dispositivos muito usados na monitoração e identificação de doenças na saúde e meio ambiente.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Prof.º Dr.º Fábio Kurt Schneider pela oportunidade de participação dessa experiência no programa.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

E agradeço por todos os colegas de classe envolvidos pela ajuda e suporte nessa experiência.

## REFERÊNCIAS

- [1] CALIL, Simone Saad; SILVA, Paulo Roberto Queiroz. Biossensores: estrutura, funcionamento e aplicabilidade. Brasília - Distrito Federal. 2011.  
<<http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/6mostra/artigos/SAUDE/SIMONE%20SAAD%20CALIL%20PAULO%20ROBERTO%20QUEIROZ.pdf>>. Acesso em: 30 julho 2017.

- [2] ZOPPI, Rita Aparecida; PAOLI, Marco A. APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE POLÍMERO INTRINSECAMENTE CONDUTORES: PERSPECTATIVAS ATUAIS. Campinas - São Paulo. 1992.  
<[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol16No6\\_560\\_v16\\_n6\\_%2811%29.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol16No6_560_v16_n6_%2811%29.pdf)>. Acesso em: 30 julho 2017.
- [3] MEDEIROS, E. S.; OLIVEIRA, J. E.; CONSOLIN-FILHO, N.; PATERNO, L. G.; MATTOSO, L. H. C. Uso de Polímeros Condutores em Sensores. Parte 1: Introdução aos Polímeros Condutores. São Carlos - São Paulo. 2012. <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/310/250>>. Acesso em: 30 julho 2017.
- [4] OLIVEIRA, J. E.; CONSOLIN-FILHO, N.; PATERNO, L. G.; MATTOSO, L. H. C.; MEDEIROS, E. S. Uso de Polímeros Condutores em Sensores. Parte 3: Biossensores. São Carlos - São Paulo. 2013. <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/327/269>>. Acesso em: 30 julho 2017.