

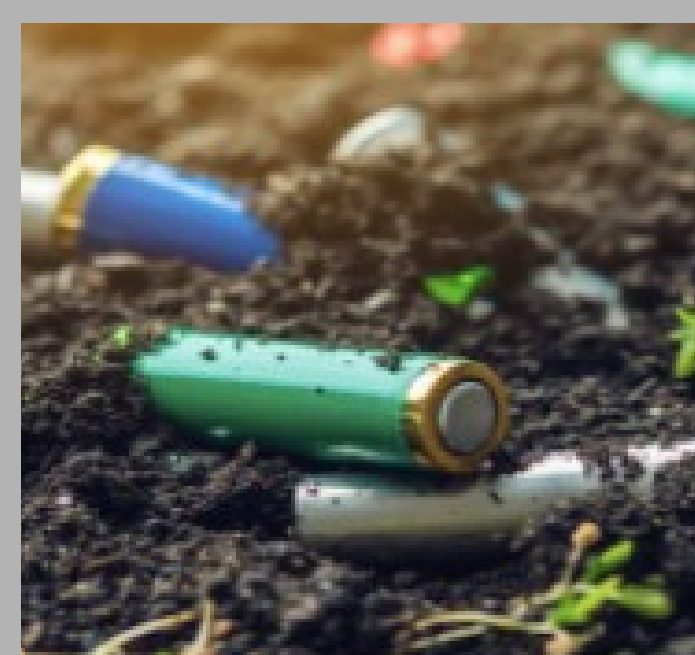
# SEEBECK-WATCH: DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO NANOTECNOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS PARA RELÓGIOS DE PULSO ATRAVÉS DA DIFERENÇA DE TEMPERATURA

VINÍCIUS RIBEIRO DE MORAES (1); MICHAEL DOUGLAS DA SILVA SANTOS (2); RENATA ANTOUN SIMÃO (3)

(1) Aluno – Matriz Educação Campo Grande; (2) Professor Orientador – Matriz Educação; (3) Professor Co-Orientador – Departamento de Eng. Metalúrgica e de Materiais - COPPE/POLI UFRJ

## PROBLEMA E INTRODUÇÃO

De acordo com a Ciclo Vivo, 1% de todo lixo presente no meio ambiente é oriundo de baterias presentes nele, as quais o poluem e causam inúmeros danos na cadeia ecológica humana e animal. Apesar do problema já ter sido reconhecido pela ABNT, a partir da NBR 10.004, 82% das pessoas ao redor do mundo as descartam no lixo comum, que pode contaminar até



1 metro quadrado a partir do ponto de descarte.meio ambiente. Fonte: (VS, 2020)

Assim, encontrou-se em nanotecnologia uma solução para esta problemática. Filmes finos termelétricos, estruturas na escala de nanômetros, são capazes de aproveitar a diferença de temperatura entre duas extremidades e gerar tensão suficiente para manter os relógios de pulso funcionando plenamente (GONÇALVES, 2008). Ainda, estes filmes reduzem enormemente o consumo de semicondutores como Telureto de Bismuto e suas ligas que são amplamente utilizadas em aplicações termelétricas (VIGIA, 2012).

## OBJETIVOS

### GERAL

Elaborar um sistema para relógios capaz de aproveitar a diferença de temperatura entre o pulso humano e o meio externo, a partir da utilização de filmes finos termoeletrônicos em formato de pulseira e um circuito eletrônico.

### ESPECÍFICOS

- Garantir a aplicabilidade do filme fino termoeletrônico no pulso humano a partir da flexibilização;
- Obter potenciais resultados das propriedades intrínsecas ao filme fino que permitam o funcionamento do sistema com uma baixa diferença de temperatura;
- Garantir que o circuito seja capaz de oferecer carga por um determinado tempo, caso a diferença de temperatura seja baixa, por meio de uma bateria recarregável;

## METODOLOGIA

### Sistema termoeletrônico

#### Filme fino termoeletrônico

Escolha dos materiais e técnicas

Condições de preparação do filme fino

Deposições independentes dos semicondutores

Preparação do protótipo do filme fino termelétrico

Análises elétricas, químicas, morfológicas e térmicas, mecânicas

#### Circuito eletrônico

Escolha dos materiais e técnicas

Testes do circuito eletrônico na Protoboard

Montagem em PCB

Prototipação em PCB

Testes no protótipo final em PCB

Eficiência com o filme fino termelétrico

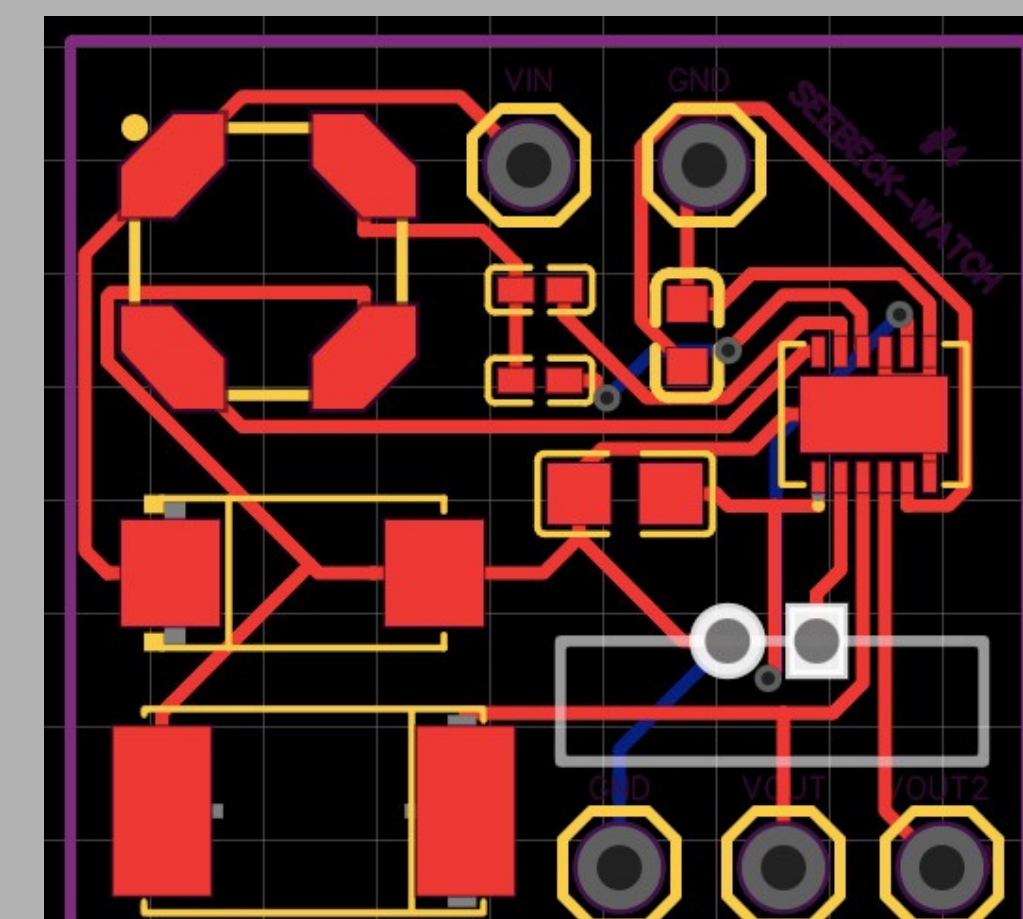
Análise de custo



Semicondutores P e N em pó. Fonte: arquivo pessoal

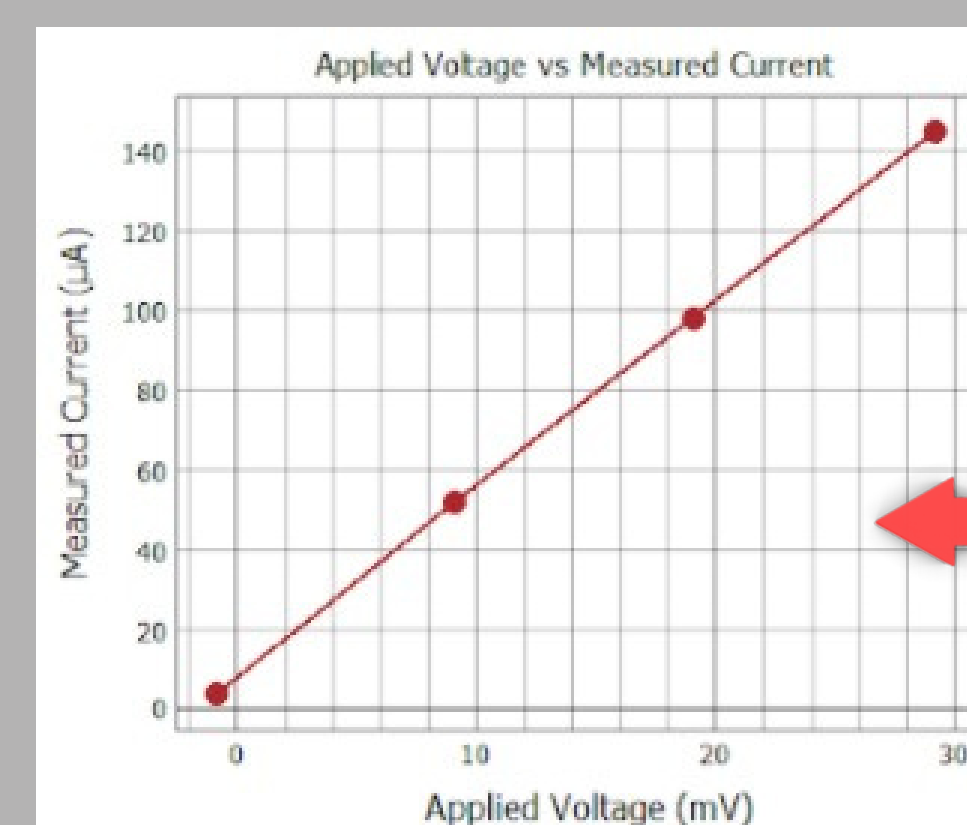


Câmara térmica para deposição. Fonte: arquivo pessoal

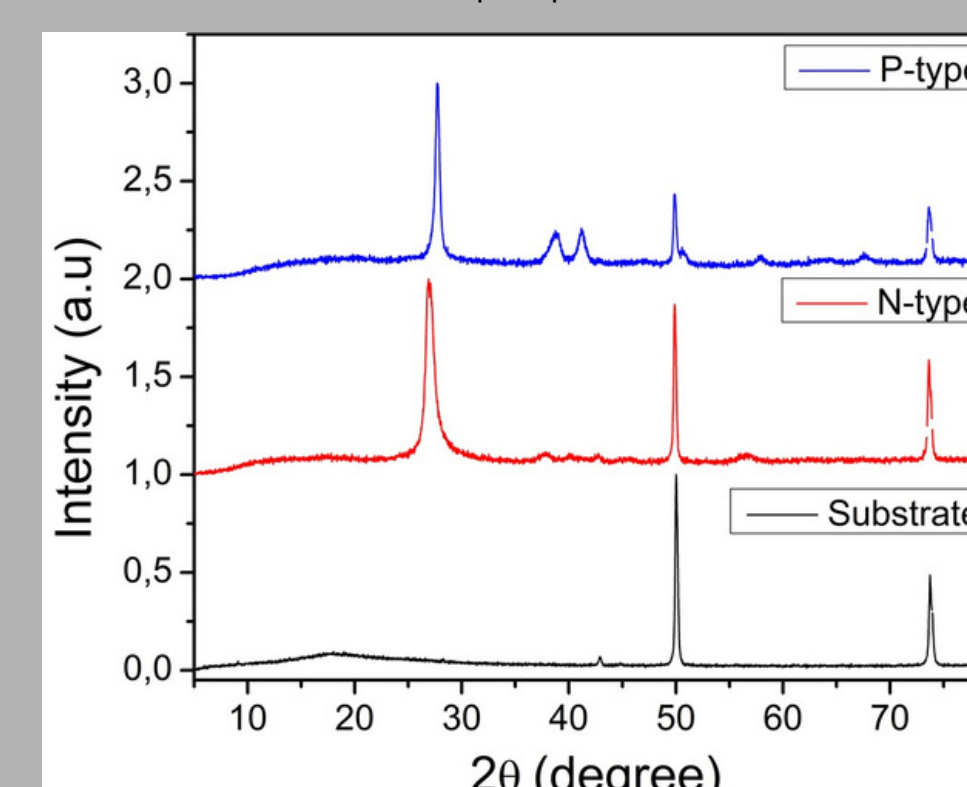


Esquemático eletrônico do circuito. Fonte: arquivo pessoal

## RESULTADOS

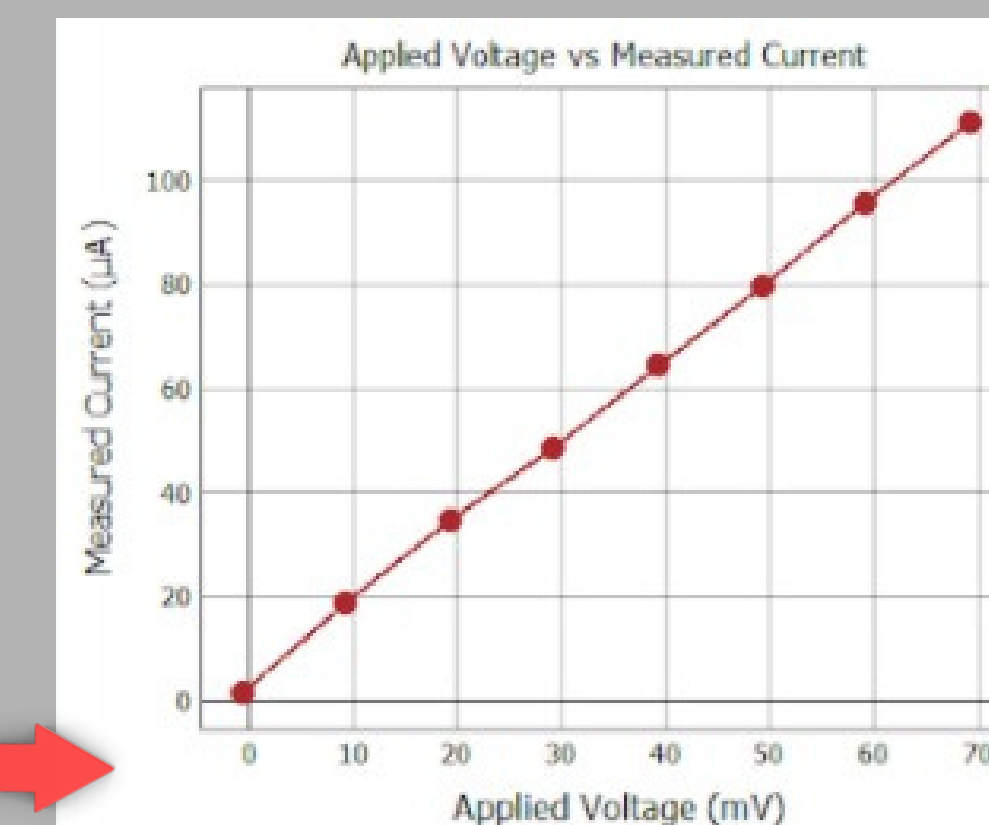


Condutividade elétrica do Semicondutor P. Fonte: arquivo pessoal



Análise XRD - Fonte: arquivo pessoal

Condutividade elétrica mensurada na ponta de 4 provas  
Semicondutor P (110 nm)  
79.12 KS/m  
Semicondutor N (125 nm)  
24.98 KS/m



Condutividade elétrica do Semicondutor N. Fonte: arquivo pessoal

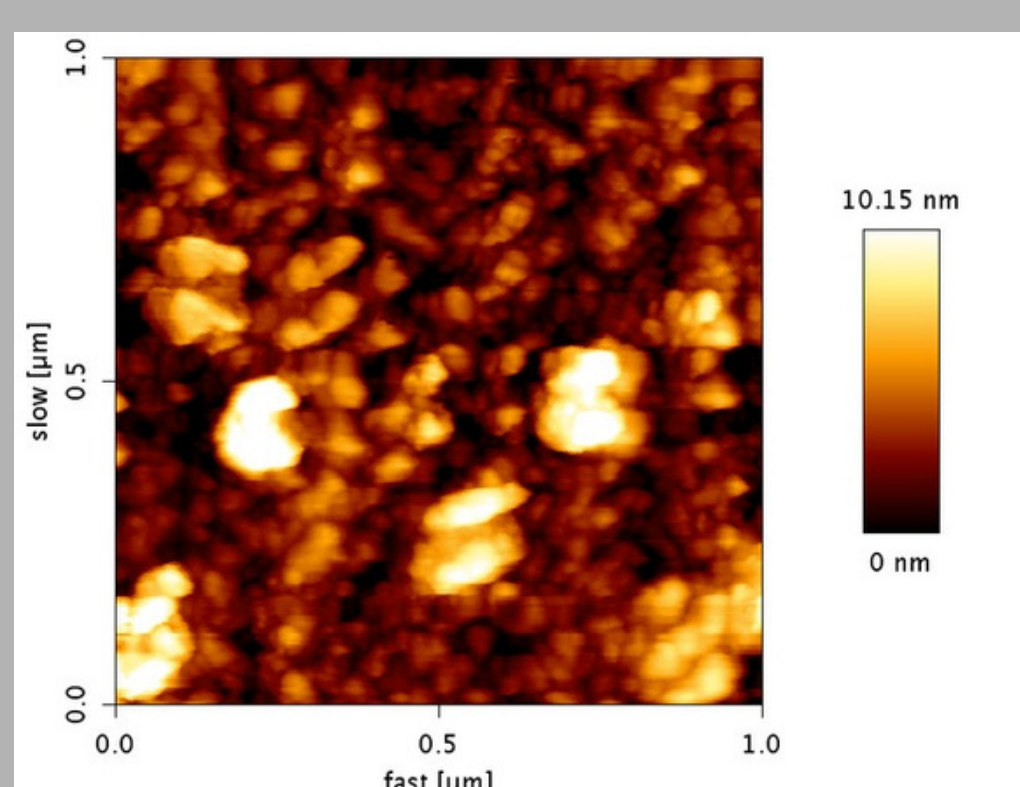


Imagem de altura/rugosidade. Fonte: arquivo pessoal

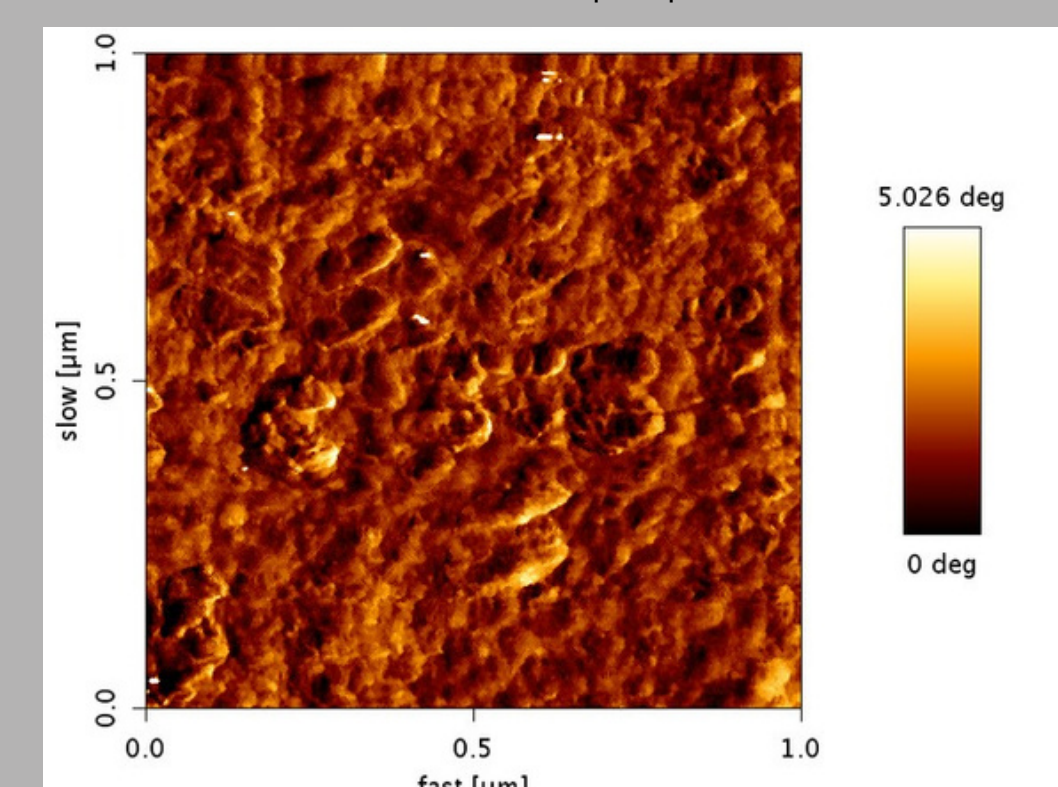
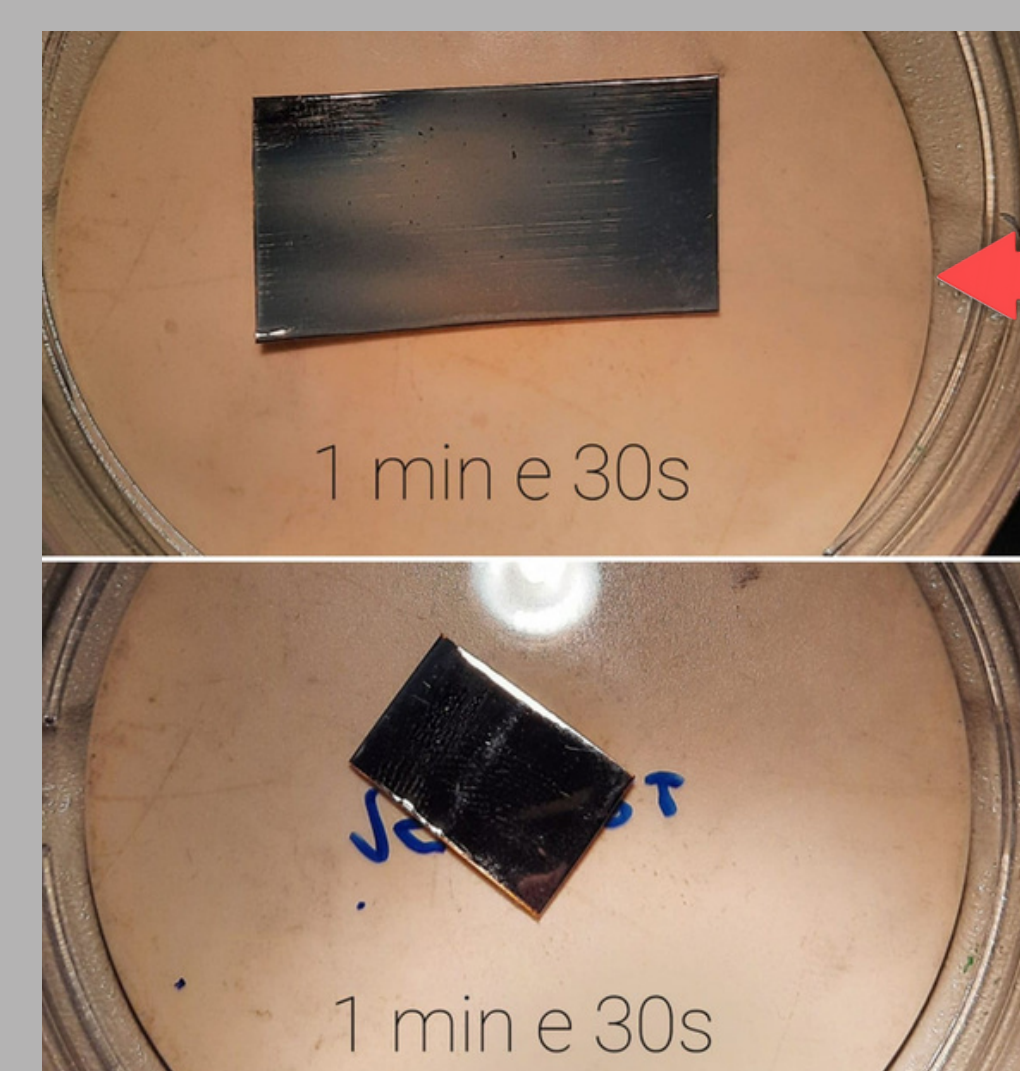


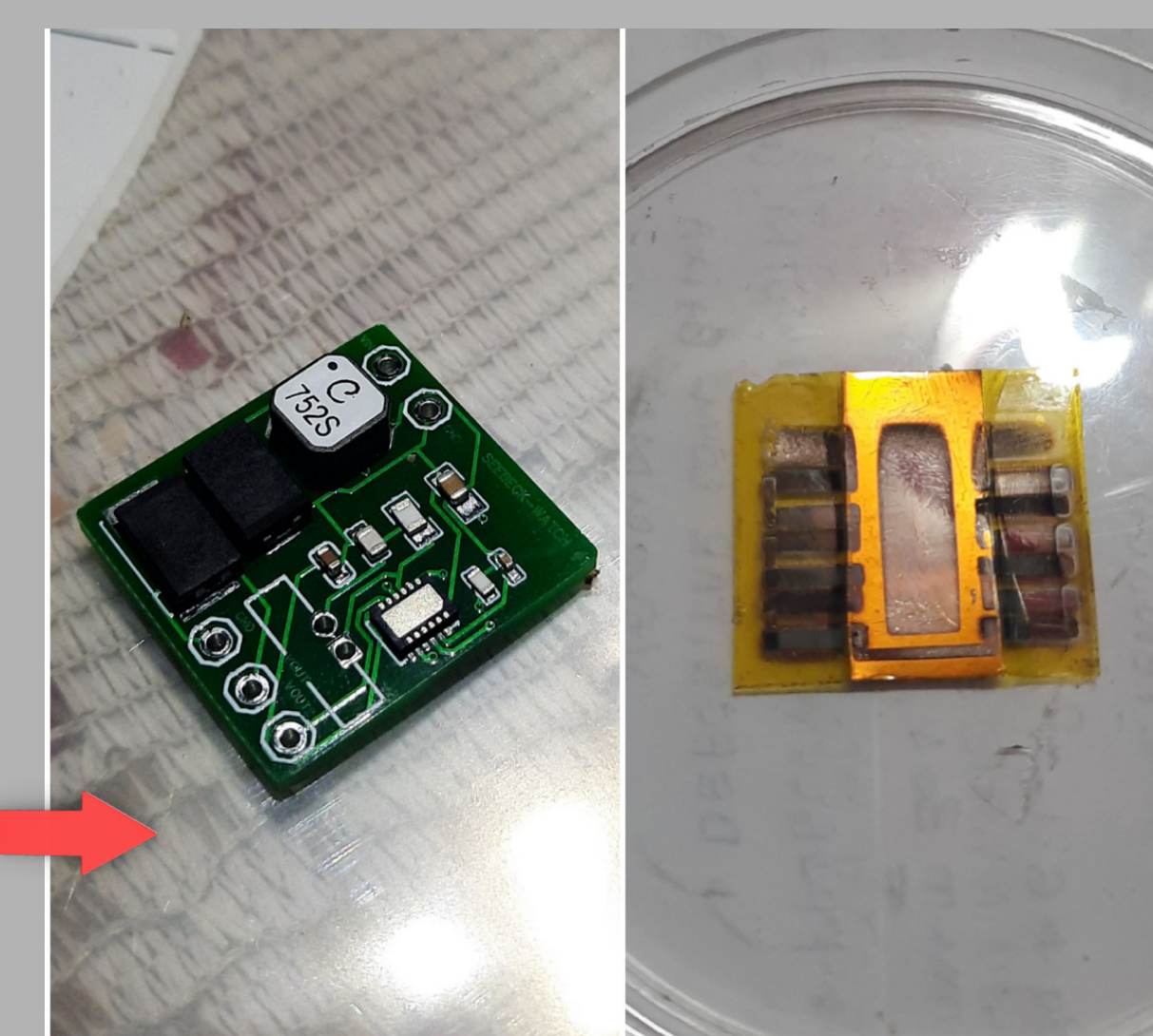
Imagem de fase AFM - Fonte: arquivo pessoal



Filmes finos termoeletrônicos tipo P e N - 1 min e 30s. Fonte: arquivo pessoal

Adesão e resistividade mecânica do filme fino termoeletrônico excelente

Protótipo final do filme fino termelétrico e do microcircuito eletrônico



Protótipo final do sistema sustentável Fonte: arquivo pessoal

## CONCLUSÃO

Com posse dos métodos escolhidos, verificou-se o funcionamento pleno do microcircuito eletrônico, comparando-se a operação de um relógio de pulso, a partir da obtenção de 5.3V e 4.1 mA.Com o protótipo do filme fino termelétrico, o resultado das propriedades intrínsecas e resultados mecânicos possibilitou a aplicação deste no pulso humano, tendo-se, até mesmo, condutividade elétrica 32% maior do que já encontradas previamente, além de sua vida útil mensurada para utilização ao longo de toda a vida. Finalmente, o custo do sistema sustentável elaborado ficou em R\$91,06, sendo cerca de 10 a 40 vezes menor que as aplicações já implementadas em macro escala.

## REFERÊNCIAS

- TAKASHIRI, M. et al. Effect of grain size on thermoelectric properties of n-type nanocrystalline bismuth-telluride based thin films. Journal of Applied Physics, v. 104, n. 8, p. 084302, 2008.
- TAKASHIRI, Masayuki; TANAKA, Saburo; MIYAZAKI, Koji. Improved thermoelectric performance of highly-oriented nanocrystalline bismuth antimony telluride thin films. Thin Solid Films, v. 519, n. 2, p. 619-624, 2010.
- Gonçalves, L. M. (2008). Microsistema termoeletrônico baseado em teluretos de bismuto e antimônio.