

DISPOSITIVO ELETRÔNICO PARA TRATAMENTO DE LESÕES SOFRIDAS POR IMPACTO UTILIZANDO CÉLULA DE PELTIER

*Antônio César de Souza Rocha¹; Victor Hugo Sijanas Mendes²;
Vinícius dos Santos Ribeiro³; Edson Anício Duarte⁴*

¹Instituto Federal de São Paulo, Campinas, Brasil
antoniocesarrocha89@gmail.com

²Instituto Federal de São Paulo, Campinas, Brasil
hugoo.victorrh@gmail.com

³Instituto Federal de São Paulo, Campinas, Brasil
vico.sribeiro@gmail.com

⁴Instituto Federal de São Paulo, Campinas, Brasil
edson.a.duarte@uol.com

RESUMO

A prática de atividades físicas traz benefícios à saúde, porém existem riscos inerentes a sua prática como as lesões de impacto. Como atendimento imediato às lesões, sugere-se a crioterapia, ou seja, o resfriamento do local lesionado a fim de reduzir o processo inflamatório; no entanto, muitas vezes, esse processo é dificultado devido a falta do acesso ao gelo, ocasionada pela infraestrutura do ambiente. No Brasil, deficiências estruturais estão presentes nas mais de 181,9 mil escolas, as quais submetem seus alunos à inúmeras atividades físicas em razão da obrigatoriedade da disciplina de educação física. Assim sendo, esse projeto atenderá a essa demanda real, fornecendo um equipamento capaz de refrigerar uma bolsa d'água em substituição ao gelo para realizar o tratamento das lesões. O dispositivo utiliza a célula de Peltier para resfriar a água em um sistema de circulação de água fechado. Além disso, compõe-se de sensores, microcontrolador, bomba d'água e uma bolsa térmica que auxiliam esse processo de resfriamento e, conseqüentemente, garantem que o protótipo se encontre operacional a ponto de disponibilizar a crioterapia durante as atividades físicas. Logo, conclui-se que a problemática abordada pode ser solucionada com o uso de um componente comercial de fácil aquisição, a Célula de Peltier.

Palavras-chave: Lesões de impacto; Crioterapia; Educação física; Célula de Peltier.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Inep [1], atualmente no Brasil, existem aproximadamente 181,9 mil escolas de educação básica distribuídas por todo o país. Essas instituições são responsáveis pela educação de mais de 48,5 milhões de jovens brasileiros, os quais mesmo educados em escolas públicas ou privadas, compartilham das mesmas leis encarregadas de estabelecer as diretrizes e bases da educação nacional.

Dentre essas leis, destaca-se o art. (Artigo) 1º da Lei nº 10.793, de 1 de dezembro de 2003:

Art. 1º A educação física, integrada à proposta pedagógica da escola, é componente curricular obrigatório da educação básica, sendo sua prática facultativa ao aluno: I – que cumpra jornada de trabalho igual ou superior a seis horas; II – maior de trinta anos de idade; III – que estiver prestando serviço militar inicial ou que, em situação similar, estiver obrigado à prática da educação física; IV – amparado pelo Decreto-Lei no 1.044, de 21 de outubro de 1969; V – (VETADO); VI – que tenha prole [2].

A obrigatoriedade da disciplina de educação física impõe aos mais de 48,5 milhões de estudantes brasileiros a prática de atividades físicas responsáveis por introduzir os alunos a cultura corporal do movimento, formando cidadãos capazes de produzi-la, reproduzi-la e transformá-la de modo a tornarem-se aptos a usufruir dos jogos, dos esportes, das danças, das lutas e das ginásticas em benefício do exercício crítico da cidadania e da melhoria da qualidade de vida [3].

Na maioria das vezes, a prática obrigatória das atividades físicas propostas pelos professores sugere o contato físico entre os alunos participantes. Contato que, dependendo de diversos fatores (como, por exemplo, modalidade esportiva, qualidade dos acessórios necessários para a prática, aptidão e estrutura física dos alunos etc.), pode provocar

acidentes desde os mais simples, como lesões musculares, até os mais graves, como a fratura de uma estrutura óssea.

Geralmente, as lesões ocasionadas a partir das interações físicas entre os discentes são mais simples e, normalmente, denominadas como contusões (lesões musculares etc.). As contusões são tratadas de imediato com a aplicação de gelo no local lesionado a fim de limitar a extensão da lesão e reduzir o inchaço e a dor. No entanto, esse tratamento imediato e essencial pode, muitas vezes, ser dificultado devido à falta do acesso ao gelo, ocasionada ou por razões estruturais ou econômicas da instituição correspondente.

À vista disso, há inúmeros estudos que coletam dados e os analisam a fim de entender as principais circunstâncias que induzem a ocorrência desses acidentes, sugerindo ações para evitar a ocorrência dos mesmos. Entretanto, não se observa a mesma preocupação em relação ao desenvolvimento de pesquisas voltadas para a solução dos empecilhos (como, por exemplo, a falta de gelo) encontrados ao longo do processo de tratamento imediato da lesão.

Sendo assim, desenvolveu-se um equipamento portátil de baixo custo capaz de oferecer o tratamento imediato às lesões que respondam ao tratamento com bolsa térmica. Para isso, este projeto sugeriu a utilização de uma célula de Peltier para estabelecer o resfriamento da água em meio a um sistema de circulação fechado com bolsa d'água. Vale destacar a presença de uma placa microcontroladora responsável por monitorar todo o equipamento.

2 METODOLOGIA

Para constituir o sistema de refrigeração da água, seleciona-se as possibilidades de resfriamento e aquecimento disponibilizadas pelo efeito de Peltier sintetizado pela pastilha termoelétrica denominada “Célula de Peltier” (sanduíche de placas de cerâmica recheado com pequenos cubos de Bi₂Te₃ - Telureto de Bismuto). A escolha justifica-se por essa pastilha ser um componente de baixo custo quando comparado a outros equipamentos

(como, por exemplo, os compressores) e por apresentar uma eficiência teórica condizente à necessidade em questão.

A célula de Peltier, quando alimentada, apresenta a circulação de uma corrente elétrica entre seus terminais, causando o resfriamento de um lado da célula em contraposição ao aquecimento do outro. Caso o sentido da corrente seja invertido, altera-se os lados de aquecimento e resfriamento. Além disso, a célula pode ser alimentada com uma tensão de até 14,4 V e com uma corrente de até 6,4 A, promovendo assim uma variação na temperatura de até 66 °C em alguns minutos; garantindo ao equipamento uma vantagem sobre os sistemas de fabricação de gelo, os quais além de possuírem um custo elevado, necessitam de estar em funcionamento pelo menos oito horas antes das atividades físicas.

A adoção da célula de Peltier como componente principal do dispositivo disponibiliza, então, a etapa de construção do protótipo. A proposta para o protótipo é ter um sistema de circulação de água fechada refrigerado pela célula de Peltier e regulado por um microcontrolador associado a um sensor de temperatura. Será utilizada uma bolsa d'água que irá ser adaptada a uma braçadeira similar a utilizada em aparelhos de medição de pressão arterial. Assim, conseguir-se-á adaptar de forma mais adequada e ergonômica a bolsa d'água gelada ao local da lesão, iniciando assim o seu tratamento como o observado na Figura 1.

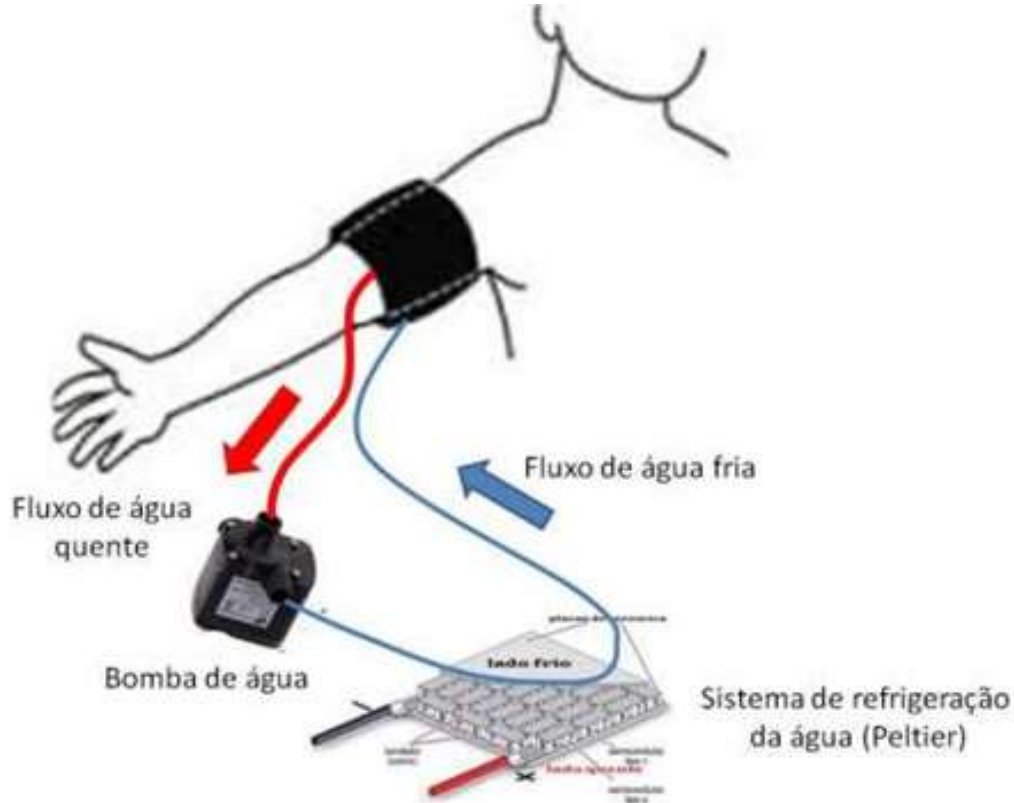


Figura 1 - Esquema de funcionamento do dispositivo
Fonte: Modificado de <http://estacaodofriorefrigeracao.blogspot.com.br>

A etapa de desenvolvimento do protótipo será acompanhada pela confecção de diversos materiais complementares auxiliares. Entre os quais, destacam-se: o diagrama de blocos, a lista de materiais, a programação da plataforma de prototipagem “Arduino” e as simulações de hardware no software “Proteus”.

2.1 DIAGRAMA DE BLOCOS

A partir da elaboração de um diagrama de blocos, poder-se-á esquematizar o fluxo de informações e energização entre os inúmeros componentes que constituirão o dispositivo, como observado na Figura 2.

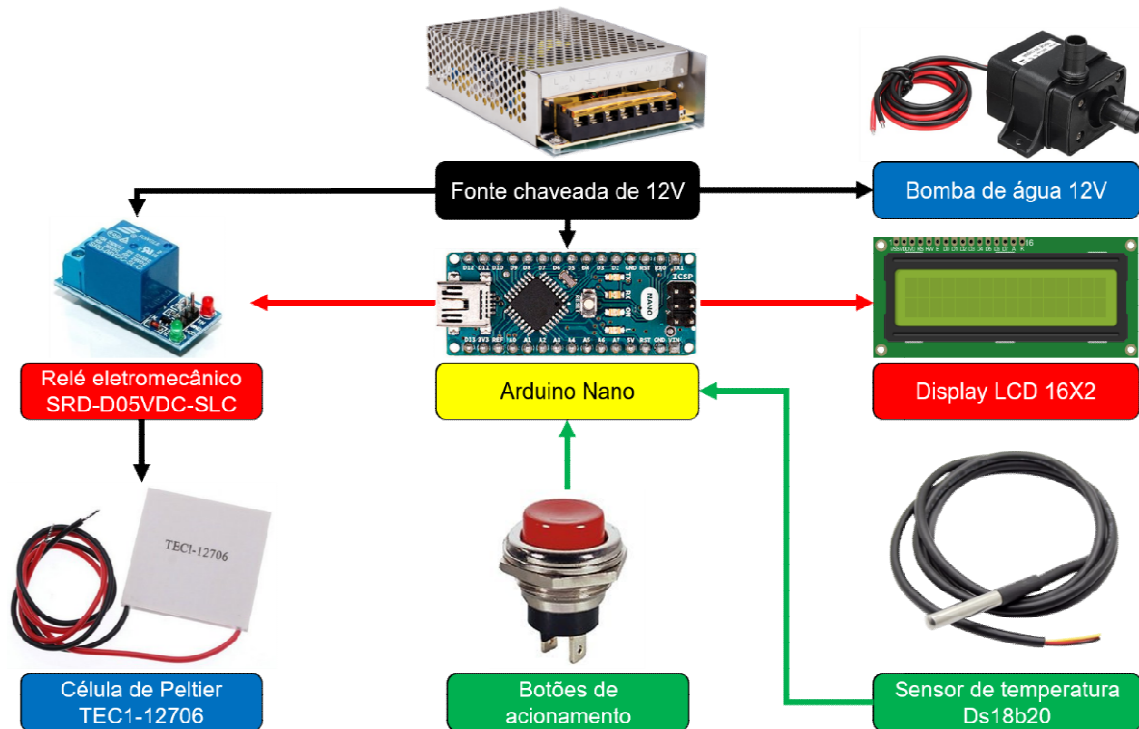


Figura 2 - Diagrama de blocos

Na Figura 2, os blocos e setas de cor preta e azul representam, respectivamente, as fontes de alimentação e os componentes que são energizados, mas não se comunicam com a placa microcontroladora (“Arduino Nano”). Já os blocos e setas de cor vermelha e verde correspondem aos componentes que estabelecem uma comunicação com o microcontrolador, sendo, mais especificamente, os atuadores representados pela cor vermelha e os sensores pela cor verde.

2.2 LISTA DE MATERIAIS

Os nomes, códigos e preços dos componentes eletrônicos, que serão utilizados para o desenvolvimento do dispositivo, serão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de materiais

Material	Código	Loja	Qtd.	Preço	Total
Bomba d'água	12V	Blumaro	1	R\$40,00	R\$40,00
Célula de Peltier*	TEC1-12706	Mercado livre	1	R\$100,00	R\$100,00
Display LCD	16x2	Eletrogate	1	R\$18,00	R\$18,00
Fonte chaveada	12V/5A	Americanas	1	R\$20,00	R\$20,00
Placa microcontroladora	Arduino Nano	Loja da robótica	1	R\$20,00	R\$20,00
Relé eletromecânico	SRD-D05VDC-SLC	Eletrogate	1	R\$10,00	R\$10,00
Sensor de temperatura	Ds18b20	Americanas	1	R\$10,00	R\$10,00
Miscelâneas	X	X	X	R\$30,00	R\$30,00
*Kit termoeletrico de desumidificação de ar com célula de Peltier				Total:	R\$248,00

2.3 PROGRAMAÇÃO

O dispositivo será controlado por uma placa microcontroladora denominada “Arduino Nano”, a qual consiste em uma plataforma de prototipagem utilizada para a automação de aparelhos eletrônicos. A linguagem de programação dessa placa é uma mistura das linguagens C e C++.

Com o algoritmo que será desenvolvido, o Arduino será responsável por ativar ou desativar a célula de Peltier através de um relé eletromecânico e dois botões, além de receber as informações do sensor de temperatura e repassá-las para o display constantemente. O recebimento adequado dos dados ocasionará na escrita das seguintes informações no display: “Temperatura:” e o valor numérico da temperatura da água em graus Celsius (como, por exemplo, “12.00°C”). Por outro lado, o recebimento incorreto dos dados (ou seja, o recebimento do valor “-127.00°C”) resultará na escrita das seguintes informações no display: “Erro!” e “Falha na leitura”.

2.4 HARDWARE

O circuito do dispositivo será, antes de qualquer montagem física, testado em âmbitos teóricos, como observado na Figura 3. O teste se dará por meio de um software de simulação de circuitos denominado “Proteus”, abordando a interação entre os componentes (entre os quais, vale destacar o kit termoeletrico de desumidificação de ar com célula de

Peltier que se encontra representado por uma lâmpada de 12V) e seus respectivos controles periféricos.

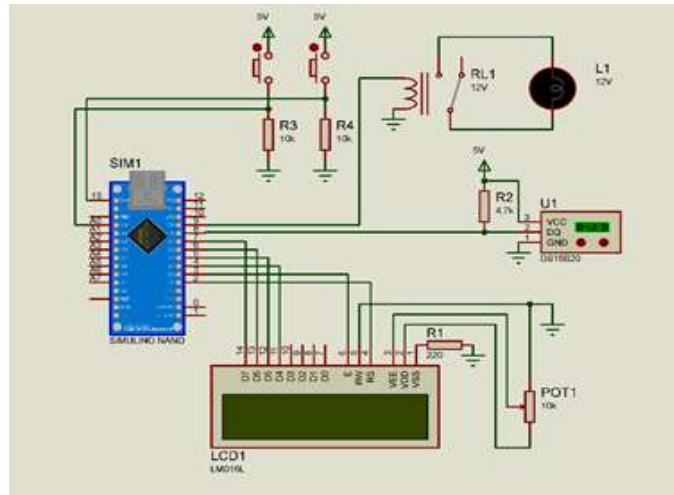


Figura 3 - Esquema elétrico

3 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Com o término dos procedimentos metodológicos, obteve-se um dispositivo eletrônico robusto que se constitui de apenas uma célula de Peltier e caracteriza-se por ter seus componentes armazenados em uma caixa de MDF feita sob medida na máquina de corte a laser “China Zone”, selada e envernizada, como observado na Figura 4.

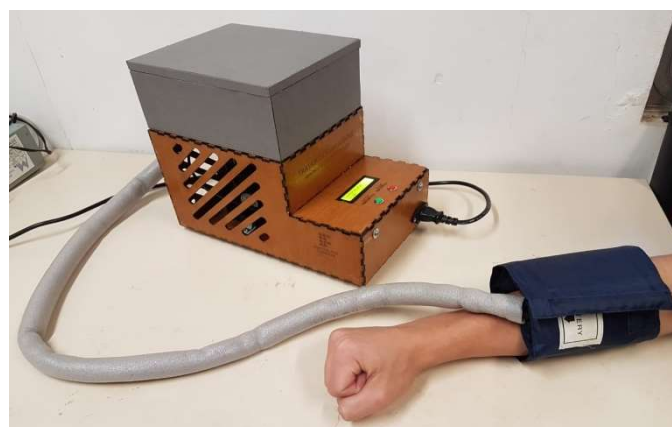


Figura 4 - Protótipo operacional e em fase de testes

Adotando-se das definições de Sandoval et al. [4] que afirmam que, para a promoção adequada da crioterapia, a temperatura de contato entre a bolsa d'água e a região lesionada deve estar entre 0°C e 3°C; não se pode classificar o protótipo da Figura 4 como funcional do ponto de vista médico, visto que os testes de refrigeração realizados com o dispositivo demonstraram uma redução máxima de 17°C na temperatura da água que, inicialmente, encontrava-se a 25°C.

Entretanto, testes anteriores com o protótipo equipado com duas células de Peltier demonstraram uma redução máxima de 25°C na temperatura da água que, inicialmente, encontrava-se a 25°C, como observado na Figura 5. Logo, percebe-se que a potência do sistema de refrigeração do equipamento é diretamente proporcional ao número de pastilhas utilizadas, garantindo que, com duas delas por exemplo, ele atinja a funcionalidade tanto do ponto de vista elétrico quando do ponto de vista médico.

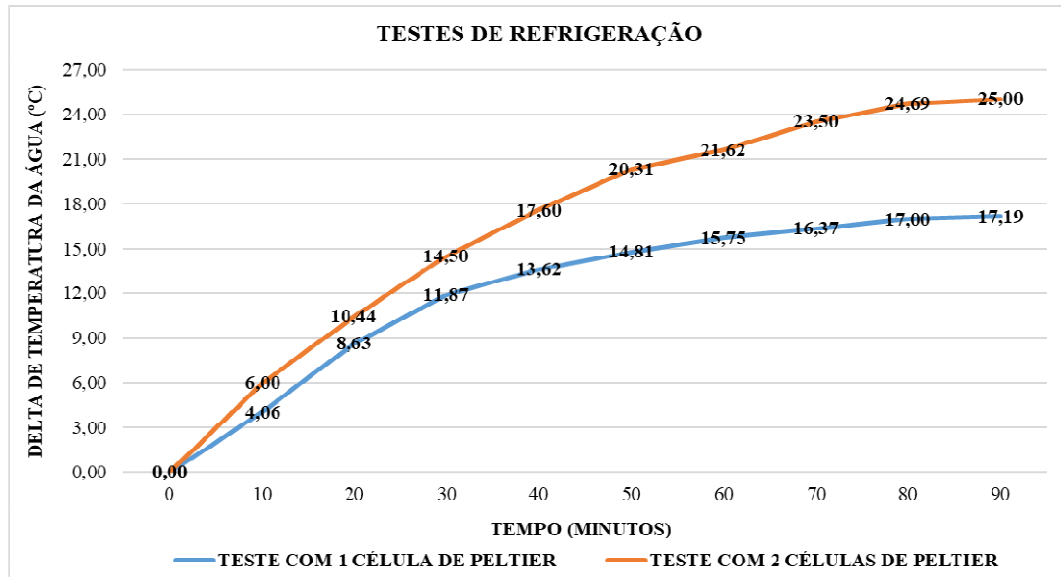


Figura 5 – Gráfico de comparação entre os testes de refrigeração

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados obtidos, pode-se concluir que é possível desenvolver um dispositivo eletrônico que seja capaz de reduzir a temperatura da região lesionada a fim de

auxiliar a recuperação da pessoa afetada nas práticas de educação física por meio da crioterapia, ou melhor, possibilitar o tratamento imediato às lesões de impacto com o uso de um componente comercial de fácil aquisição, a célula de Peltier.

No entanto, é de extrema importância ressaltar que, para que as considerações anteriores sejam válidas, o dispositivo eletrônico deve ser constituído de, no mínimo, duas células de Peltier de código “TEC1-12706”.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo Escolar 2018**. Brasília: MEC, p. 9, 2019.
- [2] BRASIL. **Lei nº 10.793, de 1 de dezembro de 2003**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1 dez. 2003.
- [3] _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física**. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília: MEC, p. 144, 1998.
- [4] SANDOVAL, Renato Alves; MAZZARES, Alan Sérgio; OLIVEIRA, Gilvaneide Dantas de. **Crioterapia nas Lesões Ortopédicas: Revisão**. EFDeportes, Buenos Aires, n. 81, 2005.