

IFSP – INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO – CAMPUS CAMPINAS
CURSO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA

ANTÔNIO CÉSAR DE SOUZA ROCHA
VICTOR HUGO SIJANAS MENDES
VINÍCIUS DOS SANTOS RIBEIRO

**DISPOSITIVO MICROCONTROLADO COM CÉLULAS DE PELTIER
PARA O TRATAMENTO DA DISMENORREIA PRIMÁRIA
ATRAVÉS DA TERMOTERAPIA**

CAMPINAS
2021

ANTÔNIO CÉSAR DE SOUZA ROCHA
VICTOR HUGO SIJANAS MENDES
VINÍCIUS DOS SANTOS RIBEIRO

**DISPOSITIVO MICROCONTROLADO COM CÉLULAS DE PELTIER
PARA O TRATAMENTO DA DISMENORREIA PRIMÁRIA
ATRAVÉS DA TERMOTERAPIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de São
Paulo – Campus Campinas. Instituição de
Ensino Técnico e Superior localizada na Rua
Heitor Lacerda Guedes, 1000 – Cidade
Satélite Íris, Campinas – SP.

Orientador: Prof. Edson Anício Duarte
Coorientador: Prof. João Alexandre Bortoloti

CAMPINAS
2021

RESUMO

Ao longo da vida, as mulheres atravessam períodos cíclicos de 28 dias de alterações fisiológicas destinadas à fecundação e à reprodução, denominados como “ciclos menstruais”. Apesar de representarem mudanças naturais do organismo, eles suscitam o desenvolvimento de um quadro clínico doloroso na região pélvica, intitulado como “cólica menstrual”. Esta condição fisiopatológica, se minimizada e, portanto, não prevenida e tratada adequadamente, pode induzir, em um curto prazo, o absenteísmo escolar e profissional e, em longo prazo, uma maior predisposição a dores crônicas, pélvicas e extrapélvicas. À vista disso, desenvolveu-se um dispositivo microcontrolado capaz de aumentar e controlar a temperatura da água em uma bolsa térmica, de modo a auxiliar, diferentemente das bolsas convencionais, a manutenção da temperatura e, desse modo, criar um ambiente confortável para incentivar a realização do tratamento por parte da população feminina. O equipamento é composto por uma célula de Peltier – que é responsável por promover a variação da temperatura da água, e é capaz de aumentar a temperatura da bolsa, dentro de um período de 20 minutos, em 18 °C, alcançando, quando em temperatura ambiente, valores entre 40 e 45° C, indicados para o tratamento da cólica menstrual.

Palavras-chave: Dismenorreia Primária; Termoterapia; Células de Peltier.

ABSTRACT

Throughout their lives, women go through 28-day cyclical periods of physiological changes aimed at fertilization and reproduction, called "menstrual cycles". Despite representing natural changes in the body, they trigger the development of a painful clinical picture in the pelvic region, called "menstrual colic". This pathophysiological condition, if minimized and therefore, not properly prevented and treated, can induce, in the short term, school and professional absenteeism and, in the long term, a greater predisposition to chronic, pelvic and extrapelvic pain. In view of this, a microcontrolled device capable of increasing and controlling the temperature of the water in a thermal bag was developed, to help, unlike conventional bags, maintain the temperature and, thus, create a comfortable environment to encourage treatment by the female population. The equipment is composed of a Peltier cell - which is responsible for promoting the variation of the water temperature and can increase the temperature of the bag, within a period of 20 minutes, by 18 °C, reaching, when at room temperature, values between 40 and 45° C, indicated for the treatment of menstrual colic.

Keywords: Primary Dysmenorrhea; Thermotherapy; Peltier Cells.

ABSTRACTO

A lo largo de su vida, las mujeres atraviesan períodos cíclicos de 28 días de cambios fisiológicos destinados a la fertilización y la reproducción, denominados “ciclos menstruales”. A pesar de representar cambios naturales en el cuerpo, desencadenan el desarrollo de un cuadro clínico doloroso en la región pélvica, llamado “cólico menstrual”. Esta condición fisiopatológica, si se minimiza y, por tanto, no se previene y trata adecuadamente, puede inducir, a corto plazo, el absentismo escolar y profesional y, a largo plazo, una mayor predisposición al dolor crónico, pélvico y extrapélvico. Ante esto, se desarrolló un dispositivo microcontrolado capaz de aumentar y controlar la temperatura del agua en una bolsa térmica, con el fin de ayudar, a diferencia de las bolsas convencionales, a mantener la temperatura y, así, crear un ambiente confortable para favorecer el tratamiento por parte de la población femenina. El equipo está compuesto por una celda Peltier - que se encarga de promover la variación de la temperatura del agua, y es capaz de aumentar la temperatura de la bolsa, en un plazo de 20 minutos, en 18 °C, alcanzando, cuando está a temperatura ambiente, valores entre 40 y 45° C, indicada para el tratamiento del cólico menstrual.

Palabras Clave: Dismenorrea Primaria; Termoterapia; Células Peltier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de Funcionamento	15
Figura 2 – Organograma	15
Figura 3 – Diagrama de Blocos	17
Figura 4 – Esquema Elétrico	18
Figura 5 – Programação	19
Figura 6 – Matriz SWOT	20
Figura 7 – CANVAS	21
Figura 8 – Circuito do Protótipo	23
Figura 9 – Encapsulamento do Protótipo	23
Figura 10 – Protótipo Robusto e Funcional	24
Figura 11 – Gráfico da Temperatura da Água pelo Tempo	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma	16
Tabela 2 – Lista de Materiais	18

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BRAGANTEC	Feira de Ciência e Tecnologia da Região Bragantina
CONICT	Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Escopo	11
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Justificativa	12
2 METODOLOGIA	14
2.1 Organograma	15
2.2 Cronograma	16
2.3 Diagrama de Blocos	17
2.4 Lista de Materiais	17
2.5 Esquema Elétrico	18
2.6 Programação	19
2.7 Matriz SWOT	20
2.8 CANVAS	21
3 RESULTADOS	23
3.1 Feiras e Congressos Científicos	25
4 CONCLUSÃO	26
4.1 Próximos Passos	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICE A	29

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da vida, milhares de mulheres, presentes em diversas regiões do Brasil e do mundo, enfrentam inúmeras alterações fisiológicas destinadas à fecundação e, posteriormente, à reprodução. Este conjunto de mudanças, segundo a ABCMED (2012), é denominado como “ciclo menstrual” e, comumente, ocorre de modo cíclico, a cada 28 dias – podendo apresentar variações de até 8 dias.

Neste período, de modo geral, os óvulos atravessam um período de amadurecimento dentro dos ovários femininos. Após a conclusão deste processo, um deles é liberto e, então, capturado pelas trompas de Falópio. Por meio desta estrutura, ele segue em direção ao útero, aguardando a fecundação a partir de um gameta masculino. Caso isso ocorra, ele se fixará ao útero e dará início à gravidez. Caso contrário, ele será eliminado, junto com o reservatório interno do útero, pela menstruação, dando início a um novo ciclo – como explicado pela ABCMED (2012).

Estes acontecimentos biológicos, apesar de serem naturais, estarem presentes em grande parte das mulheres férteis e indicarem um organismo saudável, suscitam o desenvolvimento de diversos sintomas, devido à variação dos níveis hormonais – como destacado pela ABCMED (2012).

Segundo o doutor Drauzio Varella (S.D.), a diversidade dos sintomas acompanha as fases do ciclo menstrual. Durante a menstruação, por exemplo, as mulheres podem apresentar cólicas, dores de cabeça, cansaço e fadiga. Já durante a ovulação, normalmente, há apenas uma dor abdominal leve e transitória. Ao final do ciclo, durante o período da tensão pré-menstrual, as cólicas podem retornar, seguidas de cansaço, dores de cabeça, ansiedade, alterações no apetite, entre outros.

Dentre estas manifestações sintomáticas, destaca-se a dor pélvica que surge em paralelo à menstruação, popularmente denominada como “cólica menstrual”. Segundo Brasil (2012), dentro do ambiente hospitalar, essa dor é intitulada como: “dismenorreia primária”, quando ocorre, naturalmente, por causa da contração do útero promovida pela variação hormonal, ou “dismenorreia secundária”, quando ocorre por causa de alguma doença ou distúrbio.

A necessidade de destacar a dismenorreia primária, isto é, a cólica menstrual – neste parágrafo e no parágrafo anterior, provém do impacto dela no bem-estar cotidiano das mulheres. Conforme um estudo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE, 2015), 76% das mulheres entrevistadas sofrem

com a cólica menstrual. Dentre as mais jovens, entre 16 e 24 anos, o incômodo atinge uma porção ainda maior, alcançando um percentual de 84% entre as entrevistadas. Em diversos casos, inclusive, constata-se uma redução do aproveitamento educacional e/ou profissional, por consequência desse sintoma.

Segundo Brasil (2019), a recuperação da mulher, acometida pela dismenorreia primária, pode ser mais rápida e confortável através do uso de medicamentos prescritos, como: anticoncepcionais, anti-inflamatórios, diuréticos, entre outros, ou por meio de procedimentos terapêuticos, como a neuroestimulação elétrica transcutânea, a psicoterapia e a termoterapia.

À vista disso, este projeto apresenta, como objetivo, o desenvolvimento de um dispositivo microcontrolado, com células de Peltier, para auxiliar o tratamento da dismenorreia primária, através da termoterapia. O equipamento será responsável, então, por aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, para facilitar e personalizar o acesso às bolsas de água quente por parte da população feminina.

1.1 Escopo

O escopo deste projeto se resume ao desenvolvimento de um dispositivo microcontrolado, com uma célula de Peltier, para aumentar a temperatura da água, até 45 °C, em uma bolsa térmica moldável à região pélvica – de modo a facilitar e personalizar o acesso às bolsas de água quente e, conseqüentemente, auxiliar o tratamento da dismenorreia primária por parte da população feminina. O equipamento poderá ser controlado remotamente por um aplicativo de celular, mas não será portátil e, portanto, necessitará de uma fonte de energia elétrica para funcionar.

1.2 Objetivos

Neste item, serão estabelecidos o objetivo geral e os objetivos específicos deste projeto.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo microcontrolado, com células de Peltier, para o tratamento da dismenorreia primária através da termoterapia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir os parâmetros fisiológicos para o tratamento termoterápico, com bolsa térmica, da dismenorreia primária;
- Projetar o mecanismo e a estratégia de controle dos componentes eletrônicos, incluindo as células de Peltier;
- Desenvolver um software para controlar, através de um microcontrolador, os ciclos de aquecimento do equipamento;
- Desenvolver um aplicativo de celular para o controle remoto do equipamento.

1.3 Justificativa

Apesar de as mulheres e os médicos comumente desvalorizarem as condições impostas pela dismenorreia primária, por representarem circunstâncias naturais estabelecidas pelo funcionamento do organismo feminino, é extremamente importante atuar sobre a prevenção e o tratamento deste quadro, como destacado por Troncon, Rosa-e-Silva e Reis (2020, p. 519) – posto que ele configura um grande “prejuízo à qualidade de vida das mulheres durante toda a vida reprodutiva”.

Sob esta perspectiva, Troncon, Rosa-e-Silva e Reis (2020) acrescentam que, além do impacto na qualidade de vida, a persistência desta condição dolorosa suscita o absenteísmo escolar e profissional. Entre as jovens estudantes, por exemplo, um estudo desenvolvido por Silva et al. (2020), destaca que 56% das adolescentes entrevistadas confirmaram já ter faltado à aula por causa da cólica menstrual.

Vale destacar que, para além das perdas educacionais, profissionais e sociais observadas em um período específico e isolado, há, como postulado por Troncon, Rosa-e-Silva e Reis (2020), o desenvolvimento de prejuízos ao longo dos anos – essencialmente quando o quadro é minimizado e, portanto, não tratado pelas próprias pacientes e por seus respectivos médicos. Ainda segundo as autoras, este processo ocorre, pois esta fisiopatologia se inicia, normalmente, na adolescência, ou seja, em um período crítico do neurodesenvolvimento. Por este motivo, quando não há a prevenção e o tratamento adequados, o ciclo de dor, que recorre mensalmente (isto é, a cada 28 dias – em média), pode resultar “à maior predisposição a dores crônicas, pélvicas e extrapélvicas, devido a mecanismos de sensibilização central à dor” (TRONCON; ROSA-E-SILVA; REIS; 2020, p. 519).

Imagine, à vista disso, uma vida repleta de perdas educacionais, profissionais e sociais, tanto em um curto quanto em um longo prazo, que atinge, aproximadamente, 95% da população feminina adolescente e adulta durante a “menacme” – período que se estende desde a primeira menstruação (denominada como “menarca”), aos 15 anos (em média), até a última menstruação (denominada como “menopausa”), entre os 45 e 55 anos (TRONCON; ROSA-E-SILVA; REIS; 2020, p. 519).

Destarte, as pesquisadoras Troncon, Rosa-e-Silva e Reis (2020) encorajam, vigorosamente, a utilização e o desenvolvimento, com acompanhamento médico adequado, das mais diversas abordagens farmacológicas e não farmacológicas de prevenção e tratamento deste quadro clínico tão impactante na vida de milhares de mulheres brasileiras – amigas, tias, irmãs, mães, entre outras.

Por esse motivo, elenca-se como objetivo deste projeto o desenvolvimento de um dispositivo capaz de aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, para auxiliar e personalizar o acesso às bolsas de água quente e, conseqüentemente, incentivar o tratamento da dismenorreia primária. O equipamento estimulará, deste modo, o tratamento através da termoterapia – método não farmacológico que, conforme Troncon, Rosa-e-Silva e Reis (2020), apresenta uma eficácia comprovada e, inclusive, comparável ao ibuprofeno (anti-inflamatório), com a vantagem de agregar bem-estar e qualidade de vida sem efeitos colaterais.

2 METODOLOGIA

Para constituir o sistema de aquecimento do equipamento, optou-se por utilizar da possibilidade ofertada pelo efeito de Peltier sintetizado pela pastilha termoelétrica denominada “Célula de Peltier” (ou, em outras palavras, pelo “sanduíche” de placas de cerâmica recheado com pequenos cubos de Bi_2Te_3 – Telureto de Bismuto) de código “TEC1-12706” (ALMEIDA, 2013).

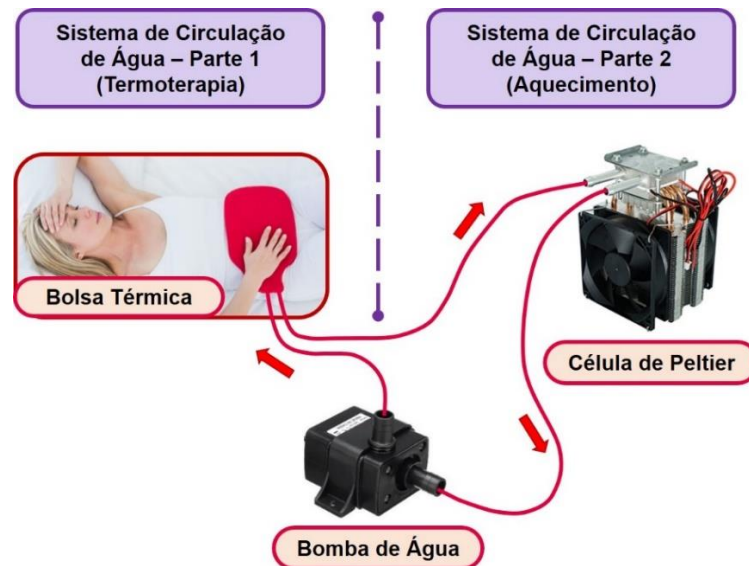
A utilização das células de Peltier é interessante, pois elas são pequenas e leves; são livres de ruídos e vibrações por não possuírem partes móveis; não necessitam de materiais químicos não ecológicos e/ou inflamáveis; requerem pouca manutenção; podem ser substituídas com facilidade; não sofrem influências em seu funcionamento conforme a posição; são econômicas para a produção; podem promover grandes diferenciais de temperatura quando associadas; e, com uma simples inversão da polaridade, podem atuar em sistemas de resfriamento – ampliando a gama de possibilidades do equipamento (O'DRISCOLL, 2019).

Além disso, as células de Peltier, quando alimentadas, recebem a circulação de uma corrente elétrica entre seus terminais, causando o resfriamento de um lado da célula, que será aproveitado para refrigerar o circuito de controle, em contraposição ao aquecimento do outro, que será utilizado para aumentar a temperatura da água. Vale lembrar, também, que a célula pode ser alimentada com uma tensão de até 14,4 V, consumindo uma corrente de até 6,4 A e, assim, promovendo uma variação na temperatura de até 66 °C em, apenas, alguns segundos (HB, S.D.).

Sendo assim, a partir da adoção da célula de Peltier como principal componente do dispositivo, disponibiliza-se, então, a etapa de construção do protótipo. A proposta para o protótipo é ter um sistema de circulação de água fechado que será aquecido por uma célula de Peltier e regulado por um microcontrolador. Neste sistema, utilizar-se-á uma bolsa térmica que será adaptada a suportes vestíveis customizados para tratar, com maior comodidade, a região pélvica.

Ademais, o sistema de circulação será equipado com uma bomba de água, a qual será responsável por promover a circulação da mesma pelo módulo de aquecimento e por gerar a circulação da mesma pela bolsa de água, transportando a água quente para a região de contato com o usuário – região que agenciará o tratamento, ou seja, agenciará o aumento da temperatura da região pélvica para a promoção de efeitos analgésicos, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de Funcionamento.

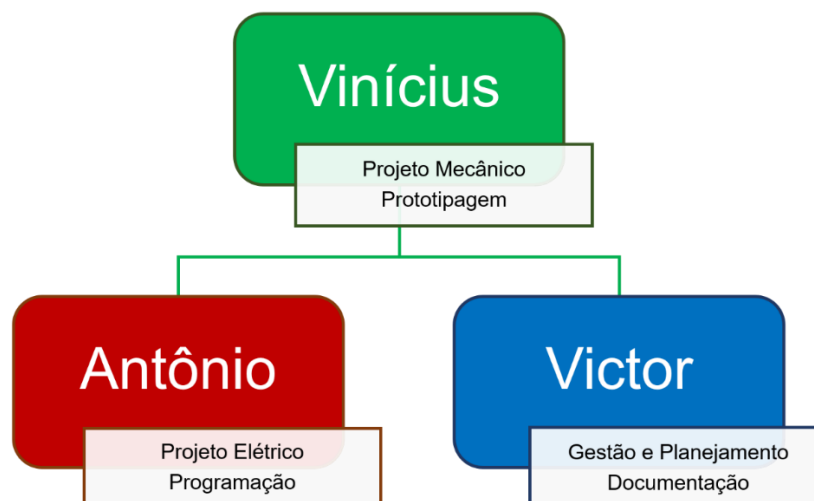


Fonte: Autoria Própria, 2021.

2.1 Organograma

As funções necessárias para o desenvolvimento do projeto serão divididas entre os três integrantes do grupo, ou seja, entre o Antônio, o Victor e o Vinícius, conforme apresentado pelo organograma na Figura 2. A divisão das funções será utilizada, apenas, para atribuir a responsabilidade das atividades a cada um dos desenvolvedores, posto que, independentemente dela, todos os membros deverão fluir por todas as áreas de desenvolvimento.

Figura 2 – Organograma.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

2.2 Cronograma

As atividades necessárias para o desenvolvimento do projeto serão organizadas em um cronograma com os seus respectivos prazos para a realização, como observado na Tabela 1. Este planejamento prévio será utilizado para evitar atrasos e, conseqüentemente, problemas que possam prejudicar ou, até mesmo, impedir a elaboração do trabalho. Vale ressaltar que, enquanto os blocos de coloração verde representam os prazos previstos, os blocos de coloração amarela representam os prazos executados.

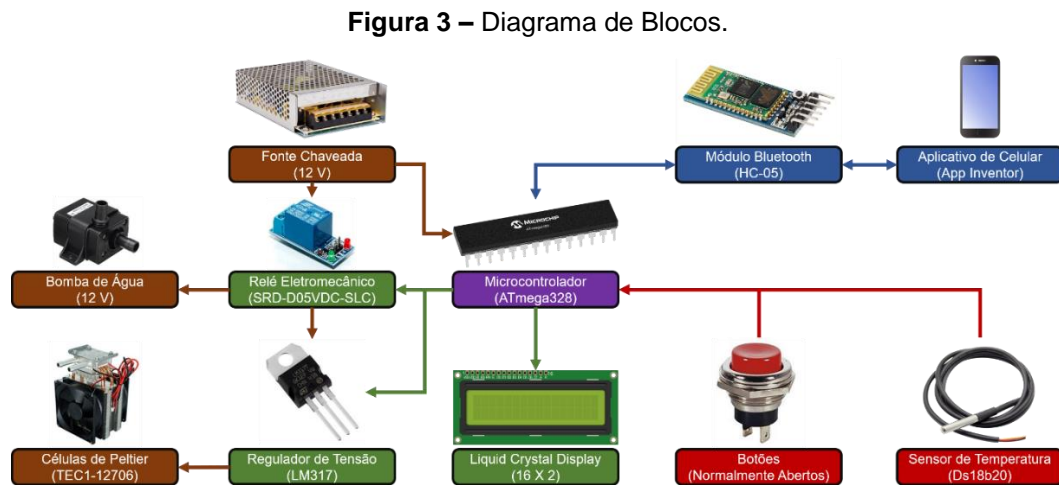
Tabela 1 – Cronograma.

Nº	Atividades	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Formação do Grupo	Verde									
2	Definição do Tema	Verde									
3	Elaboração do Organograma	Verde									
4	Elaboração do Cronograma	Verde	Amarelo								
5	Elaboração da Introdução		Verde	Amarelo							
6	Elaboração dos Objetivos		Verde	Amarelo							
7	Elaboração do Escopo		Verde	Amarelo							
8	Elaboração da Justificativa		Verde	Amarelo							
9	Elaboração da Revisão Bibliográfica		Verde	Amarelo	Amarelo						
10	Elaboração da Metodologia			Verde	Amarelo	Amarelo					
11	Elaboração do Diagrama de Blocos			Verde	Amarelo						
12	Elaboração da Lista de Materiais			Verde	Amarelo						
13	Elaboração do Esquema Elétrico			Verde	Amarelo	Amarelo					
14	Elaboração do CANVAS			Verde	Amarelo						
15	Elaboração da Matriz SWOT			Verde	Amarelo						
16	Aquisição dos Componentes	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo				
17	Construção do Protótipo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo				
18	Desenvolvimento do Aplicativo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo				
19	Realização dos Testes			Verde	Verde	Amarelo	Amarelo				
20	Análise dos Resultados					Verde	Amarelo				
27	Elaboração da Conclusão									Verde	
28	Elaboração das Referências		Verde	Verde	Amarelo						
29	Divulgação Científica (Feiras e Artigos)										Verde

Fonte: Autoria Própria, 2021.

2.3 Diagrama de Blocos

Na Figura 3, através de um diagrama de blocos, pode-se compreender, com maior facilidade, o funcionamento geral do circuito do dispositivo, observando o fluxo de energia e informação entre os componentes.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Como observado acima, o dispositivo será alimentado por uma fonte de 12 V. A partir desta fonte de energia, o microcontrolador – que pode ser considerado como o “cérebro” do equipamento - será responsável por ligar e desligar a bomba de água, através de um relé eletromecânico, e por regular a potência elétrica fornecida à célula de Peltier, através de um regulador de tensão.

Por meio dos botões ou do aplicativo de celular, a usuária poderá ajustar os parâmetros de controle que serão executados pelo microcontrolador, indicando as temperaturas máximas que deseja para o aquecimento do sistema de circulação de água. Concomitantemente a isso, a utilizadora poderá também, em tempo real, monitorar a temperatura da bolsa térmica - que, após ser medida, será exibida no display e no aplicativo de celular.

2.4 Lista de Materiais

Na Tabela 2, através de uma lista de materiais, pode-se observar os nomes, as especificações, as lojas de origem e as quantidades dos componentes eletrônicos que serão utilizados para o desenvolvimento do protótipo.

Tabela 2 – Lista de Materiais

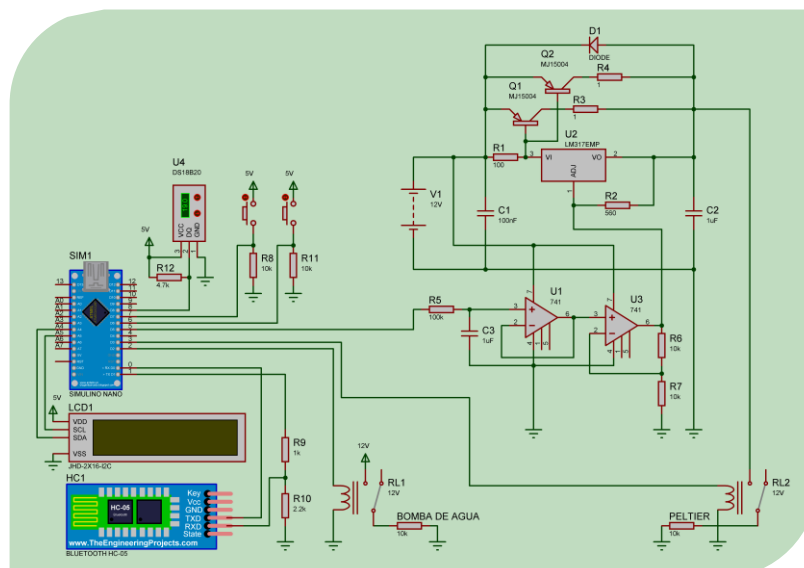
Material	Código	Loja	Qtd.	Preço	Total
Microcontrolador (Kit)	ATmega328	Baú da Eletrônica	1	R\$ 28,00	R\$ 28,00
Bolsa Térmica + Suportes	6 inch	Mhestore2009 (eBay)	1	R\$ 70,50	R\$ 70,50
Liquid Crystal Display	16X2-I2C	Baú da Eletrônica	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Fonte de Alimentação	12V-5A-60W	Golden Yata	1	R\$ 26,50	R\$ 26,50
Relé Eletromecânico	SRD-D05VDC-SLC	Eletrogate	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Célula de Peltier (Kit)	TEC1-12706	Insma	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Sensor de Temperatura	Ds18b20	Baú da Eletrônica	1	R\$ 10,50	R\$ 10,50
Bomba de Água	12V-4,2W-240L/h-Si9D1	popbo9987 (eBay)	1	R\$ 32,50	R\$ 32,50
Módulo Bluetooth	HC-05	Bit Star Informática	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Regulador de Tensão	LM317	Baú da Eletrônica	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
Transistor de Potência	MJ15004	Eletrônica Castro	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Miscelâneas	Resistores, capacitores...	X	X	R\$ 25,00	R\$ 25,00
				Total:	R\$ 425,00

Fonte: Autoria Própria, 2021.

2.5 Esquema Elétrico

O circuito do dispositivo será, antes de qualquer montagem física, testado em âmbitos teóricos, como observado na Figura 4. 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 de refrigeração, comercialmente conhecido como kit termoelétrico de desumidificação de ar com célula de Peltier, e a bomba de água que se encontram representados por resistores de 10 K Ω) e seus respectivos controles periféricos.

Figura 4 – Esquema Elétrico



Fonte: Autoria Própria, 2021.

2.6 Programação

Como discutido em outras seções, o dispositivo será controlado pelo microcontrolador “ATmega328”. A escolha desse dispositivo ocorreu, principalmente, pela grande quantidade de materiais de apoio disponíveis sobre ele e pela facilidade e familiaridade dos alunos em programá-lo através do software de programação “Arduino IDE”, como observado na Figura 5. É importante destacar, também, que a linguagem de programação utilizada consiste em uma mistura das linguagens C e C++.

Figura 5 – Programação

The image shows a screenshot of the Arduino IDE software interface. At the top, the title bar reads "Tratamento_de_Colica | Arduino 1.8.13". Below the title bar is a menu bar with options: "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". A toolbar with icons for check, undo, redo, save, and upload is visible. The main workspace shows the code for a sketch named "Tratamento_de_Colica". The code is as follows:

```
void setup() {  
  
  lcd.init();  
  lcd.setBacklight(HIGH);  
  
  bluetooth.begin(9600);  
  
  barramento.begin();  
  barramento.getAddress(sensor, 0);  
  
  pinMode(4, INPUT);  
  pinMode(5, INPUT);  
  pinMode(6, OUTPUT);  
  pinMode(9, OUTPUT);  
  pinMode(10, OUTPUT);  
  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(1,0);  
  lcd.print("SEJA BEM-VINDO");  
  digitalWrite(6, LOW);  
  digitalWrite(9, LOW);  
  digitalWrite(10, LOW);  
  delay(2500);  
  
}  
  
void loop() {  
  
  barramento.requestTemperatures();  
  float temperatura = barramento.getTempC(sensor);
```

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Além das bibliotecas centrais do “Arduino IDE”, utilizar-se-ão as bibliotecas: “Wire.h” e “LiquidCrystal_I2C.h”, responsáveis por auxiliar a comunicação com o display; “SoftwareSerial.h” e “BlynkSimpleSerialBLE.h”, responsáveis por criar a comunicação bluetooth com o aplicativo de celular; e “OneWire.h” e “DallasTemperatura.h”, responsáveis por obter a temperatura medida pelo sensor.

2.7 Matriz SWOT

Com o objetivo de estabelecer um planejamento estratégico para o desenvolvimento do projeto, de modo a criar, previamente, planos de ação para problemas que possam vir a prejudicar o trabalho, desenvolveu-se, como pode ser observado na Figura 6, uma matriz SWOT, isto é, uma matriz de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que avalia os pontos positivos e negativos, tanto internos quanto externos, do grupo.

Figura 6 – Matriz SWOT



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Enquanto os aspectos positivos internos e externos do grupo, observados ao lado esquerdo da matriz, são importantes por auxiliarem a aquisição das ferramentas, dos componentes eletrônicos e dos conhecimentos técnicos necessários para o desenvolvimento do projeto, os aspectos negativos, dispostos ao lado direito da matriz, devem ser cuidadosamente analisados, pois representam ameaças ao trabalho.

No caso dos fatores internos negativos, observa-se a solicitação do serviço militar obrigatório para um dos integrantes do grupo – o Victor. Infelizmente, este processo reduz, por alguns períodos, a força de trabalho disponível para a execução

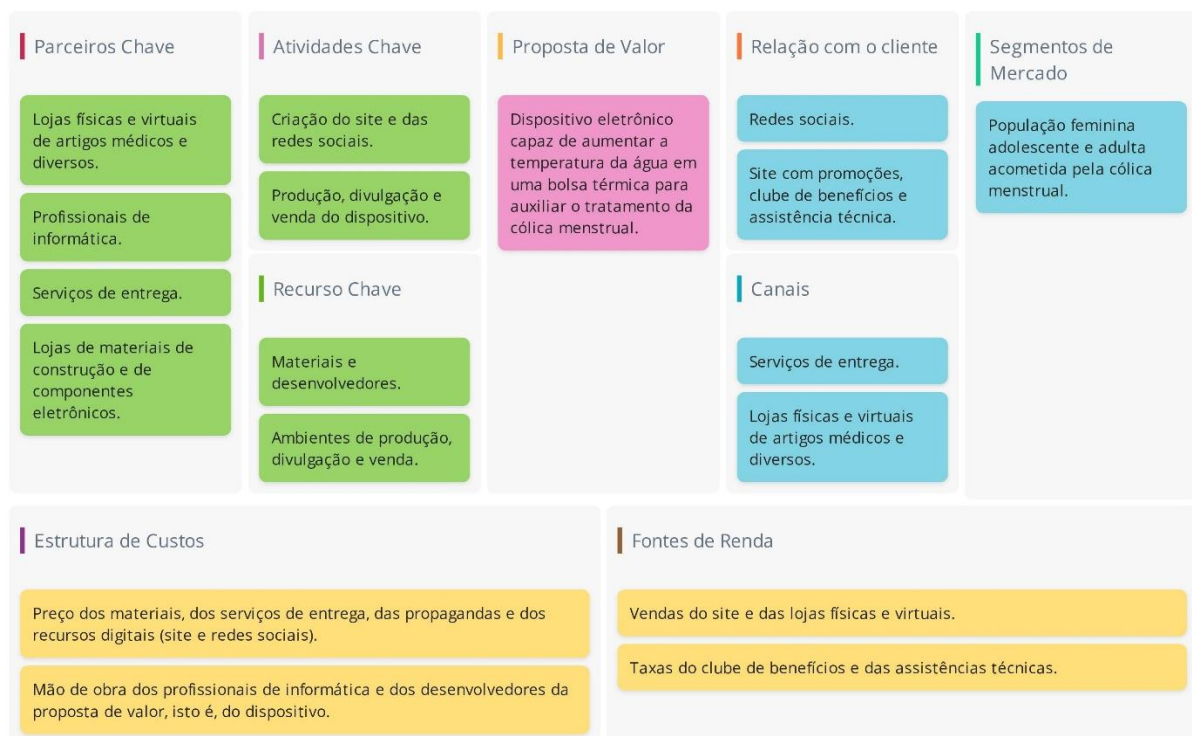
do projeto. Por este motivo, o grupo se organizou de modo que ele ficasse responsável pelo relatório técnico do trabalho, o qual pode ser desenvolvido de forma intermitente, assim como os seus períodos de disponibilidade.

Já no caso dos fatores externos, encontra-se a pandemia do novo coronavírus, que, ao suscitar a implementação generalizada do distanciamento social como um método de prevenção à contaminação, dificultou a realização de encontros e, conseqüentemente, dos testes em seres humanos. Sendo assim, à vista de contornar este problema, pretende-se planejar um processo de amostragem que será executado individualmente por cada mulher em sua própria residência.

2.8 CANVAS

Com o objetivo de explorar os potenciais de inovação e empreendedorismo do projeto, de modo a abrir o leque de oportunidades e acrescentar, ao desenvolvimento do trabalho, uma validação dos resultados conjunta aos possíveis clientes do equipamento, desenvolveu-se um modelo de negócios, comumente reconhecido como “CANVAS” – como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – CANVAS



Fonte: Autoria Própria, 2021.

À vista do modelo de negócios acima, entende-se que o grupo oferecerá um dispositivo capaz de aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, à população feminina adolescente e adulta para auxiliar o tratamento da cólica menstrual. Com o intuito de atingir este propósito, o relacionamento com as clientes se dará a partir das redes sociais e de um site próprio; e os canais de venda e distribuição do produto serão estabelecidos através das lojas físicas e virtuais de artigos médicos e diversos e dos serviços de entrega.

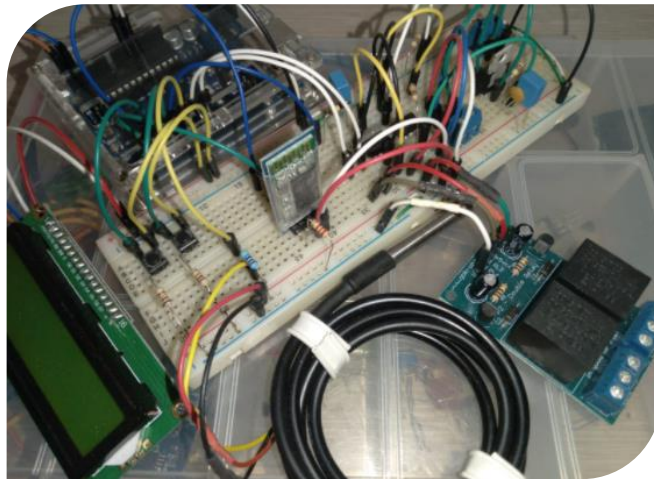
A rede de parcerias, necessária para o funcionamento da estrutura explicada no parágrafo anterior, será constituída: pelas lojas físicas e virtuais de artigos médicos e diversos, que representarão os ambientes de divulgação e venda do produto; pelos serviços de entrega, que atuarão na distribuição; pelas lojas de materiais de construção e de componentes eletrônicos, que proverão os recursos para a produção; e pelos profissionais de informática, que auxiliarão o gerenciamento das redes sociais e o desenvolvimento do site.

A partir disso, espera-se instaurar um modelo de negócio robusto e funcional, que controlará as suas despesas com os materiais, os serviços de entrega, as propagandas, os recursos digitais e com a mão de obra dos profissionais de informática e dos desenvolvedores do produto de modo a balanceá-las e mantê-las em um nível inferior aos ganhos, oriundos das vendas do site e das lojas físicas e virtuais, assim como das taxas do clube de benefícios e das assistências técnicas.

3 RESULTADOS

Após o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos mencionados, obteve-se um circuito inicial, analisado na Figura 8, com alguns problemas a serem resolvidos, como: a substituição da alimentação neutra dos amplificadores operacionais por uma alimentação negativa de 5 V, de modo a garantir o pleno funcionamento deles; e a remoção de um dos transistores de potência (MJ14001), de modo a reduzir o custo do equipamento – considerando que apenas um foi necessário para suprir as necessidades da célula. Além disso, com o decorrer dos testes, a fragilidade do sistema quanto ao transporte e aos impactos incentivou o planejamento de um encapsulamento em madeira, visualizado na Figura 9.

Figura 8 – Circuito do Protótipo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 9 – Encapsulamento do Protótipo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

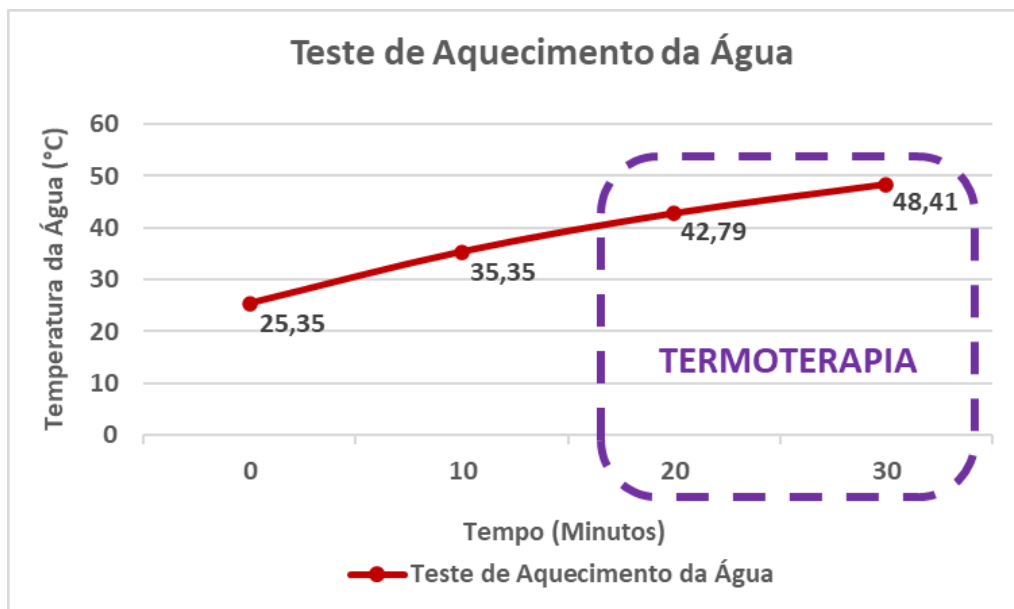
O encapsulamento do circuito permitiu o alcance de um protótipo robusto e funcional, ou seja, bem-estruturado e com a capacidade de aumentar a temperatura da água e atingir os valores recomendados para a aplicação da termoterapia (40 – 45 °C) em apenas 20 minutos – como pode ser observado nas Figuras 10 e 11. Vale destacar que a caixa de madeira responsável por encapsular o protótipo foi planejada com o auxílio do site “MakerCase” e desenvolvida com a máquina de corte a laser oferecida pela instituição de ensino do projeto.

Figura 10 – Protótipo Robusto e Funcional



Fonte: Autoria Própria, 2021.

Figura 11 – Gráfico da Temperatura da Água pelo Tempo



Fonte: Autoria Própria, 2021.

3.1 Feiras e Congressos Científicos

Neste tópico, serão apresentadas as feiras e os congressos científicos que este projeto participou, ou irá participar, ao longo do ano de 2021.

3.1.1 BRAGANTEC

Este projeto participou da 11ª BRAGANTEC (Feira de Ciência e Tecnologia da Região Bragantina) – feira científica realizada virtualmente entre os dias 13 e 24 de setembro de 2021.

3.1.2 Feira Paulista

Este projeto participará da 1ª Feira Paulista de Ciência e Tecnologia – feira científica que será realizada virtualmente entre os dias 30 de novembro e 10 de dezembro de 2021.

3.1.3 CONICT

Este projeto desenvolveu um artigo que, intitulado como: “Dispositivo Microcontrolado com Células de Peltier para o Tratamento da Dismenorreia Primária através da Termoterapia”, será avaliado para a publicação nos anais do 12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP (ISSN: 2178-9959), conforme observado no APÊNDICE A.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o desenvolvimento de um dispositivo microcontrolado, com uma célula de Peltier, capaz de aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, para facilitar e personalizar o acesso às bolsas de água quente por parte da população feminina – visando auxiliar o tratamento da dismenorreia primária, através da termoterapia – é viável.

4.1 Próximos Passos

Como sugestão de continuidade à pesquisa, sugere-se a instalação de uma “Ponte H” na saída do regulador de tensão, a fim de permitir a inversão da corrente elétrica aplicada à célula de Peltier por parte do sistema de controle e, conseqüentemente, disponibilizar, em único dispositivo, o tratamento da dismenorreia primária através da termoterapia e da crioterapia (redução da temperatura da região pélvica) – considerando que ambas são eficazes contra a cólica menstrual.

REFERÊNCIAS

- ABCMED. **Ciclo menstrual: como ele é?** AbcMed, 2012. Disponível em: <<https://www.abc.med.br/p/saude-da-mulher/303575/ciclo+menstrual+como+ele+e.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- ALMEIDA, Ayrton Gissoni. **Adega climatizada para vinhos utilizando a célula de Peltier.** Monografia (Graduação em Engenharia da Computação), Distrito Federal, 2013.
- BRASIL. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Saúde. **Dismenorreia.** Biblioteca, 2019. Disponível em: <<https://www.saude.go.gov.br/biblioteca/7589-dismenorreia>>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Cólicas menstruais.** Biblioteca Virtual em Saúde, 2012. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/dicas/252_colicas_menstruais.html>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- HB Electronic Components. **TEC1-12706 Datasheet (PDF).** ALLDATASHEET, S.D. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/313841/HB/TEC1-12706.html>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. **Amenize as cólicas menstruais.** Unimed, 2015. Disponível em: <<https://www.unimed.coop.br/viver-bem/saude-em-pauta/amenize-as-colicas-menstruais>>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- O'DRISCOLL, Aimee. **Peltier vs. Compressor-Based Cooling.** Lab Incubator, 2019. Disponível em: <<https://labincubators.net/blogs/blog/peltier-vs-compressor-based-cooling>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- SILVA, N. S. B. da; *et al.* Impacto da dismenorreia em adolescentes escolares. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 49, p. 1-10, 2020.

TRONCON, J. K.; ROSA-E-SILVA; A. C. J. S.; REIS; R. M. Dismenorreia: abordagem diagnóstica e terapêutica. **Femina**, v. 48, n. 9, p. 518-23, 2020. Disponível em: <<https://www.febrasgo.org.br/media/k2/attachments/FeminaZ09Z-ZWeb.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

VARELLA, A. D. **Sintomas do ciclo menstrual**. Portal Drauzio Varella, S.D. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/infograficos/sintomas-do-ciclo-menstrual-infografico/>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

APÊNDICE A



12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

DISPOSITIVO MICROCONTROLADO COM CÉLULAS DE PELTIER PARA O TRATAMENTO DA DISMENORREIA PRIMÁRIA ATRAVÉS DA TERMOTERAPIA

AUTOR¹, AUTOR², AUTOR³, AUTOR⁴, AUTOR⁵

¹ AUTOR

² AUTOR

³ AUTOR

⁴ AUTOR

⁵ AUTOR

Área de Conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.05.02-5 Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais.

RESUMO: Ao longo da vida, as mulheres atravessam períodos cíclicos de 28 dias de alterações fisiológicas destinadas à fecundação e à reprodução, denominados como “ciclos menstruais”. Apesar de representarem mudanças naturais do organismo, eles suscitam o desenvolvimento de um quadro clínico doloroso na região pélvica, intitulado como “cólica menstrual”. Esta condição fisiopatológica, se minimizada e, portanto, não prevenida e tratada adequadamente, pode induzir, em um curto prazo, o absenteísmo escolar e profissional e, em longo prazo, uma maior predisposição a dores crônicas, pélvicas e extrapélvicas. À vista disso, com o objetivo de incentivar este tratamento, desenvolver-se-á um dispositivo microcontrolado capaz de aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, de modo a auxiliar e personalizar o acesso às bolsas de água quente necessárias para o tratamento não farmacológico através da termoterapia. O equipamento será composto por um microcontrolador, botões de acionamento, um display, um sensor de temperatura, uma bomba de água, um regulador de tensão, um relé eletromecânico e uma célula de Peltier – que será responsável por promover a variação da temperatura da água. O dispositivo contará, também, com uma bolsa térmica moldável à região pélvica e com um módulo bluetooth que possibilitará o controle remoto do protótipo.

PALAVRAS-CHAVE: Dismenorreia Primária; Termoterapia; Células de Peltier.

MICROCONTROLLED DEVICE WITH PELTIER CELLS FOR THE TREATMENT OF PRIMARY DYSMENORRHEA BY THERMOTHERAPY

ABSTRACT: Throughout their lives, women go through 28-day cyclical periods of physiological changes aimed at fertilization and reproduction, called "menstrual cycles". Although they represent natural changes in the body, they give rise to the development of a painful clinical picture in the pelvic region, called "menstrual cramps". This pathophysiological condition, if minimized and therefore, not prevented and adequately treated, can induce, in a short term, school and professional absenteeism and, in a long term, a greater predisposition to chronic pain, pelvic and extrapelvic. In view of this, with the objective of encouraging this treatment, a microcontrolled device capable of increasing the temperature of the water in a thermal bag will be developed, to aid and customize access to the hot water bags needed for non-pharmacological treatment through thermotherapy. The equipment will be composed of a microcontroller, activation buttons, a display, a temperature sensor, a water pump, a voltage regulator, an electromechanical relay, and a Peltier cell - which will be responsible for promoting the water temperature variation. The device will also have a thermal bag that can be molded to the pelvic region and a bluetooth module that will enable the prototype's remote control.

KEYWORDS: Primary Dysmenorrhea; Thermotherapy; Peltier Cells.

INTRODUÇÃO

Ao longo da vida, milhares de mulheres enfrentam inúmeras alterações fisiológicas destinadas à fecundação e à reprodução. Este conjunto de mudanças é denominado como “ciclo menstrual” e, comumente, ocorre de modo cíclico, a cada 28 dias – podendo apresentar variações de até uma semana. Apesar de serem naturais, estarem presentes em grande parte das mulheres férteis e indicarem um organismo saudável, estas transformações suscitam o desenvolvimento de diversos sintomas, devido à instabilidade dos níveis hormonais – como destacado pela ABCMED (2012).

Dentre estas manifestações sintomáticas, destaca-se a dor pélvica, denominada como “cólica menstrual” ou como “dismenorreia primária”. A necessidade de destacá-la provém do impacto dela no bem-estar cotidiano das mulheres. Conforme um estudo divulgado pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE, 2015), 76% das mulheres entrevistadas sofrem com a cólica menstrual. Dentre as mais jovens, entre 16 e 24 anos, o incômodo atinge uma porção ainda maior, alcançando um percentual de 84% entre as entrevistadas. Em diversos casos, inclusive, constata-se uma redução do aproveitamento educacional e/ou profissional, por consequência desse sintoma.

Segundo Brasil (2019), a recuperação da mulher, acometida pela dismenorreia primária, pode ser mais rápida e confortável através do uso de medicamentos prescritos ou por meio de procedimentos terapêuticos, como a neuroestimulação elétrica transcutânea, a psicoterapia e a termoterapia.

À vista disso, este projeto visa desenvolver um dispositivo microcontrolado, com células de Peltier, para auxiliar o tratamento da dismenorreia primária, através da termoterapia. O equipamento será responsável, então, por aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, para facilitar e personalizar o acesso às bolsas de água quente por parte da população feminina.

MATERIAL E MÉTODOS

Para constituir o sistema de aquecimento do equipamento, optou-se por utilizar da possibilidade ofertada pelo efeito de Peltier sintetizado pela pastilha termoeétrica denominada “Célula de Peltier” (ou, em outras palavras, pelo “sanduíche” de placas de cerâmica recheado com pequenos cubos de Bi_2Te_3 – Telureto de Bismuto) de código “TEC1-12706” (ALMEIDA, 2013).

A utilização das células de Peltier é interessante, pois elas são pequenas e leves; são livres de ruídos e vibrações por não possuírem partes móveis; não necessitam de materiais químicos não ecológicos e/ou inflamáveis; requerem pouca manutenção; podem ser substituídas com facilidade; não sofrem influências em seu funcionamento conforme a posição; são econômicas para a produção; podem promover grandes diferenciais de temperatura quando associadas; e, com uma simples inversão da polaridade, podem atuar em sistemas de resfriamento – ampliando a gama de possibilidades do equipamento (O’DRISCOLL, 2019).

Além disso, as células de Peltier, quando alimentadas, recebem a circulação de uma corrente elétrica entre seus terminais, causando o resfriamento de um lado da célula, que será aproveitado para refrigerar o circuito de controle, em contraposição ao aquecimento do outro, que será utilizado para aumentar a temperatura da água. Vale lembrar, também, que a célula pode ser alimentada com uma tensão de até 14,4 V, consumindo uma corrente de até 6,4 A e, assim, promovendo uma variação na temperatura de até 66 °C em, apenas, alguns segundos (HB, S.D.).

Sendo assim, a partir da adoção da célula de Peltier como principal componente do dispositivo, disponibiliza-se, então, a etapa de construção do protótipo. A proposta para o protótipo é ter um sistema de circulação de água fechado que será aquecido por uma célula de Peltier e regulado por um microcontrolador. Neste sistema, utilizar-se-á uma bolsa térmica que será adaptada a suportes vestíveis customizados para tratar, com maior comodidade, a região pélvica.

Ademais, o sistema de circulação será equipado com uma bomba de água, a qual será responsável por promover a circulação da mesma pelo módulo de aquecimento e por gerar a circulação da mesma pela bolsa de água, transportando a água quente para a região de contato com o usuário – região que agenciará o tratamento, ou seja, agenciará o aumento da temperatura da região pélvica para a promoção de efeitos analgésicos, como pode ser observado na figura 1.

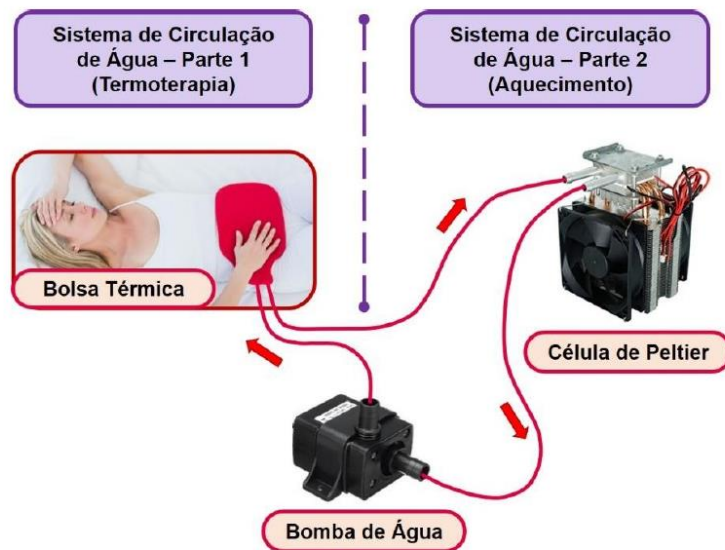


FIGURA 1. Fluxograma de Funcionamento.

Na figura 2, pode-se compreender, com mais detalhes, o funcionamento geral do circuito do dispositivo, observando o fluxo de energia e informação entre os componentes.

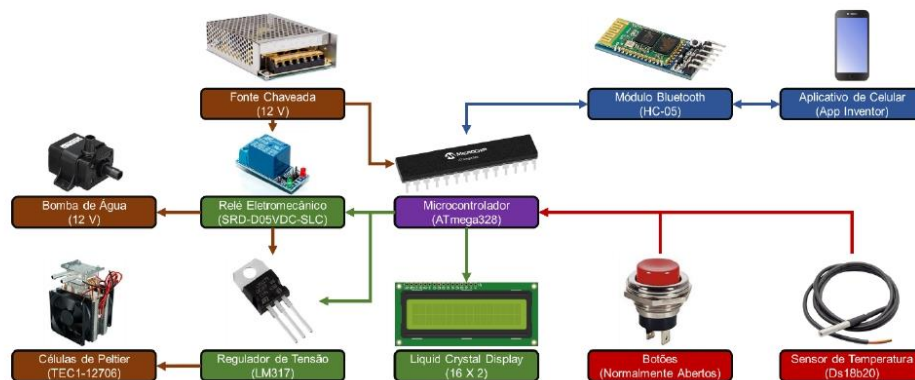


FIGURA 2. Diagrama de Blocos.

Como observado acima, o dispositivo será alimentado por uma fonte de 12 V. A partir desta fonte de energia, o microcontrolador – que pode ser considerado como o “cérebro” do equipamento - será responsável por ligar e desligar a bomba de água, através de um relé eletromecânico, e por regular a potência elétrica fornecida às células de Peltier, através de um regulador de tensão.

Por meio dos botões ou do aplicativo de celular, a usuária poderá ajustar os parâmetros de controle que serão executados pelo microcontrolador, indicando as temperaturas mínimas e máximas que deseja, assim como optando pelo aquecimento ou pelo resfriamento do sistema de circulação de água. Concomitantemente a isso, a utilizadora poderá também, em tempo real, monitorar a temperatura da bolsa térmica - que, após ser medida, será exibida no display e no aplicativo de celular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução dos procedimentos metodológicos mencionados, obteve-se um protótipo robusto e funcional, ou seja, bem-estruturado e com a capacidade de aumentar a temperatura da água e atingir os valores recomendados para a aplicação da termoterapia (40 – 45 °C) em apenas 20 minutos – como pode ser observado nas figuras 3 e 4. Vale destacar que a caixa de madeira responsável por encapsular o protótipo foi planejada com o auxílio do site “MakerCase” e desenvolvida com a máquina de corte a laser oferecida pela instituição de ensino do projeto.



FIGURA 3. Protótipo Robusto e Funcional.

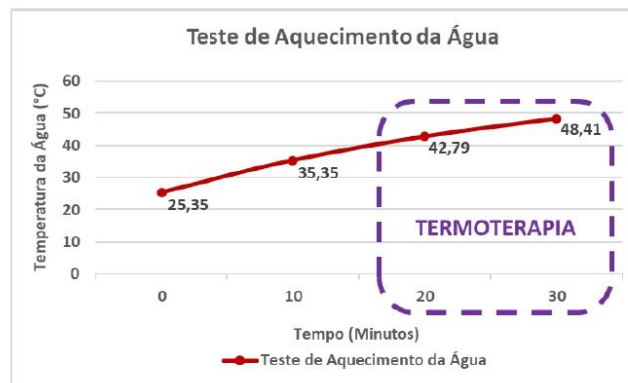


FIGURA 4. Gráfico da Temperatura da Água pelo Tempo.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o desenvolvimento de um dispositivo microcontrolado, com uma célula de Peltier, capaz de aumentar a temperatura da água, em uma bolsa térmica, para facilitar e personalizar o acesso às bolsas de água quente por parte da população feminina – visando auxiliar o tratamento da dismenorrea primária, através da termoterapia – é viável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao **(Oculto)**, ao professor **(Oculto)** e ao professor **(Oculto)** pelo fomento à pesquisa científica e pela disponibilização do espaço e dos materiais necessários ao projeto.

REFERÊNCIAS

ABCMED. **Ciclo menstrual: como ele é?** AbcMed, 2012. Disponível em: <<https://www.abc.med.br/p/saude-da-mulher/303575/ciclo+menstrual+como+ele+e.htm#:~:text=A%20dura%C3%A7%C3%A3o%20do%20ciclo%20menstrual,variam%20tamb%C3%A9m%20com%20fatores%20externos.>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

ALMEIDA, Ayrton Gissoni. **Adega climatizada para vinhos utilizando a célula de Peltier.** Monografia (Graduação em Engenharia da Computação), Distrito Federal, 2013.

BRASIL. Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Saúde. **Dismenorreia.** Biblioteca, 2019. Disponível em: <<https://www.saude.go.gov.br/biblioteca/7589-dismenorreia>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

HB Electronic Components. **TEC1-12706 Datasheet (PDF).** ALLDATASHEET, S.D. Disponível em: <<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/313841/HB/TEC1-12706.html>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. **Amenize as cólicas menstruais.** Unimed, 2015. Disponível em: <<https://www.unimed.coop.br/viver-bem/saude-em-pauta/amenize-as-colicas-menstruais#:~:text=Conforme%20estudo%20divulgado%20pelo%20Instituto,%2C%2084%25%20mencionaram%20sentir%20dores.>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

O'DRISCOLL, Aimee. **Peltier vs. Compressor-Based Cooling.** Lab Incubator, 2019. Disponível em: <<https://labincubators.net/blogs/blog/peltier-vs-compressor-based-cooling>>. Acesso em: 15 abr. 2020.