

**TÍTULO DO PROJETO:**

Dispositivo Microcontrolado com Células de Peltier para o Tratamento da Dismenorreia Primária através da Termoterapia.

**CATEGORIA (MARCAR APENAS UMA):**

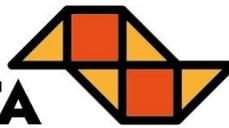
- Ciências Agrárias
- Ciências Biológicas
- Ciências Exatas e da Terra
- Ciências Humanas
- Ciências da Saúde
- Ciências Sociais Aplicadas
- Engenharia

**RESUMO:**

Ao longo da vida, as mulheres atravessam períodos cíclicos de, em média, 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” ou “dismenorreia primária”. 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, essencialmente, 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 por meio de um aplicativo de celular.

**PALAVRAS-CHAVE:**

Dismenorreia Primária, Termoterapia, Células de Peltier.



## **PLANO DE PESQUISA**

**O PLANO DE PESQUISA É O PLANEJAMENTO INICIAL DO QUE SERÁ EXECUTADO EM SUA PESQUISA. ELE É NECESSARIAMENTE UM DOCUMENTO ESCRITO E QUE SERVIRÁ COMO UM DIRECIONADOR PARA AS SUAS ATIVIDADES. O PLANO DEVE CONTER O OBJETIVO OU HIPÓTESE DA PESQUISA E OS MÉTODOS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA SE ALCANÇAR ESSES OBJETIVOS.**

### **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 dismenorrea 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 dismenorrea 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.

## **OBJETIVOS:**

### Objetivo Geral:

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

### Objetivos Específicos:

- Definir os parâmetros fisiológicos para o tratamento termoterápico, com bolsa térmica, da dismenorrea 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, com design coerente à proposta, para o controle remoto do equipamento.

## **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  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  – 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.).

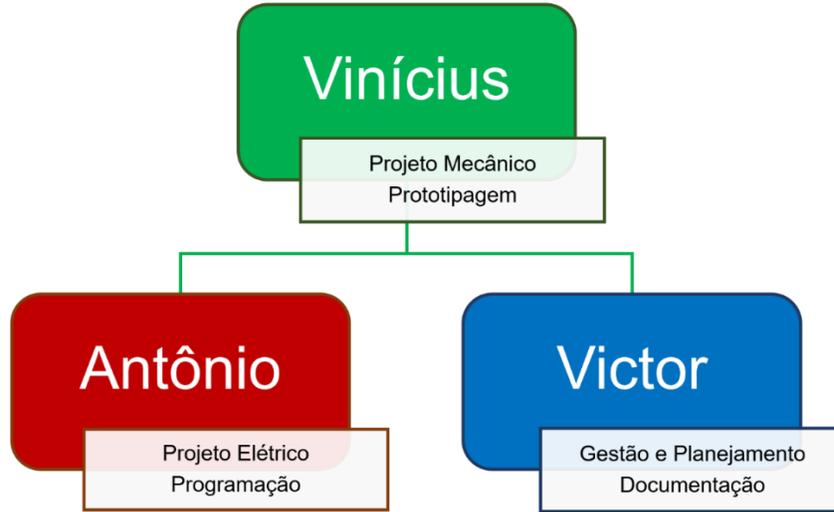
Sendo assim, a partir da adoção da célula de Peltier como principal componente do dispositivo, disponibiliza-se, então, a etapa de construção do protótipo. A proposta para o protótipo é ter um sistema de circulação de água fechado que será aquecido por uma célula de Peltier e regulado por um microcontrolador. 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.

### 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 1.

Figura 1 – Organograma.

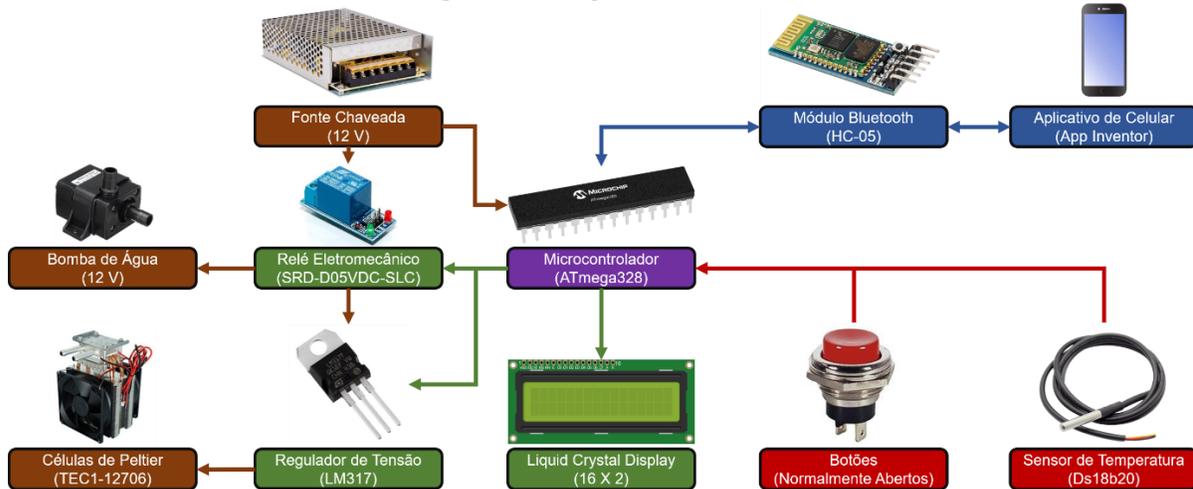


Fonte: Autoria Própria, 2021.

Diagrama de Blocos:

Na Figura 2, 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.

Figura 2 – Diagrama de Blocos.



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.

### Lista de Materiais:

Na Tabela 1, 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 1 – 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	Mhstore2009 (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	pobbo9987 (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
				<b>Total:</b>	R\$ 425,00

Fonte: Autoria Própria, 2021.

### Esquema Elétrico:

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 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 $\Omega$ ) e seus respectivos controles periféricos.



Figura 4 – 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 (isto é, da COVID-19) 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.

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 5.

**Figura 5 – 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.

## 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 2. 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 2 – Cronograma**

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

Fonte: Autoria Própria, 2021.

## RESULTADOS ESPERADOS:

A partir da execução dos procedimentos metodológicos mencionados, almeja-se conquistar, como principal resultado, um dispositivo microcontrolado capaz de aumentar, através de uma célula de Peltier, a temperatura da água em uma bolsa térmica, de modo a facilitar o acesso às bolsas de água quente para o tratamento termoterápico da dismenorreia primária (popularmente conhecida como “cólica menstrual”). Visa-se, portanto, um equipamento capaz de melhorar, quando implementado, a qualidade de vida da grande parcela da população feminina acometida por esta enfermidade, reduzindo o absenteísmo escolar e profissional, assim como as chances, a longo prazo, de uma maior predisposição a dores crônicas, pélvicas e extrapélvicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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%20amb%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.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cólicas menstruais**. Biblioteca Virtual em Saúde, 2012. Disponível em: <<https://bvsmms.saude.gov.br/colicas-menstruais/>>. 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.

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.

## **CONTINUAÇÃO DE PROJETO ANTERIOR**

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA ANTERIOR:**

**RESUMO DO PROJETO DE PESQUISA ANTERIOR:**

**PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PESQUISA ANTERIOR:**

**INÍCIO:**

**TÉRMINO:**

AO INSCREVER O PROJETO CONCORDAMOS COM O REGULAMENTO DA FEIRA PAULISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E DECLARAMOS QUE AS INFORMAÇÕES ACIMA ESTÃO CORRETAS E O RESUMO E PÔSTER REFLETEM APENAS O TRABALHO REALIZADO AO LONGO DOS ÚLTIMOS 12 (DOZE) MESES. ESTAMOS CIENTES DE QUE A NÃO VERACIDADE DAS INFORMAÇÕES FORNECIDAS PODERÁ IMPLICAR NA DESCLASSIFICAÇÃO DO PROJETO.