

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES TERMOSENSÍVEIS DO CRISTAL LÍQUIDO COLESTÉRICO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE UM TERMÔMETRO CLÍNICO

**Rodrigo de Oliveira<sup>1</sup>, Bruno H. G. Lourenço<sup>2</sup>, João Sales Jr.<sup>3</sup>, Nadyara P. Andery<sup>4</sup>, Landulfo Silveira Jr.<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo da UNIVAP, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos, SP, 1244-000.

<sup>1</sup>rodrigo.engbio@bol.com.br; <sup>2</sup>brunohgl@hotmail.com; <sup>3</sup>jj.sales@terra.com.br;

<sup>4</sup>nadyara\_andery@yahoo.com.br; <sup>5</sup>landulfo@univap.br.

**Resumo-** Hipotermia: Ocorre no homem quando a temperatura central do organismo cai abaixo de 35°C, de modo não intencional e a Hipertermia: É a elevação da temperatura do corpo humano acima do normal (superior a 38°C). Através do estudo da variação da temperatura corpórea pelo efeito da hipotermia e hipertermia; considerando uma faixa de temperatura de 32° a 35°C para hipotermia e 37° a 40°C para hipertermia, foram realizados experimentos utilizando três componentes químicos: Oleicarbonato de Colesterila, Benzoato de Colesterila e Pelargonato de Colesterila, os quais misturados em diferentes quantidades resultam em um Cristal Líquido Colestérico, que apresenta propriedades termossensíveis específicas. Este trabalho utilizou tais propriedades para desenvolver o protótipo de um termômetro termocrômico que facilita a visualização e a identificação das temperaturas através das diferentes mudanças de cores. Sendo de fácil utilização e tendo vantagem sobre os comercialmente utilizados pois é atóxico e de baixo custo se produzido em larga escala.

**Palavras-chave:** cristal líquido; termômetro; hipotermia; hipertermia.

**Área do Conhecimento:** III - Engenharias

### Introdução

A temperatura do interior do corpo (temperatura central) permanece quase constante, dentro de uma pequena faixa de variação. Sua manutenção é resultado do equilíbrio entre a produção de calor (combustão de alimentos, fígado e músculos) e a perda calórica.

A temperatura interior do organismo é difundida pelo corpo através do fluxo sanguíneo nos vasos sanguíneos. A condução de calor pelo sangue é controlada através do grau de vaso constrição das arteríolas e anastomoses arteriovenosas, que é controlado pelo sistema nervoso simpático.

Estão localizados no hipotálamo centros termorreguladores que são auxiliados por detectores de temperatura que determinam se ela está excessivamente quente ou fria.

A hipotermia ou hipertermia ocorre quando há uma variação além do normal na temperatura central, que corresponde à temperatura do coração, pulmão, encéfalo e órgãos esplâncnicos.

**Hipotermia:** Ocorre no homem quando a temperatura central do organismo cai abaixo de 35°C, de modo não intencional.

Quando a soma entre a retenção e a produção de calor for menor que os fatores que predispõem ao frio, o ser humano se torna hipotérmico. Pode

ser classificada em acidental (primária) e secundária.

A Hipotermia acidental é definida como decorrente da redução espontânea da temperatura central, pode estar associada com disfunções orgânicas agudas ou doenças crônicas agudizadas. As causas mais freqüentes são exposição ao frio, ao vento, infusão excessiva de líquidos parenterais (frios) em especial transfusões sanguíneas, imersão em ambientes gelados, umidade excessiva, entre outros.

A Hipotermia secundária caracteriza-se por disfunções ou lesões do centro termo regulador, causadas por doenças orgânicas ou uso de substâncias com ação no sistema nervoso central.

Com relação às faixas de temperatura central, a hipotermia pode ser classificada em: hipotermia leve, com temperatura entre 35°C e 32°C; moderada, com temperatura entre 31,9°C e 28°C e grave, com temperatura menor que 28°C.

As conseqüências da hipotermia são: diminuição da produção de calor, redução da termorregulação, distúrbios do sistema nervoso central e aumento da perda de calor.

**Hipertermia:** É a elevação da temperatura do corpo humano acima do normal (superior a 38°C). Na hipertermia simples, ao contrário da febre, não há perturbação funcional do sistema hipotalâmico regulador do calor corporal.

A Hipertermia pode ter causas tóxicas como uso de anti-depressivos, drogas ou toxinas e causas não tóxicas como tumores cerebrais, insolação ou infecções.

A hipertermia persistente pode causar lesão cerebral aguda e convulsões. A morte é freqüentemente súbita e provavelmente resultante de arritmia cardíaca.

Os termômetros comumente utilizados fazem uso de bulbo de mercúrio ou álcool, ou utilizam componentes eletrônicos semicondutores para indicar a temperatura.

A medição da temperatura do corpo com termômetros de mercúrio é um hábito que terá de ser abandonado por razões ambientais e de saúde pública, uma vez que são há muito conhecidas as características altamente tóxicas do mercúrio ([http://www.cpires.com/such\\_mercurio\\_1.html](http://www.cpires.com/such_mercurio_1.html), acessado em 17/06/2008), principalmente por ser um material bioacumulável, ou seja, não excretado pelo organismo humano, produzindo diversos efeitos colaterais ao pulmão, coração, rins, órgãos do sistema digestivo, medula óssea, entre outros (Clarkson TW, 1972; e Mc Farkandm, 1978).

Além do termômetro de mercúrio são utilizados termômetros digitais, que têm a vantagem de precisos, porém são de alto custo e necessitam de calibração constante.

Recentemente foi proposto um termômetro de Cristal Líquido, este termômetro tem a vantagem de ser atóxico e de baixo custo.

Um cristal líquido é um fluido com ordenação de curto alcance o qual é intermediário entre a fase cristalina, ou seja, ordenação de longo alcance, e a fase amorfa, ou seja, desordenada (figura 1). Em sistemas auto-organizados, como cristais líquidos, o impacto da presença da quiralidade é muito grande, produzindo macroestruturas com propriedades incomparáveis tais como, polarização espontânea ferroelétrica e reflexão seletiva da luz.

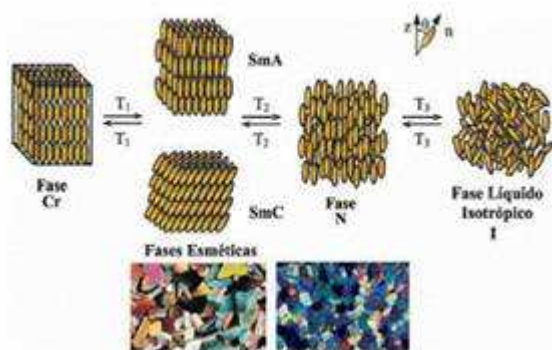


Figura 1: Transições de fases cristal, cristal líquido e líquido isotrópico para um material calamítico como função da temperatura. Onde os elipsóides representam moléculas; Cr= cristal

(sólido); Sma= fase líquido-cristalina esméctica A; SmC= fase líquido-cristalina esméctica C; N= fase líquido cristalina nemática; I= líquido isotrópico. Abaixo das figuras são apresentadas fotomicrografias (aumento 66x) de fases líquido-cristalinas esméctica e nemática observadas em microscópio óptico de luz plano polarizada.

Através da análise de estudos já realizados, este trabalho teve como objetivo a criação de um protótipo de um termômetro de cristal líquido utilizando sua propriedade de reflexão seletiva da luz que varia de acordo com a temperatura, na faixa de temperatura entre 32 a 35 (hipotermia) e 37 a 40 (hipertermia), para uso clínico e domiciliar.

## Metodologia

Este trabalho foi realizado com o aproveitamento de materiais cedidos pela Divisão de Mostradores de Informação do Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA), do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Trabalhando com as substâncias Oleilcarbonato de Colesterila, Benzoato de Colesterila e Pelargonato de Colesterila em diferentes proporções, é possível obter misturas que reajam à temperatura acima e abaixo da temperatura corporal de acordo com a (tabela 1).

Estas substâncias, sais derivados do colesterol e sólidos a temperatura ambiente, foram colocadas separadamente em um béquer e pesadas em uma balança analítica digital e depois juntados em um pequeno frasco de vidro com tampa.

Tabela 1 – Proporções das substâncias de acordo com a faixa de temperatura.

Substâncias	Mistura 1 (32 – 35 °C)	Mistura 2 (37 – 40°C)
Oleilcarbonato de Colesterila (g)	0,40	0,30
Pelargonato de Colesterila (g)	0,50	0,60
Benzoato de Colesterila (g)	0,10	0,10

Ao aquecê-los cuidadosamente até 100°C, eles se fundem passando para o estado líquido com uma coloração levemente amarelada. Com o resfriamento, as misturas líquidas tornam-se coloridas. A coloração aparece devido à mudança de fase do material, que passa do estado líquido para o estado sólido conhecido como cristal líquido. Composições diferentes fornecem cores

diferentes sobre faixas de temperatura diferentes. (Figura 2a e 2b)



Figura 2a – Fundição dos materiais a 100°C



Figura 2b – Demonstração das propriedades termocrômicas do material.

Visando utilizar essas propriedades colestéricas como um modo de alerta para um início de hipotermia ou hipertermia, foi desenvolvido um protótipo de um termômetro. Este termômetro foi adaptado em uma faixa torácica ajustável com as duas misturas de cristal líquido em seu centro, possuindo um visor que é feito por uma folha de alumínio, por ser não tóxico e bom condutor térmico [237 W/(m.K)]. A sua parte interna estará em contato direto com a pele e sua parte externa foi coberta com uma camada de papel de contato preto, para maior visualização das cores em análise. Sobre esta camada terá duas cavidades contendo as duas misturas. Acima desta terá uma camada de papel de contato transparente selando as cavidades.

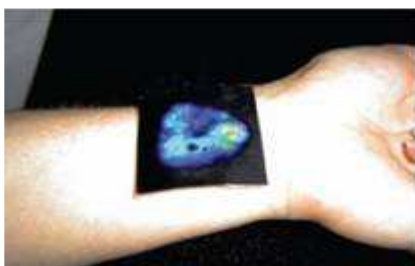


Figura 3 – Demonstração da mudança de cores em contato com a temperatura corpórea (Fernando Ely, et.,al., 2006).

## Resultados

As mudanças de cores dos cristais líquidos colestéricos induzidas por temperatura estão diretamente relacionadas a sua estrutura química.

Utilizando dessas propriedades termocrômicas foi feito o protótipo do termômetro.

Os testes realizados comprovaram a quiralidade dos cristais líquidos, e houve mudança de cor dos cristais de acordo com as temperaturas relacionadas a este trabalho.

## Discussão

Segundo Ely (Fernando E., 2006) Utilizando essa propriedade termocrômica é possível construir um termômetro de cristal líquido ou ainda, um adesivo que mapeie a temperatura de um objeto ou partes do corpo humano. De acordo com Ivan Helmuth 2005, a importância dos Cristais líquidos termotrópicos não está apenas nos aspectos de pesquisa básica em física e química, mas também por suas aplicações tecnológicas, como na fabricação de dispositivos eletro-óptico e sensores de temperatura e pressão. G.H. Brown et; al. 1979 disse que a importância destes Cristais líquidos deve-se basicamente a pesquisas de cunho fundamental, onde por exemplo, investigam-se a estrutura micelar das fases liotrópicas, a termodinâmica de transições de fase, etc... Outro fator importante é o aspecto multidisciplinar em áreas como a biologia, devido sua similaridade que estas fases liotrópicas têm com a membrana celular e estruturas no interior da célula. Com isso foi feito um protótipo de um termômetro que foi adaptado em uma faixa torácica ajustável com as duas misturas de cristal líquido de diferentes quantidades em seu centro, para verificar a temperatura corpórea citada neste trabalho.

## Conclusão

Análise de um modo simples as propriedades e possíveis utilidades de cristais líquidos colestéricos. Verificou-se a importância do alumínio no desenvolvimento do protótipo por ele ser um bom condutor térmico, aumentando a precisão e rapidez na visualização, Em termos de custos, o termômetro de cristal líquido colestérico tem baixo custo por utilizar pouca quantidade dos cristais, além dos outros materiais serem de fácil acesso (alumínio, papel de contato, faixa de nylon). E fácil e rápida visualização da faixa de temperatura, como um alerta, seja para hipotermia ou hipertermia .

## Referências

ClarksonTW-The pharmacology of mercury compounds. Ann Rev Pharmacol 1972; 12:375-406.

Ely, F.; Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2004.

F. Reinitzer, Mh. Chem. 9, 421, (1888).

Fernando Ely\*; Marcos H. Mamoru Otsuka Hamanaka; Alaide Pellegrini Mammana, Cristais líquidos colestéricos: a quiralidade revela as suas cores. (Divisão de Mostradores de Informação, Centro de Pesquisas Renato Archer 2006).

G.H. Brown and J.J. Wolken, Liquid Crystals and Biological Structures (Academic Press, N. York, 1979).

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422007000700049&lng=e&nrm=iso&lng=e](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422007000700049&lng=e&nrm=iso&lng=e) -  
acessado em 18/03/2008.

<http://www.icb.ufmg.br/fib/neurofib/Engenharia/Temperatura/processos%20biologicos.htm> -  
acessado em 08/04/2008.

[http://www.zone.com.br/rafting/index.php?destino\\_comum=dicas\\_mostra&id\\_noticias=1674](http://www.zone.com.br/rafting/index.php?destino_comum=dicas_mostra&id_noticias=1674) -  
acessado em 14/04/2008.

McFarkandm RB, Reigel H - Chronic mercury poisoning from a single brief exposure. Occup Med 1978; 20:532-4.