

# SISTEMA DE AQUECIMENTO DE SORO FISIOLÓGICO

Ingrid S.S. Muñoz <sup>1</sup>, Juliana Lopes e Silva <sup>1</sup>, Estevan Kenichi Hagiwara <sup>1</sup>,  
Renato Amaro Zângaro <sup>2</sup>, Carlos José de Lima <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univap /Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia Biomédica,  
Universidade do Vale do Paraíba, CEP 12244-000, São José dos Campos (SP), Brasil

<sup>2</sup> Univap /Laboratório de Fabricação de Cateteres, Universidade do Vale do Paraíba.

E-mail: [ingrid@univap.br](mailto:ingrid@univap.br)

**Palavras-chave:** Temperatura, termômetro digital.

**Resumo-** A temperatura do interior do corpo se mantém quase exatamente constante, dentro de uma variação de 0,6°C (1°F), dia após dia, exceto quando a pessoa apresenta uma enfermidade febril. A temperatura superficial, ao contrário da temperatura central, aumenta e diminui com a temperatura do meio ambiente. Para aumentar a temperatura corporal central é necessário a aplicação de cobertas ou equivalentes, medidas invasivas: aplicação de oxigênio aquecido e umedecido, a administração de um soro fisiológico ou glicosado *aquecidos*, lavagem gástrica, colônica e/ou peritoneal com soro fisiológico *aquecido*, etc. Após um estudo realizado junto aos funcionários do Hospital Municipal no Município de São José dos Campos, foram detectados problemas quanto ao aquecimento do soro fisiológico utilizado na Emergência e na Sala Cirúrgica. Tendo em vista esses problemas, o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de aquecimento de soro fisiológico de baixo custo e de grande eficiência, junto a um termômetro digital, para uma melhor eficácia e controle total da temperatura no sistema construído.

## Introdução

O ser humano é um ser homeotérmico, isto é, possui a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de um certo intervalo pré-determinado apesar das variações térmicas do meio ambiente (homeostasia térmica).

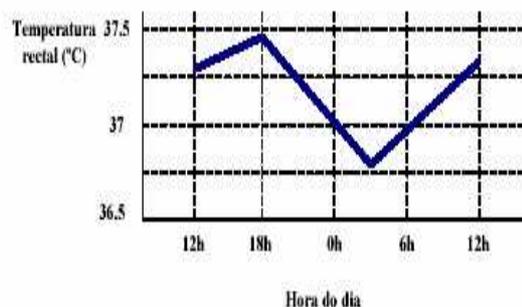
|  |
|--|
| Temperatura de equilíbrio:<br>37°C ou 98,6°F<br>Limites normais:<br>36,1° - 37,2°C ou 97° - 99°F |
|--|

A temperatura do interior do corpo (central) se mantém quase exatamente constante, dentro de uma variação de 0,6°C (1°F), dia após dia, exceto quando a pessoa apresenta uma enfermidade febril. A temperatura superficial, ao contrário da temperatura central, aumenta e diminui com a temperatura do meio ambiente. Esta é a temperatura que é importante quando nos referimos à capacidade da pele em perder calor para o meio ambiente [1].

Nenhum nível isolado de temperatura pode ser considerado normal, pois as mensurações realizadas em muitas pessoas mostram uma gama de variações de temperaturas normais, desde aproximadamente 36°C até mais de 37,2°C. Quando medidos no reto, os valores são aproximadamente 0,6°C maiores que as temperaturas orais. A temperatura normal média em geral é

considerada como sendo 37°C, quando medida oralmente [1].

A variação térmica circadiana é um fenômeno natural e geralmente não ultrapassa os 0,6°C (1°F). A temperatura corporal é menor pela manhã, aumenta ao longo do dia e é máxima pelo início da noite. O equilíbrio térmico é conseguido através do balanço entre a perda e a produção ou aquisição de calor.



**Fig. 1 – Variação térmica circadiana do ser humano**

O calor está sendo produzido constantemente no corpo como um subproduto do metabolismo e o calor corporal estão sendo também perdidos continuamente para o meio ambiente. Quando a produção de calor é exatamente igual à perda, diz-se que a pessoa está em equilíbrio térmico [1].

Os fatores que desempenham grandes papéis na determinação da taxa de produção de calor são: valor basal do metabolismo de todas

as células do corpo, aumento do metabolismo causado por atividade muscular, aumento do metabolismo causado pelo efeito da tireoxina sobre as células, aumento do metabolismo causado pelo efeito da noreperfrina e da estimulação simpática sobre as células, aumento do metabolismo causado por uma maior temperatura das células corporais [1].

Os vários métodos pelos quais o calor é perdido pelo corpo incluem: irradiação, condução e evaporação.

### **Regulação da Temperatura Corporal**

Para a manutenção de uma temperatura corporal estável, é essencial a integridade de todos os elementos envolvidos na sua regulação, nomeadamente os sensores térmicos, o centro integrador e de comando e os sistemas eferentes.

### **Limites Extremos de Temperatura Toleráveis**

A tolerância ao calor depende em grande parte do grau de umidade do ambiente. Quando o ambiente é completamente seco, o mecanismo de evaporação é eficiente pelo que temperaturas externas de 65,5°C ou 150°F podem ser toleradas durante várias horas. Se o ar apresentar uma saturação em H<sub>2</sub>O de 100%, a temperatura corporal começa a subir quando a temperatura externa é superior 34,4°C ou 94°F. Na presença de umidade intermédia, a temperatura corporal central máxima tolerada é de aproximadamente 40°C ou 104°F, enquanto a temperatura mínima ronda os 35,3°C ou 95,5°F.

### **Distúrbios da Regulação Térmica**

Numa situação normal, os sensores térmicos detectam variações da temperatura corporal central e cutânea que transmitem ao centro integrador o qual através de múltiplas vias eferentes promove respostas que visam a conservação ou a dissipação de calor. Anomalias da função ou danos estruturais a qualquer um destes níveis podem resultar na perda da capacidade de regulação térmica.

#### **a) Febre**

A febre é a elevação da temperatura corporal como resultado de uma alteração do centro termoregulador localizado no hipotálamo – alteração do ponto de regulação térmica. A elevação do ponto de regulação térmica desencadeia uma série de mecanismos destinados a aumentar a temperatura corporal central (tremores, vasoconstrição, aumento do metabolismo celular, etc.) por forma a atingir o novo equilíbrio. As substâncias capazes de induzirem febre são denominadas de pirogêneos, podendo ser endógenos ou exógenos. A febre também pode ser causada por lesões cerebrais derivadas de cirurgias encefálicas que afetam o hipotálamo, ou por lesões tumorais.

Em muitas circunstâncias a elevação da temperatura corporal aumenta as possibilidades de sobreviver numa situação de infecção. Este efeito é conseguido graças à diminuição do crescimento e da virulência de várias espécies bacterianas e ao aumento da capacidade fagocítica e bactericida dos neutrófilos e dos efeitos citotóxicos dos linfócitos, promovidos pela febre. Contudo, o aumento da temperatura corporal tem os seus custos, um aumento da temperatura de 1°C, leva ao acréscimo de 13% no consumo de oxigênio e a maiores necessidades hídricas e calóricas, o que pode ser nefasto para pessoas com função vascular cerebral e cardíaca marginal. Por exemplo, nos fetos um único episódio de temperatura axilar 37,8°C ou 100°F no primeiro trimestre de gravidez, aumenta 2 vezes o risco de defeitos do túbulo neural no feto.

#### **b) Hipertermia**

É a elevação da temperatura corporal acima do ponto de regulação térmica, mais frequentemente secundária à ineficiência dos mecanismos de dissipação do calor ou, menos frequentemente, por produção excessiva de calor com dissipação compensatória insuficiente.

Temperaturas superiores a 41°C induzem desnaturação enzimática, alteração da função mitocondrial, instabilidade nas membranas celulares e alteração das vias metabólicas dependentes de O<sub>2</sub>, podendo culminar em falência de múltiplos órgãos.

#### **c) Poiquiloterma**

É a regulação inadequada da temperatura corporal central que se caracteriza por perda da capacidade homeotérmica (capacidade de manter a temperatura corporal dentro de um certo intervalo pré-determinado apesar das variações térmicas do meio ambiente).

#### **d) Hipotermia**

É a diminuição da temperatura corporal para valores inferiores a 35°C (95°F); classificada em acidental (primária) ou secundária, consoante a ausência ou presença de disfunção do centro termoregulador hipotalâmico, respectivamente. Quando a temperatura corporal desce abaixo de 30°C, a capacidade do hipotálamo para regular a temperatura é perdida; uma diminuição da capacidade de regulação já pode ser notada abaixo dos 35°C.

A redução da temperatura corporal desencadeia por intermédio do hipotálamo mecanismos de produção de calor nomeadamente a termogênese muscular e a libertação de catecolaminas (por via do SNA simpático e das glândulas supra-renais).

Numa fase inicial, verifica-se uma resposta mediada por catecolaminas no sentido

de contrapor a hipotermia, a qual consiste no aumento da frequência cardíaca, do débito cardíaco e da pressão arterial média. Posteriormente, esta resposta é suplantada pelos efeitos inotrópicos e cronotrópicos negativos da hipotermia, o que culmina na diminuição do débito cardíaco e da perfusão tecidual. Geralmente, trata-se de agentes com capacidade depressora do SNC ou inibidores do metabolismo celular.

A hipotermia provoca um abrandamento da atividade enzimática (para cada diminuição de 10°F ocorre uma redução para metade da taxa de produção de calor), vasoconstrição periférica e ineficiência das vias metabólicas dependentes de oxigênio (redução de 6% no consumo de O<sub>2</sub> para cada diminuição de 1°C). A vasoconstrição marcada pode originar queimaduras pelo frio essencialmente ao nível dos pavilhões auriculares, do nariz e das extremidades das mãos e pés, o que pode finalizar em gangrena dessas áreas.

Inicialmente também pode existir taquipnéia mas à medida que a hipotermia se torna mais pronunciada ocorre depressão do centro respiratório com redução da ventilação alveolar e conseqüentemente da PaO<sub>2</sub>.

A diminuição da perfusão tecidual e do aporte de oxigênio leva ao sofrimento celular e pode progredir para uma falência multiorgânica. No coração, a hipotermia traduz-se no electrocardiograma por bradicardia sinusal, lentificação da velocidade de condução com bloqueio auriculo-ventricular, prolongamento do intervalo QT, alongamento do complexo QRS e inversão da onda T. Quando a temperatura desce até 32-33°C, aparece uma onda extra na porção terminal do QRS que é denominada Onda de Osborne (elevação proeminente do ponto J).

#### **Situação de Hipotermia**

As medidas terapêuticas num caso de hipotermia visam evitar a perda de calor, aumentar a temperatura corporal central para além de antecipar e prevenir possíveis complicações.

##### **a) - Evitar perda adicional de calor**

Remoção da pessoa da exposição ao frio.

Substituição da roupa molhada por seca.

##### **b)- Aumentar a temperatura corporal central**

Aplicação de cobertas ou equivalentes,

Medidas invasivas: aplicação de oxigênio aquecido e umedecido através de uma máscara ou tubo endotraqueal, a administração de um soro fisiológico ou glicosado aquecidos, lavagem gástrica, colónica e/ou peritoneal com soro fisiológico aquecido, etc.

## **MATERIAS E MÉTODOS**

Este trabalho foi dividido em duas partes: sistema físico e a construção do termômetro digital (que está em andamento, na etapa final).

Foram utilizados para o sistema físico, tubos de PVC (18 peças), onde os mesmos foram funilados e lixados para ficarem do mesmo tamanho.

Uma Bambona cortada e lixada.

4 lâmpadas de 25 W cada uma, para o aquecimento.

Fios e tomadas para a ligação do equipamento.

Tela de inox, para o apoio dos tubos de PVC.

A construção do termômetro digital já está na sua etapa final.

## **Discussão e Resultados**

Após um estudo realizado junto às enfermeiras do Hospital Municipal no Município de São José dos Campos, foram detectados problemas quanto ao aquecimento do soro fisiológico utilizado na Emergência e na Sala Cirúrgica.

O soro fisiológico, neste estabelecimento de saúde, é aquecido utilizando-se uma caixa com uma lâmpada de uso doméstico, sem controle algum de temperatura dos frascos de soro. Já na sala cirúrgica e em caso de emergência, o soro é aquecido em microondas, isso pode acarretar vários problemas: falta de controle da temperatura, que pode chegar a temperaturas mais altas que o necessário (37°C); desconhecimento dos danos que as microondas podem causar nas embalagens do soro fisiológico ou mesmo à saúde dos pacientes.

Tendo em vista esses problemas, o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de aquecimento de soro fisiológico de baixo custo e de grande eficiência.

Os materiais utilizados foram de baixo custo, visando obter um resultado coerente que pudesse manter uma temperatura ideal para os parâmetros estabelecidos.

Foi obtido o resultado esperado, onde temos um sistema de aquecimento controlado, e condicionado adequadamente, de maneira a facilitar o manuseio dos profissionais da área da saúde.

## AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Renato do Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes.

Ao Sr. José Da oficina mecânica da Univap da Urbanova.

Aos funcionários do Hospital Municipal de São José dos Campos.

## CONCLUSÃO

Tendo em vista os problemas encontrados na área da saúde, o objetivo deste trabalho de desenvolver um sistema de aquecimento de soro fisiológico de baixo custo e de grande eficiência, foi atingido.

## REFERÊNCIAS

1 – GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia**

**Médica**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara

Koogan, 1989. 673-681p.

[http://fisiologia.med.up.pt/Textos\\_Apoio/Termorreg.pdf](http://fisiologia.med.up.pt/Textos_Apoio/Termorreg.pdf)

2- Body temperature, temperature regulation, and fever. In: Guyton, editor. **Textbook of Medical Physiology**. W.B. Saunders Company, 9th edition: 822-833.

3- Beutler B, Beutler SM. The pathogenesis of fever. In: Goldman, Bennett and all, editors. **Cecil textbook of medicine**. W.B. Saunders Company, 21st edition: 1565-1567.

4- Yoder E. Disorders due to heat and cold. In: Goldman, Bennett and all, editors. **Cecil textbook of medicine**. W.B. Saunders Company, 21st edition: 512-515.

5- Gelfand JÁ, Dinarello CA. Fever and hyperthermia. In: Fauci, Braunwald and all, editors.

**Harrison's. Principles of internal medicine**. Mc. Graw Hill, 14th edition: 84-89.