

# Desenvolvimento de um Aparato de Banho para ser Aplicado em Leitos de Hospitais

**Leandro Carvalho Pereira**

Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, cp.leandro@hotmail.com

**Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa**

Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, vanessaproduc@hotmail.com

**Mentor da Faculdade**

Rogério Sales Gonçalves

Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, rsgoncalves@mecanica.ufu.br

## RESUMO

Este trabalho objetiva desenvolver um aparato portátil e compacto para a realização de banhos no leito hospitalar. Apesar dos avanços tecnológicos, o banho efetivado no leito utiliza equipamentos rudimentares constituído de baldes e bacias de água, conhecido como método tradicional de banho no leito, além de comprometer a higiene do paciente e a saúde do profissional de enfermagem. O aparato, foco deste trabalho, é constituído basicamente por um carrinho móvel no qual o reservatório com água para a efetivação do banho foi instalado. Para o aquecimento e a saída da água do reservatório foram utilizados uma resistência elétrica e uma bomba de drenagem, respectivamente. Um microcontrolador PIC (em inglês *Peripheral Interface Controller*) foi utilizado para atuar como unidade central de processamento. Um controle *on/off* foi implementado para controlar a resistência e aquecer a água em uma temperatura desejada conforme a condição clínica do paciente. Duas grandes vantagens deste aparato estão relacionadas com a rapidez do procedimento técnico da higiene e a melhor postura ergonômica dos funcionários. Além disso, é fácil de ser utilizado e transportado, é lavável e de baixo custo.

**Palavras chaves:** Aparato de banho, banho no leito, controle de temperatura, ergonomia, higiene.

## ABSTRACT

This work aims to develop a portable and compact apparatus for performing baths in the hospital bed. Despite technological advances, the bath effected in bed using rudimentary equipment consisting of buckets and water, termed as a traditional method of bed bath basins, besides compromising hygiene of the patient and health professional nursing. The apparatus, focus of this work, consists basically of a mobile cart in which the tank with water to the effectiveness of the bath was attached. For heating and water outlet of the reservoir were used an electrical resistance and a drainage pump, respectively. A PIC (Peripheral Interface Controller) microcontroller was used to act as the central processing unit. An on/off control was implemented to control the resistance and heat water in a desired temperature depending on the clinical condition of the patient. Two major advantages of this apparatus are related to the fast technical procedure of hygiene and better ergonomic posture of users. Moreover, it is easy to be used and transported, is washable and inexpensive.

**Keywords:** Apparatus bath, bed bath, temperature control, ergonomics, hygiene.

## 1. INTRODUÇÃO

O banho no leito consiste na higienização total ou parcial do corpo de pacientes totalmente dependentes, sem condições de saírem do leito. É um procedimento de enfermagem que tem por finalidade limpar (remoção de tecido necrosado, microrganismos e secreções) e observar o estado da pele, estimular a circulação sanguínea,

proporcionar conforto físico e mental, promover o relaxamento muscular, aliviar a sensação de fadiga e desconforto da posição permanente e remover odores desagradáveis (Figueiredo, 2003).

O banho na recuperação do paciente somente começou a ter importância no final do século XIX. A enfermeira Florence Nightingale foi à precursora da enfermagem moderna e destacou em seu livro *Notas Sobre Enfermagem* que o banho em pacientes acamados é um cuidado essencial. Segundo George (2000): “Nightingale [...] achava que a pele sem ser lavada envenenava o paciente, notando que lavá-lo e secá-lo proporciona-lhe um grande alívio”.

A higiene corporal oferecida no leito hospitalar em pacientes que possuem dificuldades ou incapacidades de locomoção, seja por um procedimento cirúrgico, idade avançada, cadeirante ou algum comprometimento físico, é feita habitualmente utilizando procedimentos rudimentares, ainda muito artesanais. Na efetivação deste banho utiliza-se, principalmente, bacias, jarros, cubas e água com temperatura instável. O banho no leito é executado por um auxiliar e/ou técnico de enfermagem e considerado um procedimento que faz parte do protocolo de higienização diária do paciente.

A execução do banho de leito tradicional é realizada nas seguintes etapas: i) lavar as mãos, preparar o material necessário e verificar a temperatura do quarto; ii) levar o carro com o material para perto do leito; iii) desprender a roupa de cama, mantendo o paciente coberto; iv) lavar o rosto; v) higienizar os membros superiores e o tórax; vi) fazer a higiene íntima; vii) higienizar os membros inferiores; viii) posicionar o paciente em decúbito lateral e lavar a região dorsal e as nádegas; ix) trocar os lençóis das camas e colocar uma camisola ou pijama limpo; x) manter o paciente em uma posição confortável conforme a sua situação e preferência; xi) por último, lavar as mãos (Avello e Grau, 2003).

Existem alguns mecanismos no mercado que auxiliam a equipe de enfermagem na realização dos banhos. O emprego desses é determinado conforme os fatores pessoais do paciente e o tipo de enfermidade, possuindo vantagens e desvantagens em suas utilizações. Alguns exemplos desses mecanismos são as cadeiras para banhos, os chuveiros portáteis e as toalhas umedecidas para banho no leito.

A fim de obter um produto que ofereça um banho seguro e confortável ao paciente, que seja rápido no procedimento da higiene quando comparado com a técnica convencional, que tenha um custo final baixo quando confrontado com outros mecanismos disponibilizados no mercado, que seja compacto, móvel e adote práticas seguras e ergonômicas de trabalho, neste trabalho será desenvolvido e construído um aparato de banho para ser aplicado nos leitos dos hospitais.

O aparato possui um recipiente para armazenamento de água limpa que está acoplado na estrutura mecânica. A água é aquecida a uma temperatura determinada pelo estado clínico do paciente. Para isto, utiliza-se uma interface eletrônica para controle do aquecimento e temperatura do líquido. Além disto, o mecanismo fornece ao paciente a água quente através de uma eletrobomba. Tem-se uma ducha manual com interruptor de fluxo de água que pode ser direcionada para aguar e enxaguar o paciente. O aparato será de baixo custo para que hospitais possam ter condições de adquirir o produto.

## **2. METODOLOGIA**

Neste projeto buscou-se uma metodologia para facilitar o trabalho desempenhado pelos profissionais de enfermagem em relação aos banhos no leito. Para compreender melhor a realização deste banho foi proposto uma visita ao Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU), localizado no Campus Umuarama na cidade de Uberlândia. A visita foi realizada no dia 4 de junho de 2013.

Percebeu-se que os banhos realizados nos leitos dos hospitais utilizam materiais que podem prejudicar a saúde do profissional de enfermagem. São materiais que apresentam dificuldades de serem transportados para os leitos, tais como recipientes (baldes, bacias ou jarras) contendo água para aguar e enxaguar os pacientes, e frequentemente não possuem locais para apoiá-los, tendo que acomodá-los na cama do próprio paciente. O profissional é obrigado a carregar os recipientes com água para o quarto, podendo se lesionar, ou seja, o peso do material prejudica a postura ergonômica do funcionário. Muitos enfermeiros reclamam de dores nas costas por causa do manuseio

desses recipientes. A foto apresentada na Fig. 1a mostra a enfermeira carregando o recipiente com água. Observe que é preciso abaixar e levantar o corpo para manusear esses materiais. Além disso, as bacias ou baldes apoiadas nas camas prejudicam a movimentação do paciente. A foto exibida na Fig. 1b detalha o recipiente apoiado sobre a cama.



**Figura 1: (a) Foto do enfermeiro carregando o recipiente com água para apoiá-lo na cama; (b) foto do recipiente apoiado sobre a cama; (c) foto da água sendo aquecida por um ebulidor; (d) foto do copo plástico utilizado para aguar e enxaguar o paciente**

A água é aquecida através de uma resistência (ebulidor elétrico) em um local específico antes de ser levada para o quarto. A Figura 1c apresenta uma foto da água presente em um recipiente de aço inox sendo aquecida por um ebulidor. A temperatura ideal para o banho é a temperatura corporal, ou seja, 37 °C, mas a temperatura da água no banho podem variar entre 29 °C e 38 °C, temperaturas maiores podem causar danos a pele. Entretanto os profissionais não possuem controle sobre a temperatura da água.

O transporte do balde sem tampa com a água aquecida até o quarto faz com que a água diminua a temperatura. Os pacientes reclamaram da temperatura da água. Geralmente o enfermeiro tem que levar novamente a água para ser aquecida.

Para aguar e enxaguar os pacientes o enfermeiro utiliza copos de plásticos, de acordo com a foto mostrada na Fig. 1d.

Na realização do banho os profissionais gastaram em média 6 litros de água para molhar e enxaguar o paciente. Se for preciso lavar os cabelos podem ser gastos até 10 litros de água, tendo que levar para os quartos recipientes maiores.

É gasto muito tempo para o procedimento da higiene corporal. Vários fatores contribuem para esta demora, tais como: transporte de equipamentos, aquecimento da água várias vezes durante o banho e recipientes apoiados nas camas que dificultam o manuseio dos materiais e do paciente.

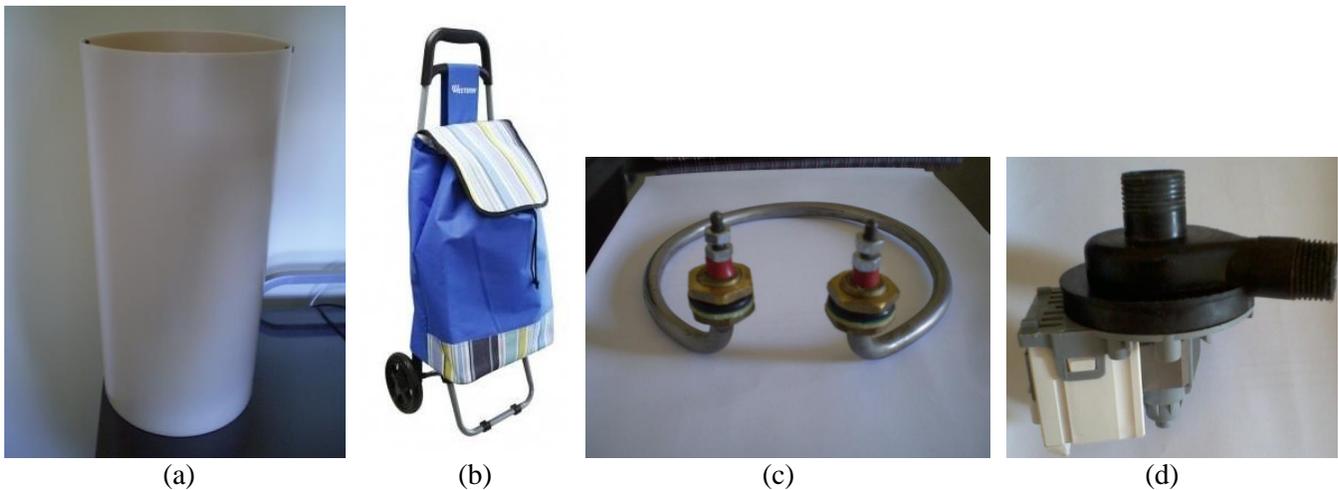
## 2.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Baseando-se nos dados coletados na visita, em que são utilizados em média 6 litros de água para a realização do banho, foi proposto que o reservatório comporte no mínimo 12 litros de água, para que possa ser realizado dois banhos sequencialmente, sem precisar enchê-lo novamente.

O reservatório selecionado (Fig. 2a) é fabricado de polipropileno PP (material reciclável) e possui as seguintes dimensões: altura externa de 500 mm, diâmetro externo de 235 mm e parede de 2,5 mm. A capacidade interna do reservatório é determinada pela Eq. (1). O raio interno  $R_{in}$  é igual a 115 mm e a altura interna  $h_{in}$  de 497,5 mm.

$$V = \pi R_{in}^2 h_{in} \quad (1)$$

A capacidade interna do reservatório é de aproximadamente 21 litros.



**Figura 2: (a) Reservatório utilizado no projeto; (b) carrinho utilizado e adaptado para o projeto; (c) resistência elétrica utilizada no projeto; (d) bomba de drenagem utilizada no projeto**

Segundo os fornecedores de polipropileno (como a Incomplast e a Vick), as principais características do polipropileno são: baixa densidade (0,9 g/cm<sup>3</sup>), alta resistência a produtos químicos, comprovadamente atóxico, impermeável a líquidos e gases, baixo custo, boa estabilidade térmica, opera até 115 °C, boa resistência ao impacto, antiaderente, ótima resistência dielétrica e alta tenacidade. Para determinar a massa do reservatório, primeiramente calculamos o seu volume pela Eq. (2), onde  $R_{ex}$  é o raio externo do reservatório e  $h_{ex}$  é a altura externa.

$$V = \pi R_{ex}^2 h_{ex} - \pi R_{in}^2 h_{in} \quad (2)$$

Sabendo-se o volume do reservatório ( $V = 1,02$  litros), a massa específica do material ( $\rho = 0,9$  g/cm<sup>3</sup> = 900 Kg/m<sup>3</sup>), pode-se calcular a massa  $m$  do reservatório pela Eq. (3) (White, 2011).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Portanto a massa do reservatório é 0,918 Kg.

Por possuir uma superfície lisa, o reservatório de polipropileno impede o depósito de germes e bactérias. Além disso, a limpeza é bem simples por não possuir cantos e arestas, podendo também utilizar produtos químicos.

Apesar do reservatório comportar aproximadamente 21 litros, somente 15 litros serão preenchidos com água. Doze (12) litros serão realmente utilizados para o banho nos pacientes acamados (dois banhos em média), e 3 litros serão reservados no fundo do reservatório para a proteção da resistência e da bomba de drenagem.

A fim de construir um aparato de banho com um preço acessível e que possua intercambialidade de peças, optou-se em comprar um carrinho de compras (Fig. 2b) para acomodar o reservatório. O carrinho é fabricado de tubo de seção circular de alumínio e possui alças e rodas de polipropileno. Sua capacidade é de 30 Kg.

O carrinho possui as seguintes dimensões aproximadas: altura de 911,5 mm, largura de 276,2 mm e comprimento de 356 mm. A massa  $m$  aproximada do carrinho é de 1,3 Kg.

O carrinho tem capacidade de 30 Kg. Sabendo-se que a massa  $m$  do reservatório é de 0,918 Kg e que a máxima massa de água que estará presente no reservatório será de 15 Kg, tem-se uma massa total de aproximadamente 16 Kg. Portanto o carrinho suporta o máximo peso que será aplicado quando o reservatório estiver totalmente cheio.

Para determinar a resistência que seria utilizada no projeto para o aquecimento da água, foi preciso conhecer a massa de água que seria aquecida, o tempo desejado para o aquecimento e as temperaturas inicial e final.

A massa  $m$  de água a ser aquecida é de 15 Kg. O tempo  $t$  desejado foi de 12 min (0,2 horas). A temperatura inicial  $T_i$  escolhida foi de 25 °C (temperatura ambiente). E considerando que a temperatura ideal do banho é a mesma do corpo, ou seja, 37 °C, a temperatura final  $T_f$  utilizada foi de 37 °C. O calor específico  $c$  da água é igual a 1 cal/g.°C.

Nesse caso, é possível calcular a quantidade de calor a partir da Eq. (4) (Halliday et. al., 2009).

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_f - T_i) \quad (4)$$

A quantidade de calor sensível  $Q$  é igual a 180 kcal. Assim pode-se calcular a potência da resistência, Eq. (5) (Chaves, 2007).

$$Pot_T = \frac{m \cdot c \cdot (T_f - T_i)}{860 \cdot t} \quad (5)$$

Onde 860 é uma constante, pois 1kW = 860 kcal, o tempo  $t$  é dado em horas e a potência  $Pot_T$  em kW.

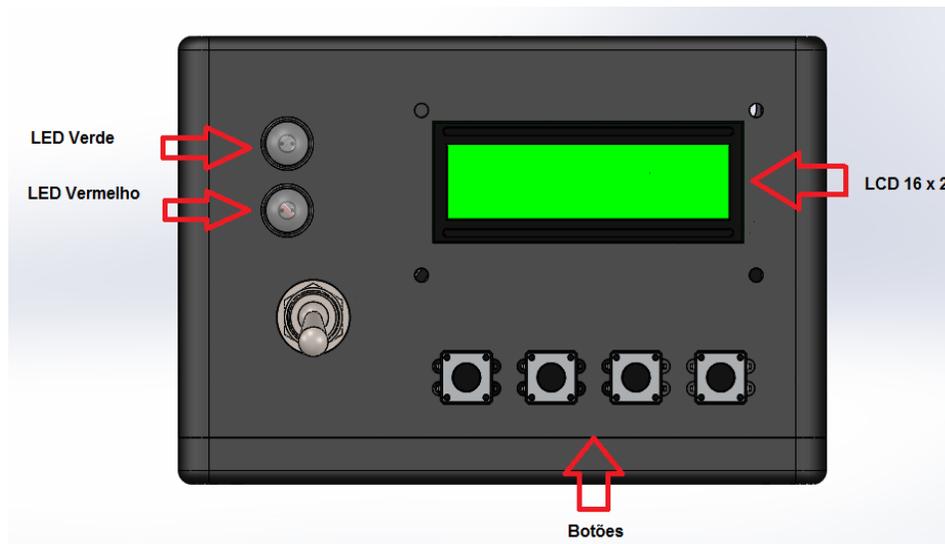
Para atender as especificações, a potência elétrica necessária é de aproximadamente 1kW. A resistência elétrica (Fig. 2c) utilizada é da fabricante Elbac e possui potência de 1 kW, tensão de 220 Volts, com uma corrente de 4,545 A.

A bomba utilizada no projeto, para retirar a água de dentro do reservatório, é uma bomba de drenagem (Fig. 2d) do tipo centrífuga e movida por um motor síncrono monofásico (conhecida como eletrobomba de máquina de lavar roupa). Esta bomba é fabricada pela ASKOLL, modelo psb-1. Segundo a ASKOLL a bomba possui tensão nominal de 220 V, com uma corrente de 0,1545 A. A potência é de 34 W e a velocidade de funcionamento de 3000 rpm.

A ASKOLL não especifica a vazão nem a altura manométrica da bomba de drenagem. Então foram realizados testes para a obtenção destes valores. Para atender os requisitos de projeto, esta bomba teria que obter uma vazão de no máximo 6 litros/min (vazão do chuveirinho residencial) e uma altura manométrica de no mínimo 1 m (altura que a mangueira deverá ser erguida para poder aguar e enxaguar o paciente).

As interfaces do sistema com o profissional de enfermagem para monitorar o processo do banho são disponibilizadas pelo display LCD (em inglês *liquid crystal display*) de 16 colunas e 2 linhas, os LEDs (em inglês

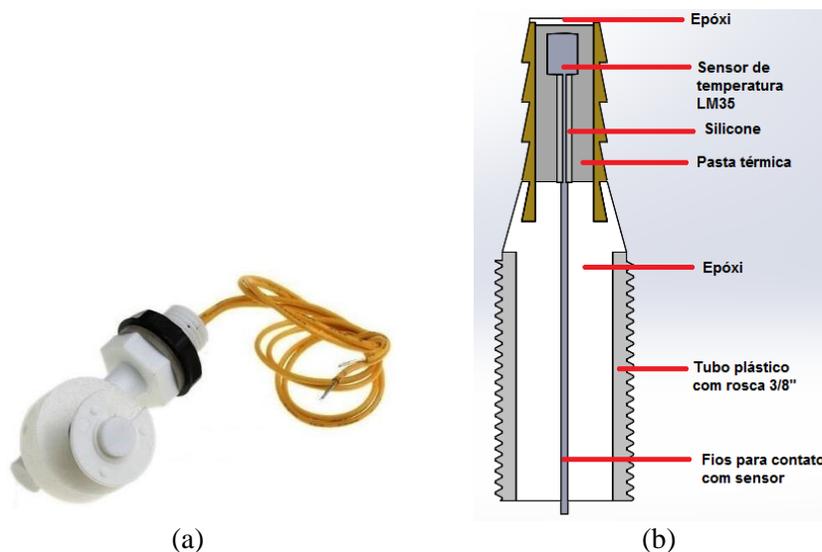
light-emitting diode) e os botões presentes na estrutura do aparato de banho (Fig. 3). Quando a chave é acionada o LED de cor vermelha acende mostrando ao usuário que o sistema elétrico do aparato foi ligado.



**Figura 3: Desenho da caixa para circuitos eletrônicos com as interfaces do sistema com o usuário**

O estabelecimento da temperatura alvo (temperatura desejada da água para a realização do banho no leito, entre 29 e 38 °C) é feito por meio dos botões. Após a escolha da temperatura, é preciso inserir água no reservatório. Através do visor de nível pode-se escolher a quantidade de água (litros) para realizar o banho. A quantidade de água é definida entre 3 e 15 litros. Com a água presente no reservatório, um sensor de nível (com finalidade de proteger a resistência elétrica e a bomba de drenagem) é acionado e indica que há água no sistema.

O sensor de nível (Fig. 4a) é uma chave magnética operada normalmente aberta, que possui uma boia de polipropileno, que quando se aproxima da haste principal fecha o contato da chave e assim poderá ligar a bomba e a resistência.

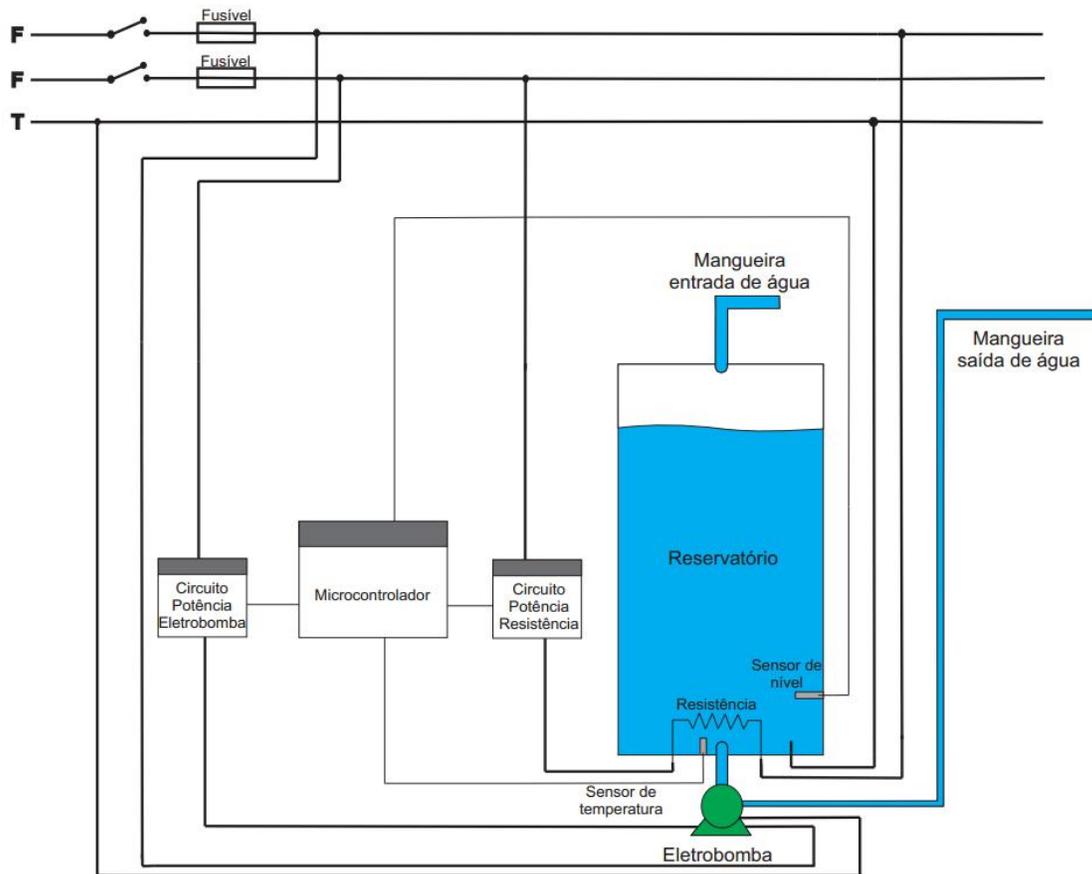


**Figura 4: (a) Sensor de nível de água; (b) desenho do encapsulamento do sensor LM35**

Para monitorar a temperatura da água, é utilizado o sensor de temperatura LM35 próximo à entrada de água na eletrobomba (Fig. 5). Foi realizado um encapsulamento do LM35 (Fig. 4b), que é acomodado dentro do tubo de metal (possui maior condutividade térmica). Dentro do encapsulamento é inserido pasta térmica para o preenchimento do espaço vazio entre o sensor LM35 e o metal. Para proteção dos contatos do LM35 foi colocada uma cobertura de silicone entre os contatos e para finalizar uma cobertura de epóxi.

O sensor captura o sinal analógico e envia para o microcontrolador PIC 18F4550. A partir do erro (que compara a temperatura lida com dois sinais de referência, chamados de limite inferior e superior) um controlador *on/off* programado no microcontrolador controla a resistência a partir de um sinal PWM (em inglês *Pulse-Width Modulation*), gerado pelo microcontrolador, ou seja, quando a temperatura lida fica menor que o limite inferior, a saída PWM do microcontrolador é ativada e o atuador é acionado com sua potência máxima, e quando o sinal de entrada fica maior que o limite superior, a saída é desligada e o atuador desligado. Desta forma é controlada a temperatura da água presente no reservatório do aparato de banho. No projeto foi definido que o limite inferior fosse a temperatura alvo escolhida pelo usuário menos dois graus Celsius ( $- 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), e o limite superior fosse a temperatura mais dois graus Celsius ( $+ 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

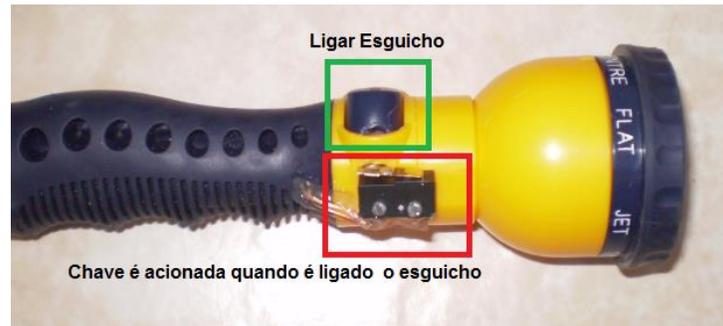
O dispositivo para fazer com que a resistência entre em aquecimento trata-se de um componente chamado de triac (presente no circuito de potência da resistência), que funciona como uma chave eletrônica liga-desliga acionada com o sinal proveniente do microcontrolador. Quando o triac é acionado ele fecha seus contatos com a resistência elétrica, que está em série com a rede elétrica e aquece o líquido. A Figura 5 mostra o esquema do projeto.



**Figura 5: Esquema do projeto**

Quando a temperatura atinge o limite inferior da temperatura alvo o LED de cor verde é acionado, indicando que o banho já pode ser realizado. O microcontrolador envia um sinal para a placa de potência da eletrobomba para acionar o relé (que comporta como uma chave liga-desliga) e fazer com que a eletrobomba entre em

funcionamento. Quando o relé é acionado, ele fecha seus contatos com a eletrobomba, que está em série com a rede elétrica e libera o líquido. Entretanto, por motivos de segurança, a eletrobomba somente é acionada quando o usuário liga o esguicho (chave fixada no esguicho), pois um cabo paralelo bicolor 2 x 0,25 mm de 5 metros é utilizado para levar e trazer o sinal que sai do PIC, passa pela mangueira de diâmetro 3/8" e pela chave (chave micro *switch* pequena com haste) presente no esguicho e volta para acionar o relé da placa de potência da bomba de drenagem. A Figura 6 mostra a chave micro *switch* fixada no esguicho. A resistência continua funcionando até atingir o limite superior de temperatura. Quando é atingido a resistência é desligada e somente volta a funcionar quando o limite inferior de temperatura é atingido novamente.



**Figura 6: Esquema Foto chave micro *switch* pequena com haste fixada no esguicho**

A temperatura atual do líquido é mostrada no LCD 16 x 2. Caso a água do reservatório diminua a ponto de acionar o sensor de nível e a resistência esteja ligada, esta é desligada automaticamente e exibe uma mensagem no LCD para a inserção de água. O LED de cor verde também é desligado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

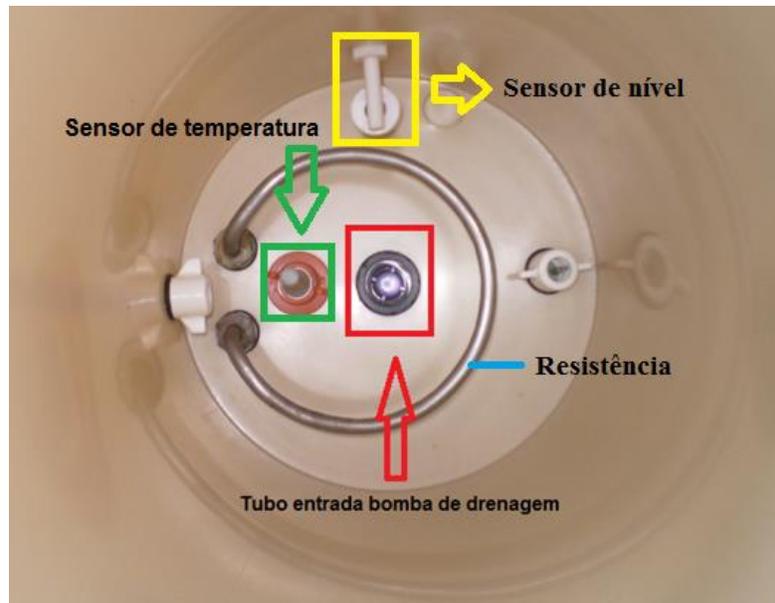
O aparato confeccionado é apresentado na Fig. 7.



**Figura 7: Fotos do aparato de banho confeccionado**

O aparato projetado possibilitará realizar banhos no leito mais completos e efetivos, sem a necessidade de retirar o paciente do leito. A água limpa a ser utilizada no banho é transportada em um reservatório de fácil abastecimento, o qual é dotado de uma bomba de drenagem para a circulação de água, conectada a uma mangueira flexível e equipada com uma ducha manual.

Os componentes do aparato de banho, tais como a resistência, o sensor de temperatura, o sensor de nível e a entrada da bomba de drenagem, são localizados dentro do reservatório de acordo com a Fig. 8.



**Figura 8: Foto do interior do reservatório do aparato de banho**

Em relação aos testes realizados para determinar a vazão média do sistema, observa-se que esta foi decrescendo rapidamente de acordo com os experimentos (experimento 1: determinação da vazão da bomba de drenagem; experimento 2: determinação da vazão com inserção da mangueira cristal de 4 metros e 3/8" de diâmetro e das conexões para conectar a mangueira no tubo de saída da bomba - luva de diâmetro 1/2" e adaptador de diâmetro 1/2" com rosca macho para mangueira de diâmetro 3/8"; experimento 3: determinação da vazão com inserção da mangueira, das conexões para conectar a mangueira no tubo de saída da bomba e do esguicho). Isto ocorre devido às perdas de carga (perda de energia) que dependem do diâmetro da tubulação, da vazão, ou mais especificamente, da velocidade de escoamento, da rugosidade interna do tubo e, portanto, do material de fabricação do tubo (aço, PVC etc), do comprimento da tubulação e das particularidades existentes no circuito (adaptadores para mangueira, luva com rosca, engate rápido e esguicho). No último teste obteve-se uma vazão média de 1,78 litros/min. com o esguicho elevado a 1 metro. Esta vazão atende a finalidade do aparato de banho, que é aguar e enxaguar o paciente sem excessos de água.

O aparato de banho desenvolvido não possui um sistema de retirada de água suja do leito. Em uma reunião realizada com os profissionais de enfermagem do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia foi decidido que não haveria este sistema, pois a quantidade de água utilizada no banho é mínima (máximo 6 litros) e como eles já têm que trocar a lençóis e o colchão é impermeável é inviável a construção deste mecanismo de sucção. O trabalho de lavagem e desinfecção deste sistema de sucção posteriormente ao uso seria muito complicado.

Com base no desempenho do aparato e no custo dos materiais, o mecanismo proposto pode ser uma alternativa economicamente viável para hospitais, asilos e casas de saúde.

#### 4. CONCLUSÃO

De uma maneira geral, pode-se considerar que as atividades desenvolvidas durante o projeto e implementação do aparato de banho foram bem sucedidas, uma vez que o sistema projetado foi capaz de armazenar até 15 litros de água, possibilitando vários banhos seguidos sem a necessidade de ser abastecido novamente; possuir mostrador digital de temperatura, possibilitando aos profissionais de enfermagem escolher a temperatura desejada para o banho conforme a condição clínica do paciente; sustentar a temperatura da água em uma faixa pré-determinada, evitando hipotermia nos pacientes; ser silencioso para esvaziar o reservatório de água, detalhe importante onde os níveis de ruído precisam ser controlado na UTI (Unidade de Tratamento Intensivo); possuir rodízios no carrinho que facilitam o transporte para beira do leito; e contar com uma ducha de água para uso contínuo ou intermitente direcionável para qualquer posição e altura.

Através dos testes realizados em laboratório, o aparelho tende a facilitar o trabalho da equipe de enfermagem, podendo ser abolida a utilização de utensílios e eliminar a desorganização do setor mobilizado pelo arsenal de materiais exigidos em um banho de leito tradicional. Cessar a busca constante de água com temperatura agradável, difícil de controlar principalmente em períodos de temperatura ambiente baixa. Melhorar a qualidade do banho do paciente, através de uma oferta de água no corpo através da ducha direcional, como também, uma quantidade maior, proporcionando sensação verdadeira de banho realizado, difícil de ser ofertado no método tradicional.

Fica explícito que os investimentos aplicados em tecnologia irá refletir diretamente na qualidade do atendimento prestado ao paciente.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, e as instituições CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

#### REFERÊNCIAS

- Avello, I. M. S., e Grau, C. F. (2003). *Enfermagem: Fundamentos do Processo de Cuidar*, 1ª edição, DCL Difusão Cultural, São Paulo.
- Chaves, A. (2007). *Física Básica: Gravitação, fluidos, ondas, termodinâmica*, 1ª edição, LTC, Rio de Janeiro.
- Figueiredo, N. M. A. (2003). *Práticas de Enfermagem: Fundamentos, Conceitos, Situações e Exercícios*, 1ª edição, Difusão Enfermagem, São Caetano do Sul.
- George, J. B. (2000). *Teorias de Enfermagem: Os Fundamentos à Prática Profissional*, 4ª edição, Artes Médicas Sul, Porto Alegre.
- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2009). *Fundamentos de Física*, 8ª edição, LTC, Rio de Janeiro.
- White, F. M. (2002). *Mecânica dos Fluidos*, 4ª edição, Mcgraw-hill, Rio de Janeiro.

#### *Autorização*

*Os autores autorizam o LACCEI a publicar o artigo nos Anais da conferência. Tanto o LACCEI quanto os editores não são responsáveis pelo conteúdo expresso neste artigo ou suas implicações.*