

# ASPECTOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM EQUIPAMENTOS DE HEMODIÁLISE

Jonas Abadio da Silva<sup>1</sup>  
Luiz Roberto Madureira Iório<sup>2</sup>

## RESUMO

Equipamentos de hemodiálise são equipamentos médico hospitalares, importantes pelo fato de seu uso ser excencial à vida de uma pessoa com diagnóstico de insuficiência renal crônica ou aguda, e com o avanço da tecnologia, os equipamentos de hemodiálise associados aos demais componentes necessários para se realizar a diálise, vêm numa crescente expansão, visando o aumento da qualidade do procedimento. O objetivo dessa pesquisa, é mostrar a importância da manutenção preventiva destes equipamentos, tanto para o paciente quanto para o operador, dando maior segurança e diminuindo o tempo em que o equipamento ficaria ocioso aguardando uma manutenção corretiva ou até mesmo peça de reposição, e por fim ter uma maior qualidade em sua utilização e aumentar sua vida útil. Mostrar que para a realização da manutenção preventiva se faz necessário preencher alguns requisitos, como uma equipe de manutenção treinada e aquisição de materiais e equipapentos necessários para que a mesma seja realizada, a fim de ter no final do processo um excelente custo benefício. Foi utilizado o método de pesquisa bibliográfica e através dos dados obtidos conclui-se que é de extrema importância a realização da manutenção preventiva nos equipamentos de hemodiálise a fim de dar maior segurança e confiabilidade aos pacientes e operadores e gerar uma diminuição dos custos de manutenção.

Palavras-chave: Manutenção preventiva. Equipamento de hemodiálise. Paciente renal.

## ABSTRACT

Hemodialysis equipment are medical hospital equipment, important because of its use be excencial the life of a person diagnosed with acute or chronic renal failure, and with the advancement of technology, equipment hemodialysis associated with other components required to perform the dialysis have an increased expansion, aimed at increasing the quality of the procedure. The goal of this research is to show the importance of preventive maintenance of equipment, both for the patient and operator, providing increased security and decreasing the time that the equipment would be idle waiting for a corrective maintenance or even replacement part, and order to have a higher quality in its use and increase its lifespan. Show that for the performance of preventive maintenance is needed to fill some requirements, such as maintaining a team of trained and acquisition of materials and equipapentos necessary for it to be done in order to have at the end of the process an excellent cost benefit. We used the method of literature and using data obtained it is concluded that it is extremely important to the performance of preventive maintenance hemodialysis equipment in order to provide greater security and reliability for patients and operators generate a decrease in maintenance costs.

Keywords: Preventive Maintenance. Hemodialysis equipment. Kidney patient.

---

<sup>1</sup> Técnico em Eletrônica formado pelo Colégio Técnico Industrial Professor Issac Portal Roldan (CTI-UNESP) e formando do curso de Sistemas Biomédicos da Faculdade de Tecnologia (FATEC).

<sup>2</sup> Tecnólogo em Saúde pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (FATEC). Especialista em Engenharia Clínica pela UNICAMP. Docente da Faculdade de Tecnologia de Bauru (FATEC). Email: Luiz.iorio@fatec.sp.gov.br

## INTRODUÇÃO

Devido a não execução da manutenção preventiva em equipamentos de hemodiálise em determinadas clínicas e hospitais do Brasil levando em consideração as hipóteses como a Falta de conhecimento técnico, a falta de equipe devidamente treinada e também a falta de investimento inicial, sendo assim, se faz necessário um estudo que aponte as principais causas desse fato, e os benefícios que a manutenção preventiva traz para as clínicas, hospitais, operadores e pacientes.

Esse estudo tem como objetivo geral mostrar a importância da manutenção preventiva, de forma que se dá maior segurança e diminui o tempo em que o equipamento fica ocioso, também de verificar a necessidade de um programa de manutenção preventiva e por fim analisar se há redução de custo, quando a manutenção é aplicada.

Para entender o que vem a ser um tratamento de insuficiência renal é necessário esclarecer que há dois tipos de pacientes: os agudos e os crônicos, onde os agudos tem uma perda momentânea da função renal devido a um trauma podendo ser essa função recuperada ou se tornar um paciente crônico, que é o paciente que perdeu parcial ou totalmente sua função renal, ou seja, sua insuficiência impede a filtragem das toxinas e retirada de líquido. Atualmente há dois métodos de tratamento, que substituem a função dos rins, e são eles, hemodiálise e a diálise peritoneal que mesmo com seus problemas e limitações, irão proporcionar a sobrevivência, com maior ou menor conforto, dependendo de inúmeros fatores. (1)

O tratamento da insuficiência renal, portanto, é um tratamento que significa a tentativa de sobrevivência do paciente ao atingir a fase parcial ou final de sua doença, significa também, que no caso da hemodiálise a pessoa terá que se deslocar de sua casa geralmente três vezes por semana e terá que ficar conectado à máquina por um período aproximado de quatro horas por sessão, onde essa máquina representa um rim artificial, externo, que irá filtrar o sangue e devolvê-lo ao corpo do paciente, com isso, tem a capacidade de filtragem igual ao rim humano, ou seja, uma hora de hemodiálise equivale à uma hora de funcionamento do rim normal. A diferença entre a hemodiálise e o rim normal é que na hemodiálise realiza-se três sessões de quatro horas, o equivalente há doze horas semanais. Já um rim normal trabalha na limpeza do organismo 24 horas por dia, sete dias por semana, fazendo um total de 168 horas semanais. Assim sendo, o tratamento com rim artificial, mantém o paciente 156 horas semanais sem filtragem, e apesar de realizar somente 12 horas semanais de diálise, já está provado que uma pessoa pode viver bem, com uma boa qualidade de vida e trabalhar sem problemas. (1)

Em síntese a hemodiálise é uma terapia que elimina o excesso de líquidos e substâncias tóxicas do sangue com um rim artificial, substituindo assim as funções renais. Os rins são os únicos órgãos nobres que podem ser substituídos por uma máquina, ainda que não por completo. Porém a hemodiálise não substitui as funções renais por completo, pois os rins não são apenas meros filtros

de sangue, eles exercem várias outras funções no organismo, tais como, controle de água corporal, controle no nível de sais minerais, controle dos ácidos (pH) no organismo, controle da pressão arterial, síntese de hormônios que estimulam a produção de hemácias e controle da saúde dos ossos através da produção de vitamina D, e para isso ocorrem as trocas de solutos com o sangue, quando a solução de diálise passa pelo filtro (capilar) através da difusão, adsorção, ultrafiltração e convecção, como descrito. a-) Difusão: Solutos urêmicos e potássio, difundem-se do sangue para a solução de diálise, obedecendo a um gradiente de concentração; enquanto que o cálcio, glicose e lactato, difundem-se da cavidade para o sangue em uma escala menor. b-) Adsorção: É a impregnação de substâncias nas paredes da membrana semipermeável. c-) Ultrafiltração: Uma pressão hidrostática maior no compartimento do sangue e menor no compartimento do dialisato, favorece a passagem de líquido do sangue para o dialisato, permitindo a retirada de volume do paciente. d-) Convecção: É a diferença de pressão entre o compartimento do sangue e dialisato, favorece a saída de líquidos do sangue, trazendo consigo solutos de baixo peso molecular. Esse arraste de solutos é conhecido como convecção. (1)

## **CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA**

Basicamente, na hemodiálise a máquina recebe o sangue do paciente por um acesso vascular, que pode ser um cateter, fistula arteriovenosa ou pela veia femoral, logo após, é impulsionado por uma bomba até o filtro de diálise (capilar), onde o sangue é exposto à solução de diálise (dialisato) através de uma membrana semipermeável que retira o líquido e as toxinas em excesso e devolve o sangue limpo para o paciente pelo acesso vascular. (2)

O capilar ou filtro é constituído basicamente por dois compartimentos, um por onde circula o sangue (fibras), e outro por onde passa o dialisato (câmara), esses compartimentos são separados por uma membrana semipermeável e o fluxo de sangue é contrário ao do dialisato, pois um exerce pressão positiva e outro negativa, permitindo maximizar a diferença de concentração dos solutos em toda a extensão do filtro. (2)

As membranas contidas no capilar são compostas por diferentes substâncias, podendo ser de celulose, celulose modificada (celulose acrescida de acetato) e substâncias sintéticas (polissulfona, etc), sendo assim temos diferentes tipos de filtros, cada um com características próprias como clearance de uréia e maior ou menor área de superfície, com isso pode-se escolher um determinado filtro de acordo com as condições clínicas e necessidades de cada paciente. A escolha do capilar é adotada pelo peso do paciente, pela tolerância à retirada de volume e pela dose de diálise necessária. (2)

Hoje em dia os capilares passam por um processo de reprocessamento, o qual limpa, analisa performance e esteriliza o mesmo. Os capilares podem ser reutilizados sempre pelo mesmo paciente evitando riscos de contaminação, eles podem ser reprocessados em painel manual ou automático, já os capilares e linhas provenientes de pacientes com sorologia positiva como HIV e Hepatite, passam por esse processo em painéis de Reprocessamento específicos para pacientes com sorologia positiva. O reprocessamento dos dialisadores utilizados em hemodiálise é permitido legalmente desde que atenda aos requisitos estabelecidos nos itens 5.5, 5.5.1 e 5.5.2 da RDC nº 154 de 15 de Junho de 2004, que estabelece que os dialisadores e as linhas arteriais e venosas podem ser utilizados, para o mesmo paciente, até 12 (doze) vezes, quando utilizado o reprocessamento manual, ou até 20 (vinte) vezes, quando utilizado reprocessamento automático em máquinas registradas na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (3)

O chamado banho ou solução de diálise, contém vários solutos como sódio (Na), potássio (K), bicarbonato, cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloreto (Cl), acetato, glicose, pCO<sub>2</sub> que somados a água tratada, entrarão em equilíbrio com o sangue durante o processo dialítico, mantendo assim a concentração sérica desses solutos dentro dos limites normais. É importante ressaltar que a água usada durante a diálise deve ser tratada e sua qualidade monitorada regularmente, e que a presença de compostos orgânicos como bactérias, e compostos inorgânicos como Alumínio, Flúor, Cloramina, entre outros, podem causar sintomas durante a hemodiálise ou induzir alterações metabólicas importantes. Quem faz o controle do banho ou solução de diálise, conforme a prescrição é a máquina de hemodiálise que mantém o controle total sobre o dialisato, como nível de condutividade e temperatura da solução, afim de evitar possíveis complicações durante o tratamento. (3)

No processo de hemodiálise ocorrem coagulações do sangue nas linhas arterial, venosa e no capilar, gerando necessidade do uso de anticoagulantes. A anticoagulação deve ser feita para evitar, como o nome já diz, a coagulação do sangue no circuito de diálise. Para esse fim pode-se usar heparina não fracionada ou de baixo peso molecular, com infusão em bolus ou mesmo de maneira contínua controlada pela máquina de hemodiálise. A diálise sem heparina deve ser usada sempre em pacientes com alto risco para sangramento, para isso utiliza-se alto fluxo de sangue e lavagem do circuito com soro fisiológico a cada 30 minutos. (3)

Os fatores que favorecem a coagulação do sistema é baixo fluxo de sangue, hematócrito alto, catéter endovenoso, alta taxa de ultrafiltração e transfusões intradialíticas. (3)

Algumas precauções devem ser tomadas com o paciente, como não receber anticoagulação quando a pressão arterial estiver com a diastólica acima de 110mmHg, como por exemplo 190x120mmHg, pois com essa situação caracterizada existe risco para a ocorrência de um acidente vascular encefálico de origem hemorrágica. (3)

No caso da diálise peritoneal, que é o processo de depuração do sangue no qual a transferência de solutos e líquidos ocorre através de uma membrana semipermeável que é o peritônio, que separa dois compartimentos, onde um é a cavidade abdominal que está contida a solução de diálise, e o outro é o capilar peritoneal, onde se encontra o sangue com excesso de escórias nitrogenadas, potássio e outras substâncias. O peritoneo age como um filtro, permitindo a transferência de massa entre os dois compartimentos, em síntese, consiste em uma membrana semipermeável, heterogênea e com múltiplos poros de diferentes tamanhos. (2)

O processo ocorre através da solução de diálise que é introduzida na cavidade abdominal através de um cateter e permanece na cavidade por um determinado tempo, para que ocorram as trocas entre a solução e o sangue. Esse processo é chamado de permanência, de modo geral, as escórias nitrogenadas e líquidos passam do sangue para a solução de diálise, onde posteriormente é drenada da cavidade peritoneal, logo após, uma nova solução é infundida, repetindo a essa sequência do processo dialítico e dando início a um novo ciclo de diálise. Cada ciclo de diálise peritoneal, que é a troca, possui três fases chamadas de infusão, permanência e drenagem e o número de trocas ou ciclos realizados por dia, assim como o tempo de permanência e drenagem, dependem da modalidade de diálise peritoneal escolhida de acordo com as características clínicas de cada paciente. (2)

Para entendermos as modalidades de diálise peritoneal temos que conhecer alguns conceitos como o de diálise peritoneal manual, onde as trocas são realizadas manualmente, como o próprio nome diz, pelo paciente ou por terceiros com treinamento prévio. Já na diálise peritoneal automática as trocas são feitas por um dispositivo mecânico chamado cicladora, onde o equipamento é previamente programado para realizar as trocas de acordo com as necessidades de cada paciente. Também temos a diálise intermitente, que ocorre quando há intervalos entre as diálises, em outras palavras, durante determinado período a cavidade abdominal fica vazia, não ocorrendo o processo dialítico. E por fim a diálise contínua, que nesse modo, ocorre diálise sem interrupção durante 24 horas por dia, assim sendo, o abdome fica sempre preenchido por líquido de diálise. (2)

A modalidades de diálise peritoneal são: a-) Diálise Peritoneal Intermitente (DPI), Onde o tratamento é realizado durante 24 a 48 horas em ambiente hospitalar, com troca a cada 1 ou 2 horas, e com frequência de 2 vezes por semana, e pode ser feita manualmente ou por cicladora, e é indicada em pacientes com alta permeabilidade, função renal residual significativa e alguns casos de insuficiência renal aguda (IRA). b-) Diálise Peritoneal Ambulatorial Contínua (CAPD), o abdome nessa modalidade fica sempre preenchido com líquido, geralmente são feitas 4 trocas por dia e é a mais adequada para a maioria dos pacientes. c-) Diálise Peritoneal Noturna (NIPD), esse tipo de diálise peritoneal é realizada a noite pela cicladora enquanto o paciente dorme, por um período de 8 a 10 horas e durante o dia a cavidade abdominal fica vazia. d-) Diálise Peritoneal Contínua por

Cicladora (CCPD), nesse modo as trocas são feitas durante a noite pela cicladora e durante o dia a cavidade abdominal permanece com líquido de diálise. e-) Diálise Peritoneal Contínua por Cicladora (CCPD) com troca manual, nesse caso uma ou mais trocas extras são realizadas durante o dia para melhor adequação do paciente. (2)

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **O que leva o Paciente à Hemodiálise**

Os grupos de risco para desenvolvimento de doenças renais agudas e crônicas podem levar o portador a ter indicação de iniciar uma terapia renal substitutiva que pode ser a hemodiálise, a diálise peritoneal ou o transplante renal. Com isso classificamos como IRA diminuição rápida da função renal, a partir da diminuição da filtração glomerular, resultando na retenção de uréia nitrogenada e de creatinina no sangue, e diminuição da diurese (oligúria ou mais raramente, anúria). Sendo assim podemos citar algumas causas para tal característica: a-) Pré-renal Contração do volume intravascular; b-) Hipotensão Insuficiência cardíaca; c-) Insuficiência hepática; d-) Insuficiência Renal Intrínseca; e-) Necrose tubular aguda: isquemia prolongada, agentes nefrotóxicos como metais pesados, aminoglicosídeos, contrastes radiológicos; f-) Lesão arteriolar; g-) Hipertensão arterial acelerada; h-) Vasculite; i-) Doenças microangiopáticas: púrpura trombocitopênica, síndrome hemolíticourêmica; j-) Glomerulonefrite; k-) Nefrite intersticial aguda: induzida por drogas; l-) Depósitos intra-renais (ex.: ácido úrico); m-)Embolização por colesterol (ex.: pós-angioplastia); n-) Pós-renal Obstrução ureteral: cálculo, tumor, compressão externa e; o-) Obstrução vesical: bexiga neurogênica, hipertrofia prostática, carcinoma, cálculo, estenose uretral, coágulo. (4)

Além da insuficiência renal aguda, temos também a Insuficiência Renal Crônica, que é uma deterioração progressiva na função renal na qual os mecanismos homeostáticos do organismo entram em falência, resultando fatalmente em uremia (excesso de uréia e outras escórias nitrogenadas no sangue), a menos que seja feita a hemodiálise ou um transplante de rim. Pode ser causada por glomerulonefrite crônica, pielonefrite, hipertensão não controlada, depleção de sódio e água, distúrbios vasculares, uropatia obstrutiva, doença renal secundária a drogas ou agentes tóxicos, infecções, etc. (4)

## Procedimentos da Hemodiálise

O processo de hemodialise se inicia com o acesso da circulação sanguínea como, por exemplo, através da punção da Fistula Arterial Venosa (FAV) com agulhas especiais, onde o sangue do paciente é impulsionado por uma delas (denominada via arterial), através de um equipo (arterial) até o interior de um filtro (capilar) e retorna, através de outro equipo (venoso), para a outra agulha (via venosa), estabelecendo uma circulação extracorporea contínua. (3)

O fluxo de sangue impulsionado pela via acesso arterial é perfundido sob pressão pelo interior das fibras ocas (fibras capilares compostas por uma membrana semipermeável), dentro do capilar ao mesmo tempo em que a solução dialisadora, que possui composição semelhante ao plasma sanguíneo, é perfundida pela superfície externa dessas fibras. (3)

A membrana desses capilares possibilita que certas substâncias presentes no sangue do paciente, tais como, uréia, creatinina, ácido úrico, fosfato e outros metabólicos, passem para a solução dialisadora, e posteriormente eliminadas. (3)

A porosidade das membranas não permite a passagem dos demais componentes do sangue que não se deseja eliminar. O excesso de água também é retirado do sangue, o equilíbrio eletrolítico e ácido básico são reestabelecidos pela difusão de substâncias componentes da solução dialisadora para o sangue do paciente. (3)

O circuito extracorpóreo está adaptado a uma máquina denominada de rim artificial, ou máquina de Hemodiálise. Essa máquina possui painéis com dispositivos eletrônicos que monitorizam e controlam a circulação sanguínea, a circulação da solução dialisadora e possíveis alterações que são detectadas e evidenciadas através da liberação de alarmes sonoros e visuais, que demandam uma intervenção imediata para a sua resolução. (4)

Para que as máquinas de hemodiálise apresentem um ótimo desempenho que resulte na eficiência e eficácia do tratamento e na minimização dos riscos para os pacientes e operadores, deve-se atentar para alguns aspectos que darão maior segurança e confiabilidade: (3)

- Ter dispositivo que permita o tamponamento por bicarbonato de sódio;
- Controlador e monitor de temperatura;
- Controle automático de ultrafiltração e monitor de pressão da solução de diálise ou monitor de pressão transmembrana com dispositivo de suspensão automática do funcionamento da bomba de sangue, parada da ultrafiltração com alarmes sonoros e visuais;
- Monitor contínuo da condutividade com dispositivo de suspensão automática da vazão da solução e com alarmes sonoros e visuais;
- Detector de ruptura do dialisador com dispositivo de suspensão automática do funcionamento da bomba de sangue parada da ultrafiltração e com alarmes sonoros e visuais;

- Detector de bolhas e proteção contra embolismo gasoso com dispositivo de suspensão automática do funcionamento da bomba de sangue e com alarmes sonoros e visuais;
- Proteção contra operação em modo de diálise quando estiver em modo de desinfecção;
- Monitor de pressão de linha venosa e arterial com dispositivo de suspensão automática do funcionamento da bomba de sangue alarmes sonoros e visuais;
- Todos os equipamentos em uso no serviço de diálise devem estar limpos, em plenas condições de funcionamento e com todas as funções e alarmes operando;
- Deve ser feita análise microbiológica de uma amostra do dialisato colhida da máquina de diálise no final da sessão (parâmetro permitido: 2000 UFC/ml);
- Deve ser estabelecida uma rotina mensal de coleta de amostras com registro, de forma que anualmente o teste tenha sido realizado em todas as máquinas;
- Deve-se proceder imediatamente à coleta e envio para análise de amostra do dialisato, a critério médico, sem prejuízo de outras ações julgadas necessárias, quando algum paciente apresentar sintomas típicos de bacteremia ou reações pirogênicas durante a diálise;
- Os manômetros do equipamento devem estar isolados dos fluidos corpóreos do paciente mediante utilização de isolador de pressão descartável de uso único;
- O serviço de diálise deve possuir máquina de hemodiálise de reserva em número suficiente para assegurar a continuidade do atendimento;
- O equipamento de reserva deve estar pronto para o uso ou efetivamente em programa de manutenção.

Para que o controle e monitoramento seja feito de forma eficaz e segura o equipamento é composto basicamente de três módulos, sendo eles o monitoramento de sangue, o monitoramento de fluído e o painel de operação, como descrito a baixo:

- O Monitor de Sangue faz com que o sangue seja controlado por um monitor extra corporal, que é composto pelos seguintes itens: a-) Monitoramento do fluxo de sangue; b-) Monitoramento da pressão venosa; c-) Monitoramento da pressão arterial; d-) Monitoramento do fluxo de heparina; e-) Monitoramento do Detector de ar; f-) Monitoramento do detector de *priming*; g-) Monitoramento dos *clamps* arterial e venoso.

Já o Monitoramento de Fluído é composto por: a-) Válvula reguladora de pressão; b-) Pressostato que identifica a pressão; c-) Válvulas unidirecionais; d-) *Flow Switch* (Sensor de fluxo); *Heater* (Aquecedor); e-) *Treg* (Sensor de temperatura).

- O *heater* (aquecedor) só entra em funcionamento se o *flow switch* (sensor de fluxo) identificar um fluxo de água, o aquecedor funciona em corrente alternada com a mesma tensão de alimentação do equipamento, com a temperatura informada pelo operador do equipamento, o regulador de temperatura irá ligar a ou as resistências do aquecedor para aquecer a água que será



controlado pelo *treg* (sensor de temperatura) aumentando ou diminuindo o ciclo da ou das resistências.

- Depois que a água é aquecida, temos que acrescentar a solução ácida e de bicarbonato, consegue-se com isso auxílio de bombas de proporção, sendo uma para cada solução, onde a bomba “A”, denominada ácida, suga a solução e injeta na água aquecida, depois entra na câmara de mistura “A”, em seguida na célula de condutividade “A”, depois na válvula de flush BCH. Já a bomba “B”, denominada bomba de bicarbonato, suga a solução e injeta na água com a mistura (água/solução ácida), que depois entra na câmara de mistura “B”.

O Painel de Operação tem a função de controlar e supervisionar as unidades de sangue, de fluido e de mistura. É constituído de botões, gráficos de barras, caminhos do fluxo, visor de horas, *display* de informações, botão de seleção, e é disposto a seguir:

- O Grupo de higiene é composto de botões que são utilizados para escolher os modos da máquina que estão relacionados, sobre tudo, com a desinfecção, lavagem e a drenagem da unidade de fluido e da unidade de mistura.

- Grupo de seleção de modos: Os botões neste grupo são utilizados para escolher diferentes modos de tratamento.

- Grupo de supervisão de tratamento: Este grupo mostra de modo gráfico o estado do tratamento e permite uma apresentação completa de todos os parâmetros importantes de tratamento, tais como, Gráfico de barras, Diagrama de fluxo, Indicador de tempo.

- Grupo de prontidão: Este conjunto de botões pode ser utilizado para controle direto de determinadas funções.

- Grupo de ajuste e indicadores: Os botões de seleção são usados para definir todos os parâmetros. O fluxo de sangue é sempre controlado diretamente através do botão de seleção de fluxo de sangue. As informações são apresentadas no *display* de informação.

## **MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

### **O que é Manutenção Preventiva em Equipamentos de Hemodiálise**

Para que seja prolongado o tempo de uso do equipamento hemodiálise, deve-se realizar periodicamente a manutenção preventiva (MP), para com isso garantir um funcionamento adequado e seguro, tanto para o usuário quanto para o paciente, e seguindo as especificações contidas na NBR IEC 60601-1/1997, NBR IEC 60601-2-16/2003. A manutenção preventiva dos equipamentos de hemodiálise tem como base aspectos como calibração, ajuste, aferição e verificação das funções do

mesmo, assim como de seus módulos, e se houver desgaste ou deterioração de alguma peça também deve ser substituída. (5,6)

Para se iniciar um programa de manutenção preventiva em equipamentos de hemodiálise, a equipe de manutenção deve ter experiência em manutenção corretiva, tal como o responsável pelo gerenciamento, caso esse profissional seja novato, esse programa deve ser iniciado após um período de prática no gerenciamento da manutenção corretiva, onde é sugerido aproximadamente doze meses. (7)

Outros aspectos também devem ser levados em consideração na implantação do programa de manutenção preventiva, tais como o local que deve ser apropriado com um espaço adequado, possuir régua de gases com oxigênio e ar comprimido, instalações elétricas com aterramento, bancada com manta anti-estática visando à avaliação de possíveis defeitos em placas de controle e componentes sensíveis, ferramental apropriado, equipamentos de EPI e material para assepsia e higiene. (7)

Devido os diferentes tipos, marcas e modelos de equipamentos de hemodiálise, que são aplicados em diversas utilidades, a manutenção preventiva é bem variada, mesmo se tratando de equipamentos de hemodiálise, por isso não há um manual ou roteiro específico para todos os equipamentos, o que existe é a sugestão de alguns itens pelo fabricante contidas no manual técnico, tais como troca de peças, ajustes, verificações e calibrações, assim como os itens que o gerente de manutenção juntamente com sua equipe técnica acharem relevantes que sejam incluídos, esse programa de manutenção não tem sua aplicação contida apenas no desempenho do equipamento, mas também no suporte, rodízios, acessórios, limpeza interna e externa, gabinete, entre outros.

### **Aspectos da Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva e corretiva das máquinas de hemodiálise e dos demais equipamentos utilizados nos serviços de hemodiálise deve obedecer à frequência e ao procedimento indicado pelos fabricantes dos mesmos. Esses equipamentos também devem ser calibrados para que sejam assegurados resultados válidos. O serviço de manutenção das clínicas deve elaborar um cronograma que especifique os intervalos da manutenção preventiva e da calibração dos equipamentos e manter arquivado o registro desses serviços. (7)

Para garantir o funcionamento adequado das máquinas de hemodiálise, um técnico qualificado deve realizar uma série completa de procedimentos de manutenção preventiva em intervalos regulares, as informações de manutenção e calibração que o profissional capacitado necessita estão contidas no manual do fabricante. (7)

Os procedimentos de manutenção preventiva foram concebidos para exigir um mínimo de tempo, garantindo que a máquina é mantida em condição de funcionamento ideal. Incluídas nesses procedimentos de manutenção preventiva estão verificações para analisar a operação normal da máquina. Caso a máquina tenha alguma verificação reprovada por algum destes testes, o reparo ou calibração pode ser necessário, em seguida, deve-se repetir a verificação e os testes até que as especificações sejam atendidas.

É sugerido a realização de pelo menos uma manutenção preventiva a cada dois anos, mas há um consenso de que anualmente a mesma deve ser realizada. A taxa de manutenção preventiva pode ser diferente, devido a variações do ambiente operacional. O equipamento funcionará como projetado apenas se for utilizado e mantido de acordo com as instruções do fabricante, e quaisquer garantias feitas pelo fabricante com respeito ao equipamento, são nulas se o produto não for utilizado em conformidade com as instruções fornecidas no manual. Qualquer fabricante não aceitar a responsabilidade por qualquer dano ou prejuízo resultante do uso indevido ou o uso não autorizado de manutenção ou reparo.

Para cumprir os procedimentos de manutenção preventiva para o equipamento, algumas peças devem ser trocadas, essas peças são chamadas de *kit* preventiva e geralmente nessa ocasião é sugerido a troca de mais de um *kit* de peças para preventiva, onde o técnico deve escolher de acordo com as características de utilização de seus equipamentos, e com esses *kit's* são fornecidas listas de verificação contendo instruções de troca de peças de reposição que estão incluídas nos *kits* de manutenção.

Ao realizar os procedimentos de manutenção preventiva ou calibrações, que requerem o acesso ao interior da máquina, o técnico deve ter dispositivos de segurança adequados, como pulseiras de aterramento ou esteiras de aterramento, no lugar para evitar danos a componentes sensíveis à eletrostática dentro da máquina.

Durante a reparação de qualquer uma das partes da passagem de fluxo, deve-se ter cuidados especiais e também prezar por uma ótima higiene. Depois de um programa de manutenção preventiva, deve ser realizado a desinfecção do equipamento antes de um tratamento ser realizado. Para a realização da manutenção preventiva deve-se elaborar uma metodologia seguida de um *check-list*, gerando um processo, onde constaram as seguintes etapas e análises: a-) Higiene; b-) Testes Qualitativos; c-) Testes Quantitativos; d-) Desempenho.

Esse processo tem por finalidade de dar confiança e segurança aos usuários e pacientes, dando um excelente desempenho, reduzindo falhas e imprevistos durante a utilização do equipamento.

No início da manutenção preventiva deve-se providenciar os materiais, ferramentas e equipamentos necessários para tal atividade como: Ácido Acético, Ácido Peracético e Álcool 70%

para limpeza e desinfecção do equipamento de hemodiálise, analisador de parâmetros para as devidas calibrações, chaves Philips, chaves de Fenda, Alicates, Chaves de Boca ou Canhão, Chave *Allen* para abertura e fechamentos do equipamento, retirada e colocação de módulos, peças e componentes, assim como produtos de limpeza como detergente e equipamentos de proteção individual (EPI) como Jaleco, luvas e dependendo da atividade óculos.

Em seguida começa-se a ser realizada a higiene do equipamento, sendo ela composta de limpeza externa e limpeza interna. Depois se passa para os testes qualitativos, que estão ligados a uma inspeção visual e manual de itens, como por exemplo, verificar se o gabinete esta em condição de uso, analisar o cabo de força, verificar fusíveis, indicadores, suportes, filtros, rodízios, etc. A próxima etapa são os testes quantitativos, onde os resultados vão ser medidos, ou seja, será realizada a inspeção de desempenho do equipamento, nessa etapa serão verificados, analisados e calibrados transdutores de pressão, sensores e detectores, câmaras e células bombas, etc. Posteriormente é verificado o desempenho do equipamento, que esta relacionada com a autonomia da bateria interna em caso de falta do fornecimento de energia, e se o equipamento esta com todos os itens verificados em plena condição de funcionamento.

Vale salientar que é de extrema importância haver um espaço específico para possíveis observações.

Após a realização de todas as análises e testes, deve-se concluir a manutenção preventiva classificando o equipamento em Liberado para uso, Não liberado para uso; e Liberado para uso com restrições.

Lembrando que a lista de checagem, ou formulário de manutenção preventiva, deve conter em seu início os dados do equipamento com: Marca, Modelo, Patrimônio, Número de Série, Setor, unidade, Número da Ordem de Serviço, Executor e Data de Execução, como modelo no quadro a seguir.

EXEMPLO DE ITENS - CHECK LIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA						
<b>Marca:</b>	<b>Patrimônio:</b>			<b>Executor:</b>		
<b>Modelo:</b>	<b>Setor:</b>			<b>Nº da O.S.</b>		
<b>Nº de Série:</b>	<b>Data:</b>			<b>Centro de Custo:</b>		
<b>Higiene</b>						
Limpeza Externa	OK			Não OK		
Limpeza Interna	OK			Não OK		
<b>Testes Qualitativos</b>						
Gabinete	OK			Não OK		
Cabo de Força	OK			Não OK		
Fusíveis	OK			Não OK		
Indicadores/Led	OK			Não OK		
Suportes	OK			Não OK		
Filtros	OK			Não OK		
Rodízios	OK			Não OK		
<b>Testes Quantitativos</b>						
Transdutor de Pressão de Entrada	OK			Não OK		
Transdutor de Pressão de Saída	OK			Não OK		
Condutividade	OK			Não OK		
Câmara de Compensação	OK			Não OK		
Detector de Priming	OK			Não OK		
Detector de Ar	OK			Não OK		
<b>Desempenho</b>						
Bateria	OK			Não OK		
Equipamento	OK			Não OK		
<b>Observações:</b>						
<b>Liberaado para Uso</b>		<b>Não Liberado</b>		<b>Liberado com Restrições</b>		

**Quadro 1** – Exemplo de Check List para Equipamentos de Hemodiálise

**Fonte:** Jonas Abadio

### **Benefícios da Manutenção Preventiva**

Uns dos principais motivos de se realizar um programa de manutenção preventiva é a diminuição de erros e quebras inesperadas ocasionadas pelo desgaste, além disso, há uma diminuição no custo da manutenção com o decorrer do tempo, diminuição de falhas, redução do tempo em que o equipamento fica parado para reparos e uma diminuição considerável em peças no estoque, assim, pode-se afirmar que há uma melhora relevante quanto a utilização do equipamento, assim como, o aumento da vida útil do mesmo. (7)

Quando se refere ao custo de manutenção, é somada uma série de fatores e valores, tais como o custo da mão de obra (hora técnica), ferramental, materiais e peças acessórios e equipamentos complementares aos testes, análises e calibrações. Já quando se refere à falhas, logo se nota a diminuição no índice de parada do equipamento por eventos inesperados, isso se deve as inspeções, testes, calibrações e troca eventuais de peças, torna a utilização do equipamento mais segura e eficaz, diminuindo os riscos, mas não os eliminando.

Devido há verificação dos módulos, funções e componentes do equipamento de hemodiálise durante uma manutenção preventiva, tem-se a diminuição do índice de parada do equipamento para reparo, pois qualquer anormalidade, desgaste e imprecisão, logo as peças são substituídas, aferidas e calibradas. Portanto através dessa somatória de itens, somados a um programa de gerenciamento de manutenção preventiva e orientações feitas pelo fabricante, através do manual, tem-se uma compra programada de peças para a execução da manutenção e também de peças que através da análise preventiva, identificou-se a periodicidade de seu desgaste ou quebra, evidenciando assim a redução de peças em estoque.

Para se implantar um programa de manutenção preventiva tem-se um investimento elevado a princípio, mas fazendo uma análise em longo prazo, o custo é compensado através dos benefícios citados anteriormente, evidenciando que um equipamento de hemodiálise parado é sinônimo de prejuízo, principalmente em hospitais e clínicas particulares que visam o lucro, e com um equipamento parado deixam de arrecadar.

Um programa de manutenção preventiva bem estruturado, torna o processo pelo qual o usuário utiliza-o aplicando ao paciente, cada vez mais seguro e confiável, diminuindo os riscos para ambos, não isentando de falhas e defeitos, mas sim reduzindo.

## **CONCLUSÃO**

Levando em consideração os equipamentos médicos, conclui-se que a realização da manutenção preventiva é de extrema importância, ainda mais em equipamentos de suporte a vida, como o equipamento de hemodiálise, que de acordo os padrões pré estabelecidos, deve operar em perfeitas condições. Visto também que a manutenção preventiva tras excelentes aspectos, tais como, redução de custos de manutenção, redução do estoque de peças sobressalentes, aumento da vida útil das peças, redução do tempo de parada do equipamento para reparo, melhoria na segurança do operador usuário e da maior confiabilidade no uso do equipamento, não isentando o equipamento de possíveis falhas inesperadas que possam ocorrer, mas sim minimizando-as.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BUSATO, O; MARTINS, C. et al. **Transplante Renal:** aspectos emocionais, perspectiva da relação médico-paciente. Porto Alegre: Artes Médicas, 1975.
- (2) **HEMODIÁLISE.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Hemodi%C3%A1lise> Acesso em: 8 set. 2012.
- (3) AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 154, de 15 de junho de 2004. Estabelece o Regulamento Técnico para o funcionamento dos Serviços de Diálise. Brasília, DF, 2004.
- (4) ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS RENAIIS CRÔNICOS. **A Insuficiência Renal e o seu Tratamento:** Um guia para o paciente renal crônico. São Paulo, 1995.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR IEC 60601-1-1: Sistemas Elétrômédicos. Rio de Janeiro, 1997.
- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR IEC 60601-2-16: Equipamento Eletromédico. Prescrições Particulares para Segurança de Equipamentos de Hemodiálise, Hemodiafiltração e Hemofiltração. Rio de Janeiro, 2003.
- (7) BRASIL. Ministério da Saúde. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção:** capacitação a distância. Brasília, DF, 2002.