

ESTUDO DE CASO: INVESTIGAÇÃO DO PROCESSO DE ESTERILIZAÇÃO POR AUTOCLAVE

AMORIM, R.,D.¹; BUENO, D.,S.²; TORRES, L.,H.³; MARÇAL, R.,C.⁴

¹rafaelamorim_engmec@outlook.com, ²diogobueno2010@hotmail.com, ³leandrohenrique_@live.com,

⁴roberto.marcal@docente.unievangelica.edu.br
Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica
Engenharia Mecânica

Resumo: Pesquisa desenvolvida em um hospital brasileiro, de modo a investigar os custos, a eficiência e a qualidade do processo de esterilização hospitalar, realizado no Centro de Materiais Estéreis (C.M.E) por uma autoclave (A autoclave em questão foi uma de tipo horizontal da marca Ortosíntese e modelo AC-523). A esterilização hospitalar é uma técnica para destruir todas as formas de vida microbiana (vírus, fungo, bactéria, esporos, protozoários e helmintos) em superfícies e objetos que tenham algum tipo de contato com o paciente prevenindo assim o risco de infecções. Para a identificação das principais falhas e acertos do processo de esterilização, foram realizados os levantamentos dos possíveis e frequentes problemas mecânicos e elétricos da autoclave, o modo de operação de todos os operadores da máquina, o tipo de esterilização usada, e os itens que são comumente esterilizados pelo processo. Também foi verificada a adequação da máquina e do processo nas normas vigentes que regem o setor e o aparelho. Através dos dados coletados nos levantamentos das informações do processo foram observadas várias avarias, e então adotadas medidas de intervenção no método de gerenciamento do sistema, máquina e treinamentos dos profissionais envolvidos. Ao fim da pesquisa conclui-se um plano de aperfeiçoamento do rendimento da máquina, de diminuição do valor gasto na esterilização, melhoria da qualidade do processo e uma melhor compreensão técnica do funcionamento e operação da autoclave pela equipe do C.M.E.

Palavras-chave: Autoclave, Manutenção, Hospitalar.

Abstract: *This research was carried out at the Brazilian hospital, aiming at an investigation of the costs, efficiency and quality of the hospital sterilization process carried out at the Center for Sterile Materials (CME) by an autoclave. Hospital sterilization is a technique to destroy all forms of microbial life (virus, fungus, bacteria, spores, protozoa and helminths) on surfaces and objects that have some kind of contact with the patient, preventing the risk of infection. In order to identify the main failures and correctness of the sterilization process, the possible and frequent mechanical and electrical problems of the autoclave, the operation mode of all the machine operators, the type of sterilization used, and the items sterilized by the process. It was also verified that the machine and process suit the current regulations governing the industry and the appliance. No method of system management, machine and training of the professionals involved was found. At the end of the research, a plan to improve the efficiency of the machine, to reduce the amount spent in sterilization, to improve the quality of the process and to improve the technical understanding of the operation and operation of the autoclave by the C.M.E.*

Keywords: Autoclaves, Maintenance, Hospital.

1.Introdução

A esterilização é o método usado para eliminar todas as formas de vida microbiana (fungos, vírus, bactérias, protozoários e helmintos) tanto por agentes físicos ou químicos. É um processo extremamente importante em ambientes hospitalares usado diariamente como instrumento preventor de infecções [1].

Segundo a OMS, por volta de 100 mil pessoas morrem no país devido a infecções e mais de 60% de pacientes localizados em UTI's adquirem algum tipo de infecção ao longo de sua permanência no hospital [2].

Sendo assim todo hospital deve utilizar uma central de material e esterilização (CME), local onde se realiza a esterilização de artigos e equipamentos hospitalares. Para o CME realizar as esterilizações de forma rápida e eficiente, são usados aparelhos esterilizadores denominados autoclaves. Esses equipamentos esterilizam por meios de agentes físicos, como o vapor, sendo os fatores críticos do processo, a temperatura, a pressão, e o tempo de permanência dos artigos no aparelho [3,4].

O seguinte Hospital onde será realizado o estudo de caso é um estabelecimento brasileiro de saúde que comporta mais de 200 pacientes e, portanto, é uma fundação que necessita de um centro de material e esterilização eficiente, que apresente autoclaves em ótimo estado de funcionamento, e que garanta um suprimento constante e seguro de materiais estéreis. Com isso foi realizada uma investigação, onde a partir de janeiro de 2017 foram detectadas várias paradas inesperadas em uma autoclave AC 523, além de excesso de manutenções corretivas no equipamento, prejudicando assim todo processo de esterilização.

Com as paradas da máquina os artigos hospitalares não eram esterilizados, sendo assim não eram entregues aos demais setores internos. O excesso de manutenções corretivas contribuía com o aumento do orçamento, gerando uma grande insegurança no processo de esterilização. O seguinte artigo tem como objetivo realizar um estudo de caso do equipamento apresentado, buscando investigar as paradas, os custos e a qualidade do processo, bem como propor um plano de operação e controle de manutenção visando a melhoria de todo processo.

2.Revisão Literária

Autoclaves são vasos de pressão utilizados para esterilizar artigos e equipamentos hospitalares. O uso do vapor como agente esterilizante é uma prática comum mesmo antes dos primeiros estudos de microbiologia comprovar sua eficácia. Os registros mais antigos do uso do vapor para a conservação de alimentos foram feitos no século XVI, mas foi, a partir de século XIX, que tal técnica difundiu-se para a esterilização de artigos, materiais, alimentos.

“Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, projetados conforme códigos pertinentes, excetuando-se refreradores e similares.” (NR13, 2017, p.4).

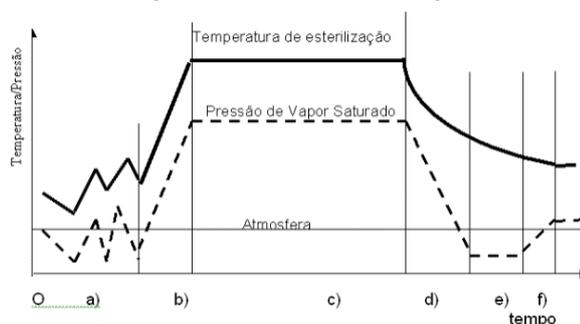
As autoclaves possuem inúmeros fabricantes que as projetam com tecnologias e métodos de funcionamento diferentes, sendo algumas com funcionamento analógico, outras digitais, umas mais compactas, outras mais robustas e etc. Apesar de todas elas usarem o vapor como agente esterilizador elas naturalmente apresentam algumas diferenças quando comparadas entre os modelos e marcas disponíveis no mercado. Talvez a principal diferença categórica entre as autoclaves seja seus métodos de retirada de ar das câmaras de esterilização, método aliás que as separam por tipos. Os dois tipos de autoclaves presentes no mercado são as autoclaves gravitacionais e as autoclaves de vácuo [6].

Os modelos de autoclaves gravitacionais retiram o ar de suas câmaras por meio da gravidade, injetam o vapor juntamente com o ar contido expelindo-o, já os modelos de vácuo retiram o ar de suas câmaras de esterilização de maneira forçada, ou seja utilizam bombas de vácuo para realizar a sucção do ar. Por contar com este método esse tipo de aparelho é mais eficiente na retirada de ar de seu interior, tornando o processo mais rápido e eficiente, possuindo uma heterogeneidade técnica entre autoclave de vácuo único e vácuo fracionado, diferenciando-se por uma bomba de vácuo de alta capacidade com um simples ciclo de sucção e a outra com

múltiplos ciclos de sucção em intervalos de tempo, este por sua vez possibilita uma menor formação de bolsas de ar na câmara, garantindo uma esterilização mais eficiente [7,8].

Para que uma esterilização seja realizada de forma correta por uma autoclave, três parâmetros (temperatura, pressão, e tempo) são alterados durante um ciclo de funcionamento, essas alterações são separadas em etapas. As etapas são: aquecimento, remoção do ar, carga de vapor, esterilização, exaustão e secagem, realizadas respectivamente (como pode ser demonstrado na figura 1, e explicados no quadro 1, situados logo abaixo). Ao término de todas essas etapas de maneira excepcional obtém-se um material estéril [1,5].

Figura 1- Ciclo de Esterilização



Etapas:

- o) Aquecimento (geração de vapor)
- a) Remoção de Ar
- b) Aquecimento e carga de vapor
- c) Esterilização (exposição)
- d) Exaustão
- e) Secagem
- f) Fim de ciclo

Fonte: [13]

Quadro 1 – Etapas da esterilização de uma Autoclave

Etapas	Funcionamento
Aquecimento	Etapa inicial do processo, quando a água é pré-aquecida por resistências elétricas, chamas ou caldeira externa.
Remoção do Ar	Quando o ar da câmara de esterilização é removido, criando assim uma condição ideal para que todos os artigos tenham a possibilidade de serem atingidos completamente pelo vapor produzido.
Carga de Vapor	Aquecimento da água até a temperatura de esterilização (121°C a 134°C) e posteriormente introdução do vapor nas câmaras internas.
Esterilização	Etapa considerada a mais crucial do processo. Momento em que o material a ser esterilizado entra em contato com o vapor, sendo necessário o tempo para eliminação de toda forma de vida, em conjunto com o tempo de segurança.
Exaustão	Momento em que é expelido o vapor do sistema.
Secagem	Etapa final do processo de esterilização consiste na retirada da umidade dos artigos estéreis por meio de pressão negativa e temperatura elevada.

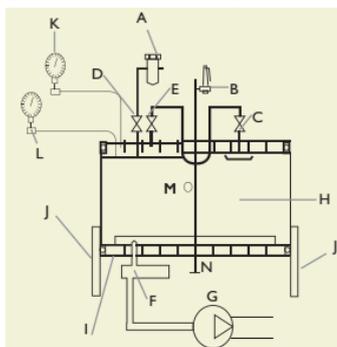
Fonte: [14]

Outro fator crítico que influencia no processo de esterilização é o abastecimento de água. Os parâmetros químicos da água são os que mais influenciam no resultado final de esterilização por vapor saturado. A dureza é um dos principais fatores químicos que influenciam na qualidade da água e é caracterizada por uma presença de sais alcalinos terrosos em sua composição, geralmente o cálcio e o magnésio. Segundo a concentração desses sais, a água pode ser medida em mg/l e dividida em mole quando apresentar uma proporção menor que 50 mg/lCaCO₃ (carbonato de cálcio), moderada entre 50 e 150 mg/lCaCO₃, dura entre 150 e 300 mg/lCaCO₃ e

muito dura maior que 300 mg/l CaCO₃. Uma água muito dura ocasiona incrustações em tubulações e em superfícies metálicas como as resistências elétricas de uma autoclave. [9]

As autoclaves contam com instrumentos básicos para a medição, elaboração e controles dos seus agentes críticos (pressão, temperatura e tempo). São eles: isolamento térmico e carcaça, gerador de vapor, bomba de vácuo (somente para autoclaves a vácuo), manômetros, filtros de água, válvulas de segurança, e portas, como pode ser observado na figura 2 [7,8].

Figura 2 – Instrumentação da Autoclave



Fonte: [6]

Sendo A – Filtro de ar, B – Válvula de segurança da câmara interna, C – Válvula de entrada de vapor na câmara interna, D – Válvula de entrada de ar na câmara interna, E – Válvula de entrada de vapor na camisa (câmara externa), F – Bulbo do dreno e câmara do sensor de temperatura, G – Conjunto de vácuo (Bomba de vácuo), H – Câmara interna, I – Câmara externa (camisa de aquecimento), J – porta, K – Manômetro da câmara externa, L – Manovacuômetro da câmara interna, M – Entrada de validação, N – Pórtilho de alimentação de vapor. [6]

3. Metodologia e Dados Coletados

O Estudo de caso foi desenvolvido em um Hospital brasileiro, visando sanar os problemas que ocasionavam uma enorme frequência de paradas de uma Autoclave AC 523. Foram apresentadas as principais características técnicas, operacionais, construtivas do equipamento, visando a melhor qualidade e eficiência do processo de esterilização e uma rastreabilidade mais precisa dos principais problemas apresentados pelo aparelho não se limitando somente a investigação o estudo também se destinou a propor um plano de melhorias e otimização do sistema de esterilização do hospital.

Por se tratar de um processo que requer eficiência e qualidade, tornou-se necessário o acompanhamento das enfermeiras em seus labores diários no CME, analisando desde os primeiros testes realizados na Autoclave, até os procedimentos de operação da máquina. Para a validação da qualidade de todo o processo é necessário que os testes biológicos, químicos (bowie-dick) e físicos (que estão sendo explicados logo abaixo no quadro 2) sejam executados corretamente. Através desses testes podemos identificar qualquer avaria inicial na máquina, antes mesmo dela operar algum ciclo com pacotes, evitando uma futura parada e uma má esterilização acarretando prejuízos para o Hospital.

De acordo com o manual técnico do equipamento, o teste de bowie-dick deve ser realizado todos os dias, durante o primeiro ciclo, sem a presença de pacotes e após o ciclo de aquecimento, já o biológico deve ser realizado uma vez ao dia e em todas as cargas que contiverem implantes, já o teste químico classe 5 deve ser empregado com frequência rigorosa a cada ciclo, respeitando as exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Esses quesitos apresentados não eram respeitados no CME, pois como sempre ocorria remanejamento de funcionários do setor, as enfermeiras que operavam a máquina não entendiam muito bem o

processo e nem sua devida importância, sendo assim acabavam realizando-os de forma incorreta distorcendo sua veracidade.

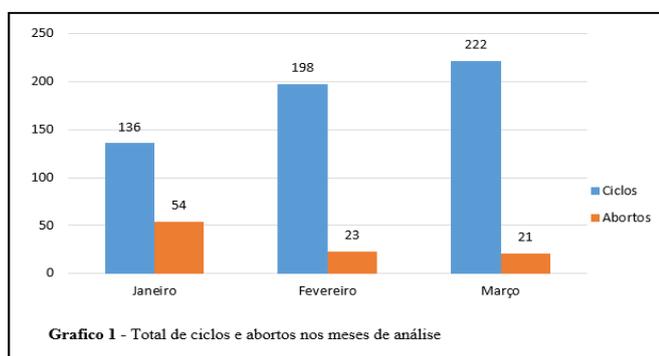
Quadro 2 - Testes

Tipos	Funcionamento
Teste físico.	Monitora os parâmetros físicos, incluindo: tempo, temperatura e pressão de acordo com o ciclo.
Teste químico Classe 5.	Monitora a eficiência da penetração do calor e do material esterilizante. Constitui-se de um indicador, colocado no interior do pacote a ser esterilizado, que reage quando exposto a altas temperaturas e a presença de vapor. Fácil identificação de resultado: apenas observar se ao término do processo o indicador encontra-se na cor preta.
Teste Bowie - Dick.	Um dos modelos de teste químico mais conhecido, monitora a efetividade da bomba de vácuo, neste teste coloca-se para rodar um ciclo por 4 minutos a 134° Celsius com um indicador colocado no meio do pacote com cerca de 28 centímetros, se o indicador não apresentar homogeneidade na coloração indica que devesse ser realizada a manutenção.
Teste biológico.	Monitora a confiabilidade de a autoclave exterminar microrganismos, o teste resume-se em introduzir microrganismos pelo indicador no processo de esterilização, e ao final os indicadores são incubados para verificar a qualidade do processo.

Fonte: Fonte Pessoal

Além da escassa verificação prévia das enfermeiras da qualidade do processo, os frequentes abortos da máquina eram título de grande preocupação no setor. Sendo assim, foram levantados alguns dados da produtividade da máquina durante os três primeiros meses de 2017 a fim de analisar o quão frequente eram esses abortos. Esse levantamento pode ser encontrado no gráfico 1 abaixo. Sendo assim pode ser observado que nos meses de janeiro, fevereiro e março os abortos significaram aproximadamente 28%, 10%, e 9% respectivamente de todos os ciclos iniciados. Índice preocupante não só pelo atraso dos pacotes, mas também pelos altos custos gerados a cada aborto.

Gráfico 1: Ciclos x Abortos



Fonte: Arquivo Pessoal

Especificamente os abortos do equipamento foram observados como interrupções não programadas durante um ciclo de esterilização. Foram encontrados nos registros de ciclos abortados do CME, que na etapa de esterilização, onde a pressão deveria se tornar constante,

começava a oscilar e a temperatura da câmara que deveria se manter em 134° C começava a cair, abortando o ciclo.

Como o seguinte artigo resume-se em um estudo de caso de problemas periódicos de abortos inesperados de uma autoclave. Torna-se necessário a realização de uma auditoria em cima dos principais fatores que possam afetar o funcionamento da autoclave, são esses fatores: a temperatura e a pressão de funcionamento da máquina, a qualidade da água e da energia que a abastecem, o manuseio de seus operadores, a realização correta das manutenções preventivas, e as contradições com os padrões estabelecidos por normas ou por fabricante.

O modelo de autoclave estudado, Ortosíntese AC 523 horizontal do tipo vácuo, conta com um sistema de registro de pressão e temperatura de seus ciclos de esterilização. Esse registro acontece por meio de impressão dos dados em papel específico. Os ciclos e suas respectivas impressões foram acompanhados e registrados de modo a verificar os níveis de pressão e temperatura quando os abortos acontecessem, sendo assim analisado se haveria defeitos no equipamento. Para confiabilidade dos registros impressos é necessária uma calibração periódica do sistema, porém a última foi realizada em 2015, inviabilizando a precisão dos testes realizados.

Objetivando conhecer os parâmetros em relação à água fornecida ao Hospital, foi solicitada uma ampla análise à concessionária responsável pelo abastecimento na região. Como pode ser observado na tabela 1 abaixo, essa análise foi confrontada com os dados exigidos pelo fabricante, obtendo desconformidade apenas em relação à dureza da água, a qual se altera acima do limite em 0,12 mmol/L de CaCO₃, essa elevada dureza aumentava o índice de carbonato de cálcio no sistema, que em contato com a pressão e temperatura de trabalho cristalizava entupindo as tubulações, outro ponto é a ruptura de resistências por aquecimento excessivo, um dos itens mais trocados na manutenção corretiva.

Tabela 1 – Análise da água.

Contaminante	Valor Limite	Valor Encontrado	Resultado
Resíduos de evaporação	≤ 15 mg/L	-	Aceitável
Silício	≤ 2 mg/L	≤ 15 mg/L	Aceitável
Ferro	≤ 2 mg/L	≤ 0.167643 mg/L	Aceitável
Cádmio	≤ 0,005 mg/L	≤ 0,000275mg/L	Aceitável
Chumbo	≤ 0,05 mg/L	≤ 0,003770 mg/L	Aceitável
Resíduos de metais pesados	≤ 0,1 mg/L	≤ 15 mg/L	Aceitável
Cloretos	≤ 3 mg/L	≤ 2,5 mg/L	Aceitável
Fosfatos	≤ 0,5 mg/L	≤ 0,3 mg/L	Aceitável
Condutividade	≤ 50 mS/cm	≤ 41,7 mS/cm	Aceitável
PH	de 6,5 a 8	6,6	Aceitável
Aparência	Incolor, límpida e sem sedimentos.	Incolor, límpida e sem sedimentos.	Aceitável
Dureza	≤ 0,1 mmol/L	≤ 0,22 mmol/L	Não aceitável

Fonte: Arquivo pessoal.

Em relação ao abastecimento elétrico, procurando constatar, se tratava de abastecimento proveniente de concessionária elétrica ou abastecimento próprio (gerador particular), foi certificado que apesar de o hospital possuir gerador elétrico, a máquina era abastecida por concessionária. Em seguida o painel elétrico da autoclave e seus componentes foram analisados,

tentando comprovar se estavam dimensionados corretamente. Como o aparelho apresentava uma potência de 30 KW, uma corrente mínima de funcionamento de 53 ampères ligado a um disjuntor de 100 ampères com uma fiação de secção 16 mm² constatou que seu painel elétrico estava dimensionado de forma correta. Aprofundando a investigação verificou-se que apesar de dimensionamento do painel elétrico estar correto, ocorria variação no fornecimento de energia elétrica da concessionária local gerada por decorrência das redes defasadas, essa variação supera o valor limite para oscilação que a máquina foi projetada, sendo maior que 10% no valor de tensão estabelecida pelo fabricante, ou seja, 38 v. Logo quando ocorre uma elevada variação de tensão o ciclo pode ser finalizado, ou seja, abortado.

Atendendo-se ao treinamento dos funcionários do setor averiguou que os mesmos não possuíam treinamento específico para operar o equipamento, desrespeitando os padrões estabelecidos pelos fabricantes. Sendo assim dispunham os pacotes de forma incorreta no interior da câmara de esterilização, em desacordo com o limite de 80% do volume dos pacotes máximos permitidos, além do espaçamento incorreto entre os pacotes e entre as paredes da câmara interna, que deveriam ser de 3 centímetros entre eles. Além de serem fatores que podem ocasionar a parada da máquina influenciam também na eficiência e na qualidade da esterilização.

Não somente foram analisados padrões técnicos e operacionais da máquina como também realizado a verificação de parâmetros estabelecidos por normas relacionados à máquina, buscando examinar se a autoclave não descumpria nenhum tópico de suas normas vigentes. As normas técnicas utilizadas foram a ABNT NBR 11.816:2003, NBR ISO – 17665-1:2010 e RDC 15 – ANVISA-.

Um dos fatores cruciais para o bom funcionamento de qualquer equipamento é a realização constante de manutenções preventivas, sendo assim as buscas no histórico das manutenções preventivas, das suas frequências, de seus custos, e dos itens trocados com maior frequência, serviram para analisar se estavam de acordo com o recomendado para uma Autoclave AC-523. Segundo os registros de manutenção da máquina, a última intervenção preventiva foi realizada em 2015, no ano de 2016 não foi encontrado nenhum registro de preventiva o que resume em uma falta de plano de manutenções. A inexistência de um planejamento e controle de manutenções (PCM) pode acarretar em um funcionamento duvidoso da máquina, onde seus componentes possuem suas vidas úteis de funcionamento ultrapassadas segundo o fabricante, justamente esse erro relatado gera o excesso de manutenções corretivas. Como os custos das manutenções corretivas anuais ultrapassam os das preventivas, foi realizado um PCM para gerenciar as intervenções na autoclave, garantindo um processo viável e confiável.

Entrando em contato com os responsáveis técnicos da autoclave, descobriu-se mais um problema fora estes já diagnosticados, desde sua instalação até o presente momento, a memória responsável por arquivar todos os dados a respeito do ciclo (Eprom) do equipamento, a qual deveria ser reinicializada anualmente, não obteve esse procedimento desde 2015. Assim sem zerar a memória o equipamento não trabalhara como recomendado pelo fabricante.

4.Resultados e Discussão

Reunindo os dados coletados da máquina, foram observados problemas referentes à dureza da água que abastece a autoclave, a tensão elétrica de alimentação, a falta de realização dos testes de qualidade e a ausência de um plano de controle das manutenções preventivas na máquina (PCM). Foi observado que a má qualidade da água ocasionava a queima excessiva das resistências elétricas, a não realização dos testes de qualidade garantiam uma má verificação da eficiência da esterilização, e a falta de um PCM ocasionava um excesso de manutenções corretivas o que gerava um processo muito caro, inconfiável e incontinuo. A causa dos abortos

foi diagnosticada como sendo um acúmulo dos problemas citados acima. Levando isso em consideração cada problema foi resolvido de uma forma específica, buscando minimizar as paradas da máquina.

Como não é possível alterar a composição da água de abastecimento da autoclave sem um investimento em uma central de tratamento de água própria para a máquina, foi sugerido um adiantamento da troca dos filtros de água da máquina, prevendo assim uma saturação das mesmas. Quando se adianta a troca dos filtros os mesmos são trocados antes de se saturarem, o que evita que o carbonato de cálcio entre em contato com as resistências. Além disso, a dureza também pode entupir a tubulação do equipamento quando em contato com pressão e temperatura, ocorrendo assim uma cristalização, logo para solucionar esse fato, recomendou-se também a realização de uma limpeza na tubulação anualmente.

Em relação à energia elétrica oscilante, foi realizada uma troca em seu abastecimento. Ao invés de ser abastecido pela concessionária elétrica, o quadro de energia passou a ser abastecido pelo gerador elétrico nos horários de ponta (das 18 às 21 horas). Sendo vantajoso tanto para o bom funcionamento do equipamento quanto vantajoso financeiramente, pois nesse horário o preço do KWh sai mais caro que o preço do diesel. Além do gerador elétrico foi também acoplado à máquina um nobreak para garantir um perfeito abastecimento do nível de tensão tanto no horário de ponta, quando o gerador está ligado, quanto nos demais horários. Pois apesar de a energia fornecida pela concessionária estar dentro dos padrões aceitáveis para o perfeito funcionamento da máquina, não pode ocorrer oscilação de tensão, assim, o nobreak irá controlar melhor a variação na energia consumida, tornando quase nula a oscilação de tensão.

Os operadores da máquina receberam treinamento específico para manusear o equipamento e foram instruídos a realizarem todos os testes de forma adequada, garantindo assim não só uma leitura correta da qualidade de esterilização, mas também prevendo falhas mecânicas. Além do treinamento pessoal realizado, foi criado um manual de operações impresso para que possíveis futuros colaboradores se situem da importância de cada teste no processo de esterilização além de facilitar o diagnóstico de problemas rotineiros de fácil resolução.

Em prol de solucionar a falta de manutenções preventivas, além de ser criado um PCM (quadro 3) para padroniza-las, foi realizado um estudo para calcular os gastos com corretivas durante o último ano de registros, tornando o plano de manutenção não somente viável fisicamente como economicamente.

No quadro 3 observa-se que os testes deverão ser realizados de acordo com a periodicidade informada, certificando que a averiguação seja feita com precisão e comprove a eficiência no processo de esterilização, possibilitando assim, a descoberta de falhas mecânicas. Semanalmente deverá ser realizado a limpeza da câmara interna, para melhor higienização da máquina. No entanto para evitar abortos na máquina e garantir a viabilidade econômica do processo, acordou-se com a empresa responsável que a mesma realizaria mensalmente uma preventiva no valor de R\$ 3.000,00, contendo a calibração dos manômetros, reaperto das conexões elétricas, troca dos filtros, troca das resistências e reinicialização da memória eprom. Custando em torno de R\$ 36.000,00 anuais em manutenções preventivas para o Hospital Evangélico Goiano.

Quadro 3 - PCM

Planejamento e controle de Manutenções	
Período	Tipo de intervenção
Diário	Teste físico
Diário	Teste químico
Diário	Teste Bowie-Dick
Semanal	Teste Biológico
Semanal	Limpeza câmara interna
Mensal	Calibração dos Manômetros
Mensal	Reaperto Conexões Elétricas
Mensal	Troca dos Filtros
Mensal	Troca das resistências
Anual	Reinicialização do Eprom

Fonte: Arquivo Pessoal

Também foram levantados diversos outros dados fundamentais para verificação da viabilidade financeira, como por exemplo, o custo de manutenções corretivas, que foram investigadas em um período de 15 meses como pode ser observado nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Custo de manutenções corretivas em 2017

Mês	Custos
Janeiro	R\$1.523,00
Fevereiro	R\$1.760,00
Março	R\$1.953,00
Total	R\$5.236,00

Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 3 – Custos de manutenção corretivas em 2016.

Mês	Custos
Janeiro	R\$0,00
Fevereiro	R\$0,00
Março	R\$7.875,00
Abril	R\$0,00
Maió	R\$11.502,00
Junho	R\$2.550,00
Julho	R\$3.904,00
Agosto	R\$0,00
Setembro	R\$6.486,00
Outubro	R\$2.343,00
Novembro	R\$950,00
Dezembro	R\$730,00
Total	R\$36.340,00

Fonte: Arquivo pessoal.

Seguindo a mesma análise econômica abaixo pode ser observado na tabela 4 que foi levantado o valor do custo de cada aborto gerado, e logo em seguida fazendo a junção dos dados obtidos na tabela 4 e gráfico 1 obteve-se as tabelas 5 e 6 que demonstra os custos de todas as paradas inesperadas em 2017 e 2016 respectivamente.

Tabela 4 - Custos por aborto gerado.

Insumos do processo	Custos
Água	R\$ 5,27
Energia	R\$ 3,16
Mão de obra	R\$ 117,16
Manutenção preventiva	R\$ 7,85
Total	R\$ 133,44

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 5 - Custos totais de abortos em 2017.

Mês	Quantidade de abortos	Custos
Janeiro	54	R\$ 7.205,76
Fevereiro	23	R\$ 3.069,12
Março	21	R\$ 2.802,24
Total	98	R\$ 13.077,12

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 6 - Custos totais de abortos em 2016.

Mês	Quantidade de abortos	Custos
Janeiro	0	R\$ 0,00
Fevereiro	0	R\$ 0,00
Março	4	R\$ 533,76
Abril	6	R\$ 800,64
Mai	14	R\$ 1.868,16
Junho	26	R\$ 3.469,44
Julho	14	R\$ 1.868,16
Agosto	18	R\$ 2.401,92
Setembro	5	R\$ 667,20
Outubro	7	R\$ 934,08
Novembro	3	R\$ 400,32
Dezembro	22	R\$ 2.935,68
Total	119	R\$ 15.879,36

Fonte: Arquivo pessoal.

Pode-se observar que durante o período analisado encontrado nas tabelas 5 e 6 o Hospital teve um prejuízo em abortos de R\$ 28956,48 e que pelas tabelas 2 e 3 o custo em manutenções inesperadas (corretivas) foi de um total de R\$ 41576,00. Assim o custo de funcionamento do equipamento durante o ano de 2016 e início de 2017 estava girando em torno de aproximadamente R\$ 70000,00, logo com a criação do PCM (sendo seu custo em um período

de 15 meses de R\$ 45.000,00) a realização de manutenções preventivas tornará quase nula a ocorrência de corretivas, gerando uma economia exata de R\$ 25532,48 no mesmo período de tempo avaliado. E com isso o processo terá uma eficiência significativa.

5. Conclusão

Com o acompanhamento do funcionamento da máquina, em um determinado espaço de tempo, após realizada todas as alterações, observou-se que as paradas inesperadas foram sanadas e a máquina opera de maneira excepcional, essa melhoria atribui-se ao plano de aperfeiçoamento de operação e manutenção criado, e seguido nesse intervalo.

Em relação aos benefícios econômicos o trabalho conseguiu desempenhar um papel administrativo conseguindo diminuir valores monetários no quesito de manutenção, insumos, bem como, intervenções externas de esterilização por outra empresa.

A qualidade por sua vez, é agora tratada de forma objetiva com todos os testes realizados de forma correta, comprovando a efetividade da máquina em análise, da mesma maneira criando informações físicas que resguardem o hospital de qualquer improbidade por parte do corpo médico ou demais funcionários.

6. Referências Bibliográficas

- [1] TIPPLE, A. F. V.; PIRES, F. V.; GUADAGNIN, S. V. T.; MELO, D. S. M. **O Monitoramento de Processos Físicos de Esterilização em Hospitais do Interior do Estado de Goiás**. Goiânia; Revista da Escola de Enfermagem da USP, v45, n.3, p.751-757, 2009.
- [2] **Infecção Hospitalar mata mais de 100 mil por ano**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/politica/sem-controle-eficiente-infecoes-hospitalares-causam-cem-mil-obitos-por-ano-2697060>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- [3] PEZZI, M. C. S.; LEITE, J. L. **Investigação em Central de Material e esterilização utilizando a Teoria Fundamentada em Dados**. Rio de Janeiro; Revista Brasileira de Enfermagem, v.63, p.391-396, 2010.
- [4] ARARUNA, A. B.; POSSO, M. B. S. **Centro de Material de Esterilização: parâmetros espaciais e riscos físicos**. São Paulo; **Revista SOBECC**, v. 19, n. 3, p.140-145, 2014.
- [5] NETO, J. L.; KERN, R.; SANTOS, E. B. **Controle da Esterilização em Autoclave por meio de Métodos Químicos e Biológicos**. Ponta Grossa; UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde, v10, p.43-48, set/dez. 2004.
- [6] NIEHEUS, R. C. **Autoclaves Verticais: uma proposta de sistema para garantia do processo de esterilização**. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Engenharia Biomédica, UFSC, Florianópolis, 2004.
- [7] LUQUETA, G. R. **Princípio da Esterilização por Calor Úmido – Como Funciona a Autoclave**, Rio de Janeiro, 2008. 5.
- [8] TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Vasos de pressão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc-livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1996. 302 p.
- [9] ROLOFF, Tatiana Aparecida. **Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias**. Revista de Saúde e Biologia, v.1, n.1, pp.52-57.
- [10] JERICO, M. C.; CASTILHO, V. **Gerenciamento de custos: aplicação do método de custeio baseado em atividades em centro de material esterilizado**. São Paulo; Revista da Escola de Enfermagem da USP, v.44, n.3, p.745-752, 2010.
- [11] ANVISA. **Resolução Da Diretoria Colegiada-RDC15**, 2012.20.

[12]PAVAN, A, M. **Detecção On-Line de Vazamentos em Vasos de Pressão Utilizando Sistemas Sônicos**. 2005. 112 f. Teste (Doutorado) – Curso de Engenharia Químicas, Unicamp, Campinas-sp, 2005.

[13]MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR13**: Portaria n.º 594 de 28 de abril de 2014. 22 p.

[14]UEC. **Tipos de Esterilização**. 1997. Disponível em: <<http://www.hospvirt.org.br/enfermagem/port/tipos.htm>>. Acesso em: 16 de outubro. 2017.