



Análise do estoque de peças para as manutenções dos equipamentos da Engenharia Clínica em um Hospital Universitário

RESENDE, Cássio Renan Gomes¹; SILVA, Simone de Cassia^{2,3*}

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Sergipe – UFS;

² Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe – UFS;

³ Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação Tecnológica em Saúde, Universidade Federal de Sergipe – UFS

* Autor de correspondência. E-mail: scassia@gmail.com

RESUMO

Este estudo foi realizado no Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe (HU-UFS), entre os meses de abril a julho de 2019, com o objetivo de analisar a quantidade de peças em estoque no setor de Engenharia Clínica. Com o estudo foi possível analisar que o estoque de peças para as manutenções corretivas e preventivas dos equipamentos médico-hospitalares estavam consumindo capital de giro em excesso no setor. Explicitado isto, então foi proposta a utilização de ferramentas de gestão para um controle mais eficiente do estoque de peças, tendo sido utilizada a Curva ABC para identificar as peças mais relevantes para o setor. A aplicação deste instrumento possibilitou o cálculo dos parâmetros de estoque para essas peças. Ainda, pôde-se verificar o impacto na economia a ser gerada quando o estudo for implementado efetivamente.

Palavras-chave: Gestão de estoque; Curva ABC; Engenharia clínica; Hospital Universitário.

Parts inventory analysis for the maintenance of Clinical Engineering equipment in a University Hospital

ABSTRACT

This study was conducted at the University Hospital of the Federal University of Sergipe (HU-UFS), from April to July 2019, with the objective of analyzing the quantity of mechanical parts in stock in the Clinical Engineering sector. With the study it was possible to analyze that the inventory of parts for the corrective and preventive maintenance of medical equipment was consuming excess working capital in the sector. Having explained this, it was proposed to use management tools for a more efficient control of the stock of parts, using the ABC curve to identify the most relevant parts for the sector. The application of this instrument made it possible to calculate the stock parameters for these parts. Also, it was possible to verify the impact on the economy to be generated when the study is effectively implemented.

Keywords: Inventory management; ABC curve; Clinical Engineering; University Hospital.

1 Introdução

Este trabalho foi realizado no setor de Engenharia Clínica localizado na sede do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe (HU-UFS), em Aracaju, no período de abril a julho de 2019. Segundo Antunes (2002, p. 2), a engenharia clínica pode ser compreendida pela definição da função do profissional que a exerce. Conforme definição do *American College of Clinical Engineering* (ACCE), “o engenheiro clínico é aquele profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente” (ANTUNES, *et al.* 2002, p. 2).

De acordo com Porto e Marques (2016, p. 516), a Engenharia Clínica tem a sua história como disciplina a partir de 1942, em St. Louis, nos Estados Unidos, com a criação de curso de manutenção de equipamentos médicos pelo exército. Entre os anos 60 e 70 foram intensificados os estudos de novas tecnologias voltadas para equipamentos médicos, como ultrassom, analisadores químicos de sangue, tomografia entre tantos outros.

Inicialmente, engenheiro clínico era o responsável pelo gerenciamento dos equipamentos hospitalares, capacitando outros profissionais que faziam uso dessas tecnologias nas instituições, eram eles quem realizavam os consertos, verificavam a segurança e o desempenho dos equipamentos, incluindo a avaliação das especificações técnicas para o setor de compras (GORDON, 1990, p. 113). Posteriormente, este profissional teve suas funções ampliadas, passou a participar ativamente das atividades nas áreas de avaliação e transferência tecnológica, bem como do gerenciamento dessas atividades nos hospitais (RAMIREZ e CALIL, 2000, p. 29).

Assim, se aceita o entendimento de que o profissional de Engenharia Clínica é aquele que aplica as técnicas da engenharia no gerenciamento dos equipamentos de saúde com o objetivo de garantir a rastreabilidade, usabilidade, qualidade, eficácia, efetividade, segurança e desempenho destes equipamentos, no intuito de promover a segurança dos pacientes (ABECLIN, 2019).

No Brasil, a preocupação com as tecnologias em saúde teve início em 1975 com a criação da Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SOUZA *et al.*, 2012, p. 10). Entre 93 e 95, o Ministério da Saúde financiou a criação de cursos anuais de especialização em Engenharia Clínica, implantados em instituições de ensino superior: Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS) (PORTO e MARQUES, 2016, p. 518).

As atividades desenvolvidas foram relacionadas à gestão do estoque de peças para a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos médico-hospitalares. Os parâmetros para a análise dos dados do setor de Engenharia Clínica foram extraídos do sistema Neovero, que é utilizado como instrumento informatizado de auxílio para tomadas de decisões dos gestores.

O objetivo deste trabalho foi organizar os dados quantitativos das peças mecânicas da Engenharia Clínica do HU-UFS, por meio da Curva ABC. Com este levantamento, foram identificadas as peças de maior demanda para substituições na manutenção preventiva e corretiva dos diversos equipamentos hospitalares. Atenções especiais precisam estar voltadas tanto para o número de unidades de peças disponíveis em estoque para que as manutenções dos equipamentos, como também no tempo de reposição das peças para que não ocorram perdas na qualidade de vida dos pacientes, nem tampouco nas corretas especificações técnicas de uso dos maquinários.

2 O Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe

O Hospital Universitário (HU) é, desde 1984, um dos *Campi* da Universidade Federal de Sergipe (UFS), funcionando como centro hospitalar dedicado à assistência, docência e investigação no âmbito das Ciências da Saúde. É totalmente integrado ao Sistema Único de Saúde (SUS). Atualmente, o HU-UFS ocupa um espaço de referência e excelência, em Sergipe, na prestação de assistência médico-hospitalar de média e alta complexidade (HU-UFS, 2019a).

A estrutura do HU-UFS atualmente abriga 123 leitos, distribuídos pelas enfermarias de Clínica Médica, Clínica Cirúrgica, Pediatria, Psiquiatria, Unidade de Terapia Intensiva Adulta (cinco leitos) e Centro Cirúrgico, com quatro salas de cirurgias. O HU-UFS possui um laboratório de análises clínicas, Serviço de Nutrição e Dietética, Farmácia, Central de Processamento de Roupas Hospitalares, Banco de Sangue, Unidade de Anatomia Patológica, Núcleo de Processamento de Dados, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Administração e Unidade de Imagem e Métodos Gráficos e Diagnóstico (HU-UFS, 2019c).

O complexo ambulatorial tem 68 consultórios, ofertando aos usuários do SUS várias especialidades médicas, além de enfermagem, nutrição, psicologia, serviço social, farmácia, odontologia, fonoaudiologia e fisioterapia. Enquanto hospital-escola, o HU-UFS conta com cursos de graduação, pós-graduação e residências médica e multiprofissional (HU-UFS, 2019c).

Este estudo ocorreu no setor de Engenharia Clínica localizado na sede do hospital, em Aracaju/SE. O setor engloba um escritório, que recebe os chamados técnicos de assistência e manutenção; uma pequena oficina; e um estoque de peças para a reposição nos equipamentos.

3 Estoque

Os estoques existem para atender a demandas futuras, que podem oscilar em determinados períodos, tornando-se, às vezes, imprevisíveis. Sua principal finalidade é atender à demanda de clientes de forma rápida e eficaz (RODRIGUES, *et al.*, 2017, p. 4).

Considera-se o estoque como representativo de matérias-primas, produtos semiacabados, componentes para montagem, sobressalentes, produtos acabados, materiais administrativos e suprimentos variados. A formação de estoques consome capital de giro, que pode não estar tendo qualquer retorno do investimento efetuado e, por outro lado, pode ser necessitado com urgência em outro setor da organização, motivo pelo qual o gerenciamento deve projetar níveis adequados, objetivando manter o equilíbrio entre estoque e consumo (VIANA, 2013, p. 144).

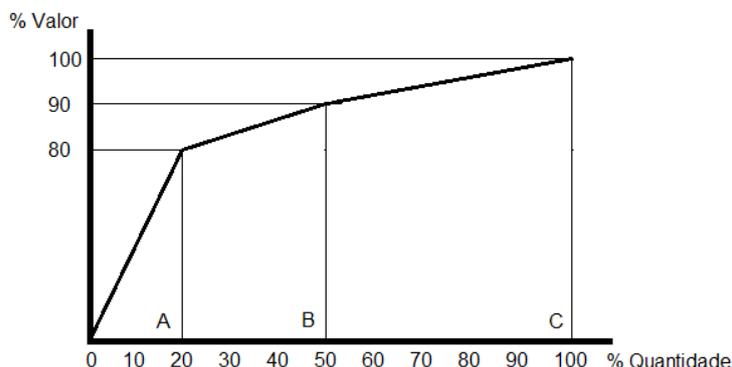
Para aumentar a eficiência da gestão de estoque deve-se fazer a classificação dos itens armazenados de acordo com as prioridades da organização, para que seja dispensada maior atenção aos itens mais importantes (RODRIGUES, *et al.*, 2017, p. 6). Neste viés, optou-se usar a Curva ABC como instrumento para este estudo. A Curva tem sido aplicada, entre outros casos, para o gerenciamento de estoques, a definição da política de vendas e o estabelecimento de prioridades para a programação da produção (VIANA, 2013, p. 70).

3.1 Curva ABC

De acordo com Viana (2013, p.64), na curva ABC, os materiais são agrupados e classificados conforme seu giro e saída do estoque e que a classificação seja implementada de diversas maneiras, podendo ser aplicada em relação ao tempo de reposição, valor de demanda/consumo, inventário, aquisições realizadas e outros.

A curva ABC divide os itens do estoque em três classes diferentes, a Classe A representa os itens mais importantes e que pedem uma atenção maior, a Classe B é a classe intermediária, e a Classe C é aquela que possui os itens menos importantes e que não necessitam de uma atenção especial. A classificação é representada pela Figura 1.

Figura 1 – Representação da curva ABC



Fonte: DIAS (2006, p. 81)

Para determinar as classes de cada peça do estoque foi necessário definir os valores limites da porcentagem com relação ao valor do total do índice de movimentação acumulado de cada classe. Assim, optou-se por definir que até 80% seria classe A, de 80% a 95% seria classe B, e de 95% a 100% seria classe C.

3.2 Parâmetros de estoque

Controlar estoque é um procedimento adotado para registrar, fiscalizar e gerir a entrada e saída de mercadorias e produtos da empresa e está relacionado à necessidade de estipular os diversos níveis de materiais e produtos que uma organização deve manter, dentro de parâmetros econômicos (POZO, 2010).

Segundo Viana (2013, p. 149), as estimativas por excesso implicam a imobilização desnecessária de recursos financeiros, além do congestionamento de áreas de armazenagem e da sobrecarga de trabalho de manuseio de materiais e realização de inventários, e as reposições em quantidades reduzidas acarretam compras repetidas e urgentes, em condições geralmente desfavoráveis.

Assim, o estabelecimento dos níveis de estoque – mínimo, máximo, de segurança, ponto de reposição ou pedido – torna-se extremamente necessário para seu controle eficiente (RODRIGUES *et al.*, 2017, p. 4). Viana (2013, p. 149) trata que a finalidade é manter os níveis permanentemente ajustados de estoque em “função da lei de consumo, do prazo de reposição, da importância operacional e do valor de cada material”.

Para este trabalho, são necessárias as definições de alguns desses parâmetros, listadas a seguir de acordo com Viana (2013, p. 150):

- a) Consumo médio mensal (CMM ou d): Valor médio dos diversos consumos verificados em uma unidade de tempo.
- b) Fator de segurança (K): Parâmetro necessário para corrigir as distorções criadas por crises de fornecimento e consumo imprevisto, em função da importância operacional e do valor de consumo dos produtos. A Tabela 1 mostra os valores tabelados para o fator de segurança. A classificação XYZ é a classificação da importância operacional, em que a classe X tem baixa criticidade, a classe Y é a intermediária e a classe Z tem alta criticidade. E a classificação do valor de consumo é a classificação ABC.

Tabela 1 – Valores do Fator de Segurança

Importância Operacional	Valor de Consumo	Fator de Segurança
Z	A	0,5
	B	0,7
	C	0,9
Y	A	0,3
	B	0,4
	C	0,8
X	A	0,1
	B	0,2
	C	0,6

Fonte: VIANA (2013, p. 151)

- c) Tempo de ressuprimento (TR ou t): Intervalo de tempo compreendido entre a emissão do pedido de compra e o efetivo recebimento, gerando a entrada de material do estoque.
- d) Estoque de segurança (ES ou Qs): Quantidade mínima possível capaz de suportar um tempo de ressuprimento superior ao programado ou um consumo desproporcional. Calculado pela Equação 1:

$$ES = K \times CMM \times TR \quad (1)$$

- e) Estoque máximo (EM): Quantidade máxima de estoque permitida para o material.
- f) Estoque Real (ER): Quantidade de material existente em estoque no almoxarifado da empresa.
- g) Estoque Virtual (EV): Estoque real acrescido das quantidades de encomendas em andamento.

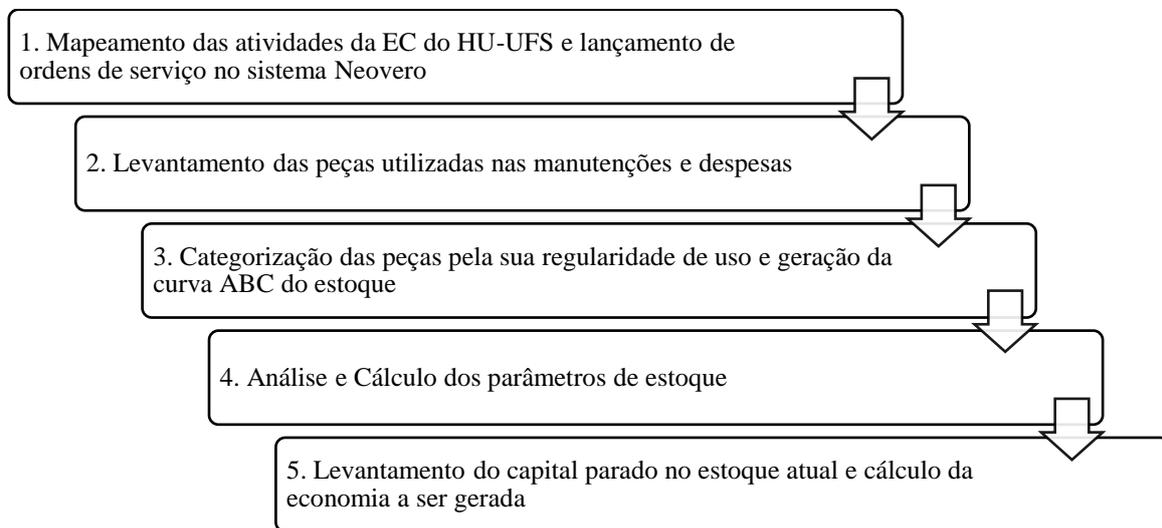
h) Nível de Reposição (NR) ou Ponto de Pedido (PP): Quantidade na qual, ao ser atingida pelo estoque virtual em declínio, indica-se o momento de ser providenciada a emissão do pedido de compra para reposição normal do material. Calculado pela Equação 2: (TUBINO, 2007, p. 89)

$$PP = d \times t + Q_S \quad (2)$$

4 Metodologia

O estudo foi realizado em consonância com a estrutura apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura das atividades do estudo



Fonte: Elaborada pelos autores

Este estudo foi dividido em duas partes: (i) classificação ABC e (ii) cálculo dos parâmetros de estoque. Para ambas foi utilizado o software Microsoft Excel.

A classificação ABC foi aplicada em relação ao consumo absoluto das peças e sua regularidade, pois “isso permite que os gerentes de estoque concentrem seus esforços no controle dos itens mais significativos do estoque” (SLACK, *et al.*, 2006, p. 297). Assim, foi levantada a lista de peças no inventário que foram utilizadas durante o período de um ano, entre maio de 2018 e abril de 2019, a partir dos relatórios gerados pelo sistema Neovero. Foram retiradas as peças correspondentes à manutenção preventiva dos equipamentos, pois as peças têm uso programado, fator que poderia mascarar os efeitos de reposição não programada, e também por não ser necessário o seu acompanhamento, uma vez que já existe controle sobre estas peças. Também foram levantados os consumos de cada peça em cada mês do ano.

Utilizando a ferramenta de Tabelas Dinâmicas do Excel, foram organizados os dados dos relatórios do sistema, calculadas as unidades utilizadas de cada peça no período, e acrescidos o número de meses em que as peças foram utilizadas.

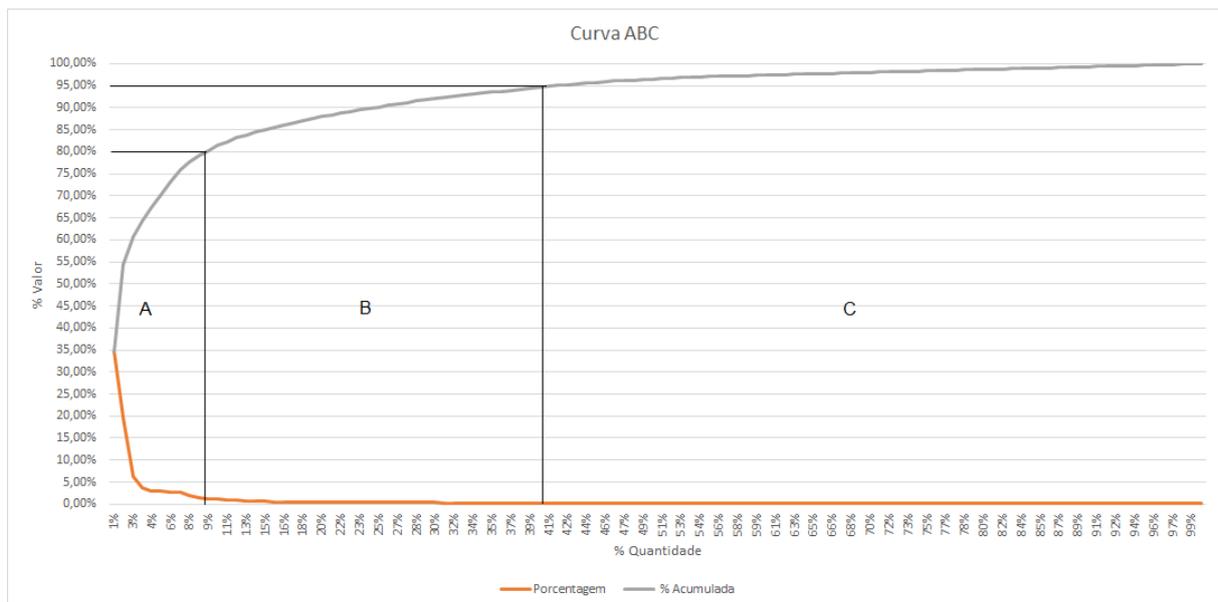
5 Análises e Discussões

Para a elaboração da tabela mestra, foram multiplicados os número de peças utilizadas com o número de meses em que houve utilização de cada uma. Desta forma, foram levantados os índices de movimentação das mesmas. Tais índices foram em ordenados, calculadas as porcentagens de cada índice de movimentação em relação ao valor total do estoque e, em seguida, foram calculadas as porcentagens acumuladas de cada peça.

A etapa de construção do gráfico da classificação ABC foi executada pelo Excel, com os produtos no eixo das abscissas e as porcentagens simples e acumuladas dos índices de movimentação, em relação ao total do estoque, no eixo das ordenadas, de acordo com a Figura 1. Assim a Figura 3 mostra a curva ABC do estoque do hospital universitário.

A partir dos resultados da classificação ABC, ficou decidido que as peças das classes A e B serão mantidas no estoque, e as peças da classe C não serão mantidas, pois há pouca utilização e são aleatórias, portanto quando houver necessidade de reposição destas, as mesmas serão solicitadas para compra e a sua utilização deverá ser imediata.

Figura 3 – Gráfico da Classificação ABC HU-UFS



Fonte: Elaborada pelos autores

Após a classificação ABC, foi feita a segunda parte deste estudo, o cálculo dos parâmetros do estoque, como o estoque mínimo ou de segurança, o nível de reposição e o estoque máximo. Para isso foram usados dados como o fator de segurança, o consumo médio mensal das peças e o tempo de ressurgimento.

O tempo de ressurgimento não se mostrou como algo viável para o cálculo dos parâmetros do estoque, pois o setor não possuía esses dados para a maioria das peças. Além disso, quando o tempo de ressurgimento estava registrado, o mesmo se mostrava muito irregular. Com isto, foi substituído o tempo de ressurgimento pela quantidade de meses em que as peças foram utilizadas, pois esse dado mostrou a regularidade do uso das peças durante o ano, bem como a relação com o tempo de ressurgimento necessário para que não falem peças durante o período.

Para a classificação XYZ da importância operacional foi adotada a classe Z, que é a classe de maior importância, pois se trata de um hospital e a rápida manutenção dos equipamentos é imprescindível. A partir disso, os valores do fator de segurança ficam relacionados à classificação ABC, sendo 0,5 para a classe A e 0,7 para a classe B. O consumo médio mensal foi obtido dividindo o número total de peças utilizadas, obtido nos relatórios gerados pelo sistema Neovero, pela quantidade de meses do ano.

O tempo de ressurgimento foi substituído pela quantidade de meses em que as peças foram utilizadas (QMU). Então, o estoque mínimo foi calculado pela Equação 3. Após isso, o resultado dessa multiplicação foi arredondado para o número inteiro superior a ele, utilizando essa função de arredondar para cima do Excel.

$$ES = K \times CMM \times QMU \quad (3)$$

Como não foi possível utilizar o tempo de ressurgimento de cada peça, optou-se por outra maneira para calcular o nível de reposição, mas mantendo seu conceito. Assim, o nível de reposição foi obtido pela Equação 4 e após isso o número foi novamente arredondado para cima.

$$NR = 1,5 \times ES \quad (4)$$

Segundo Viana (2013), como regra geral, adota-se o estoque de segurança como metade do estoque máximo. Então, o estoque máximo foi obtido pela Equação 5 e novamente foi utilizada a função de arredondar para cima no resultado.

$$EM = 2 \times NR/1,5 \quad (5)$$

Os pedidos devem ser feitos assim que o nível de reposição for atingido e a quantidade a comprar de peças é a quantidade até atingir o estoque máximo. A Tabela 2 mostra alguns resultados dos cálculos feitos no Excel para o estoque mínimo, nível de reposição e estoque máximo.

Tabela 2 – Resultados parciais dos parâmetros de estoque

Produtos/unidades	Estoque Mínimo	Nível de Reposição	Estoque Máximo
Bateria 9v	2	3	4
Braçadeira de PNI p/ monitor multiparamétrico (01 via) - (adulto)	5	8	11
Braçadeira de PNI p/ monitor multiparamétrico (02 vias) - (adulto)	2	3	4
Braçadeira de PNI p/ mapa - (cardios) - (01 via) - (g)	1	2	3
Braçadeira de PNI p/ mapa - (cardios) - (01 via) - (m)	1	2	3
Cabo de ECG P/ Holter - Cardiolight (cardios) - (04 vias)	3	5	7
Cabo de ECG P/ (Dixtal)/(Imftec)/(Instramed)/(Omnimed)/(Mindray) - (05 vias)	2	3	4

Fonte Elaborada pelos autores

Após os cálculos dos parâmetros do estoque, foi feito um cálculo para simular uma possível economia que a implementação deste estudo poderá trazer. Para isso, foram levantados os preços de cada item do estoque a partir do sistema Neovero e da planilha de gestão de orçamento da EC do HU-UFS.

Para o cálculo do custo total das classes A e B, foram utilizadas as quantidades de estoque máximo, e foi obtido o valor de R\$ 55.828,58. O estoque do dia 1 de maio de 2019 foi utilizado para calcular o valor que está no inventário, e foi obtido R\$ 285.508,60. Portanto, a diferença entre o custo do estoque do dia 01/05/2019 e o estoque máximo proposto por esse trabalho é de R\$ 229.680,02.

Porém, como os itens que estão na classe C, bem como os que são utilizados nas manutenções preventivas, serão comprados quando houver a necessidade de utilização, os valores totais de cada item dessas classificações devem ainda reduzir essa diferença calculada.

Então, para simular os valores totais da classe C e das peças das manutenções preventivas, foram adotadas as quantidades de peças utilizadas durante o período de realização do estudo. Assim, os valores obtidos para classe C e para as peças das manutenções preventivas foram R\$ 58.103,87 e R\$ 30.504,65, respectivamente.

Foi possível estimar a redução econômica subtraindo do valor do inventário os valores totais de cada classificação das peças. Desta forma, a economia estimada seria de R\$ 141.071,50 no período.

6 Conclusão

Este estudo, realizado no setor de Engenharia Clínica do Hospital Universitário da Universidade Federal de Sergipe, propôs um método para controle do estoque de peças para as manutenções corretiva e preventiva dos equipamentos médico-hospitalares. Esse método utilizou a Curva ABC, como ferramenta de gestão de estoque, e definições e fórmulas matemáticas para o cálculo dos parâmetros do estoque.

Com a Curva ABC, foi possível identificar quais são as peças mais utilizadas nas reposições realizadas e que possuem maior regularidade de uso. A partir disso, foram calculados os parâmetros de estoque, como estoque mínimo, nível de reposição e estoque máximo, de modo que o mesmo seja o mais enxuto possível. Com isto, foi simulada uma economia de R\$ 141.071,50 para o setor, por meio da possível implementação deste estudo.

Referências bibliográficas

- ABECLIN. Associação Brasileira de Engenharia Clínica. **ABECLin**, 2019. Disponível em: <<http://www.abeclin.org.br/pagina.php?p=quem-somos>>. Acesso em: 23 Mai 2019.
- ANTUNES, E. et al. **Gestão da Tecnologia Biomédica: Technovigilância e Engenharia Clínica**. Cooperação Brasil/França: Éditions Scientifiques ACODESS, 2002.
- DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- GORDON, G. J. Hospital technology management: the tao of clinical engineering. **Journal of Clinical Engineering**, Abr 1990. 111-117.
- HU-UFS. Nossa História. **Hospital Universitário de Sergipe - HU-UFS**, 2019a. Disponível em: <<http://www2.ebserh.gov.br/web/hu-ufs/nossa-historia>>. Acesso em: 25 Jun 2019.
- HU-UFS. Infraestrutura. **Hospital Universitário de Sergipe - HU-UFS**, 2019c. Disponível em: <<http://www2.ebserh.gov.br/web/hu-ufs/infraestrutura>>. Acesso em: 25 Jun 2019.
- PORTO, D.; MARQUES, D. P. Engenharia clínica: nova “ponte” para a bioética? **Revista Bioética**, Araguaina, 1 Dez 2016. 515-527.
- POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais**. 6ed. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- RAMIREZ, E. F. F.; CALIL, S. J. Engenharia clinica: Parte I - Origens (1942-1996). **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, Dez 2000. 27-33.
- RODRIGUES, D. A. et al. Gestão de estoque: estudo de caso aplicado em indústrias moveleiras de Carmo do Cajuru, MG. **Research, Society and Development**, Minas Gerais, 12 Dez 2017. 01-15.
- SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 1ed. ed. São Paulo: Atlas, v. 10, 2006.
- SOUZA, D. B. D.; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Uberlândia, 1 Dez 2012. 327-336.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: Teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.
- VIANA, J. J. **Administração de materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2013.