

ANÁLISE DA SUORTABILIDADE DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES

*Prof. Me. Eng. Marcos José de Lima - Curso de Tecnologia em Sistemas Biomédicos - CEETEPS/
Faculdade de Tecnologia "José Crespo Gonzales" - FATEC-Sorocaba*

Resumo

Foi desenvolvida metodologia para a Análise da Suortabilidade da Manutenção, Operação e Infraestrutura de Tecnologia Hospitalar com foco nos equipamentos médico-hospitalares (EMH), visando fornecer às áreas de engenharia clínica (EC) e hospitalar, subsídios para a Avaliação do Suporte da Tecnologia dos Equipamentos utilizados na prestação de serviço de saúde. Realizou-se estudo de caso no setor Centro de Material e Esterilização (CME) em um hospital de médio porte da cidade de Sorocaba-SP para demonstrar a aplicabilidade do modelo proposto.

Palavras-chave: Avaliação de Tecnologia em Saúde, Suortabilidade, Manutenção, Equipamentos Médico-hospitalares, Economia em Saúde.

1. Introdução

Em princípio a finalidade de um setor de assistência à saúde, médica, clínica ou hospitalar é oferecer a prestação de serviço de modo seguro, efetivo e em tempo hábil. A análise da situação organizacional das unidades assistenciais hospitalares no Brasil tem mostrado a necessidade de serem aplicadas soluções inovadoras na área da tecnologia para satisfazer as exigências atuais apresentadas pela medicina e pela população, assim como para o que se constitui uma atividade economicamente sustentável.

Para atingir tal intento as unidades médico-hospitalares necessitam de organização interna preparada para suportar efetivamente a tecnologia, empregando ferramentas e metodologias modernas para operacionalizar as diversas dimensões que envolvem as suas atividades.

O enfoque deste artigo visa nova abordagem para o gerenciamento de um setor médico-hospitalar, oferecendo aos tomadores de decisão, meios de traduzir quantitativamente a necessidade de suporte tecnológico e logístico operacional de manutenção. A ferramenta desenvolvida possibilita a Análise do Nível da Suortabilidade Operacional, de Manutenção e de Infraestrutura relativa à tecnologia em saúde, com foco nos EMH.

A Suortabilidade é o parâmetro influenciado não somente pelas características de projeto, mas também pela logística de suporte do sistema [1] e é uma medida da facilidade com que o sistema pode ser mantido em um nível aceitável de prontidão operacional e condição material. É o grau que as características e recursos planejados de logística de manutenção e operação, incluindo força de trabalho, satisfazem a prontidão do sistema e sua utilização em serviço. Também pode ser

entendida como medida da performance da manutenção. Os requisitos gerais para a análise da suportabilidade requerem desenvolvimento de indicadores para o planejamento da manutenção bem como da operação e das instalações físicas.

A suportabilidade é derivada do termo suporte e segundo MIL-HDBK-1388, é aquilo que sustenta, mantém, ou preserva intacto [2]. Por conseguinte, a suportabilidade é obtida por um processo de análise do suporte. Também pode ser considerada uma das áreas da engenharia e envolve recursos financeiros destinados a atender a tecnologia em específico. A suportabilidade pode ser relacionada à confiabilidade e manutenibilidade e se referir aos elementos de suporte no ciclo de vida, necessários para a disponibilidade efetiva do sistema para exercer sua finalidade. Além disto, os fatores da suportabilidade incluem a disponibilidade de peças de reposição, capacidade de reparos, competências e ferramentas especiais, e acesso a dados técnicos das tecnologias [3].

2. Objetivo

Apresentar metodologia de Análise de Suortabilidade da Manutenção, Operação e Infraestrutura para a tecnologia em saúde com foco nos EMH.

3. Metodologia

Como base na estrutura de distribuição dos diversos componentes do custo do ciclo de vida de uma tecnologia apresentada por [1] e [2] mais a inclusão de 122 indicadores (Anexo I) foi desenvolvido o modelo para a Análise da Suortabilidade abrangendo as atividades pertinentes do Suporte da Manutenção, Operação e Infraestrutura do Centro de Material e Esterilização (CME) de um hospital com 250 leitos de Sorocaba, equipado com 2 termodesinfetadoras destinadas a lavagem, enxágue, desinfecção térmica e secagem automática de diversos instrumentais, 3 autoclaves a vapor de alto vácuo pulsante utilizando como agente esterilizante vapor saturado sob pressão e 2 secadoras para uso pós-lavagem oferecendo automatização da secagem de circuitos respiratórios, anestesia, instrumentais cirúrgicos, tubos, mangueiras, instrumentos metálicos, vidros e borrachas.

O estudo foi conduzido em 2016 e 2017 e foram coletados dados e informações para possibilitar as quantificações dos níveis de suportabilidade para as dimensões denominadas manutenção, operação e infraestrutura conforme o modelo de gestão proposto nesta pesquisa.

Obtiveram-se as evidências para justificar as pontuações atribuídas aos indicadores para cada uma das classes das três dimensões mencionadas. Para isto ser possível, foram acessados os registros existentes dos setores de EC e CME, bem como ouvidos os seus colaboradores responsáveis. Os indicadores receberam pontuação segundo análise e julgamento deste autor, com base nas informações obtidas.

4. Desenvolvimento

Primeiramente foi adaptado o conceito de Suportabilidade para a Tecnologia dos EMH. Na sequência desenvolveu-se o modelo de análise e o seu emprego visando comprovar a aplicabilidade.

4.1 Suportabilidade de Tecnologia em Saúde

A suportabilidade pode ser considerada uma das áreas da engenharia e envolve recursos financeiros destinados a atender a tecnologia em específico. Ela pode ser relacionada à confiabilidade e manutenibilidade e se referir aos elementos de suporte no ciclo de vida, necessários para a disponibilidade efetiva do sistema para exercer sua finalidade. Além disto, os fatores da suportabilidade incluem a disponibilidade de peças de reposição, capacidade de reparos, competências e ferramentas especiais, e acesso a dados técnicos das tecnologias [3].

A Análise da Suportabilidade de Tecnologia em Saúde (ASTS) é um processo aplicado de uma maneira interativa desde a etapa de projeto, passando pelo desenvolvimento até o descarte, abrangendo todo o período do ciclo de vida. Além disto, ela deverá oferecer um meio auxiliar na definição de

características de manutenção e operação, apresentar-se como meio auxiliar ao processo de avaliação e seleção das alternativas ou estratégias de manutenção, processo operacional e de instalação. Deverá também revelar as necessidades orçamentárias para atingir a sustentação das atividades da unidade ou setor médico-hospitalar.

A abordagem neste estudo foi sobre a necessidade de suporte para colocar a tecnologia em saúde, que pode ser um equipamento ou mesmo o setor médico-hospitalar, pronto e disponível para o uso a custo acessível. Trata-se da busca por resolver certo o problema certo, ou seja, permitir identificar entre as demandas do setor hospitalar, quais são os problemas mais significantes e tratá-los de maneira eficiente e eficaz.

Os sistemas biomédicos e seus equipamentos devem fornecer uma capacidade tal que atendam às necessidades do usuário além de obter adequação operacional a custos acessíveis. Enquanto a eficácia operacional aborda o grau de realização da missão no ambiente de uso pretendido, a adequação operacional, por sua vez, trata do grau em que um sistema pode ser colocado em uso de maneira satisfatória para uma dada confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, suportabilidade e custo de propriedade.

Considerando os requisitos para o projeto e a utilização de tecnologias em saúde, adicionalmente àqueles apresentados no modelo de Shah [4] e ilustrados na Figura 1, a ferramenta aqui apresentada para a análise do nível da Suportabilidade Operacional, de Manutenção e de Infraestrutura, pode se constituir uma estratégia inovadora.

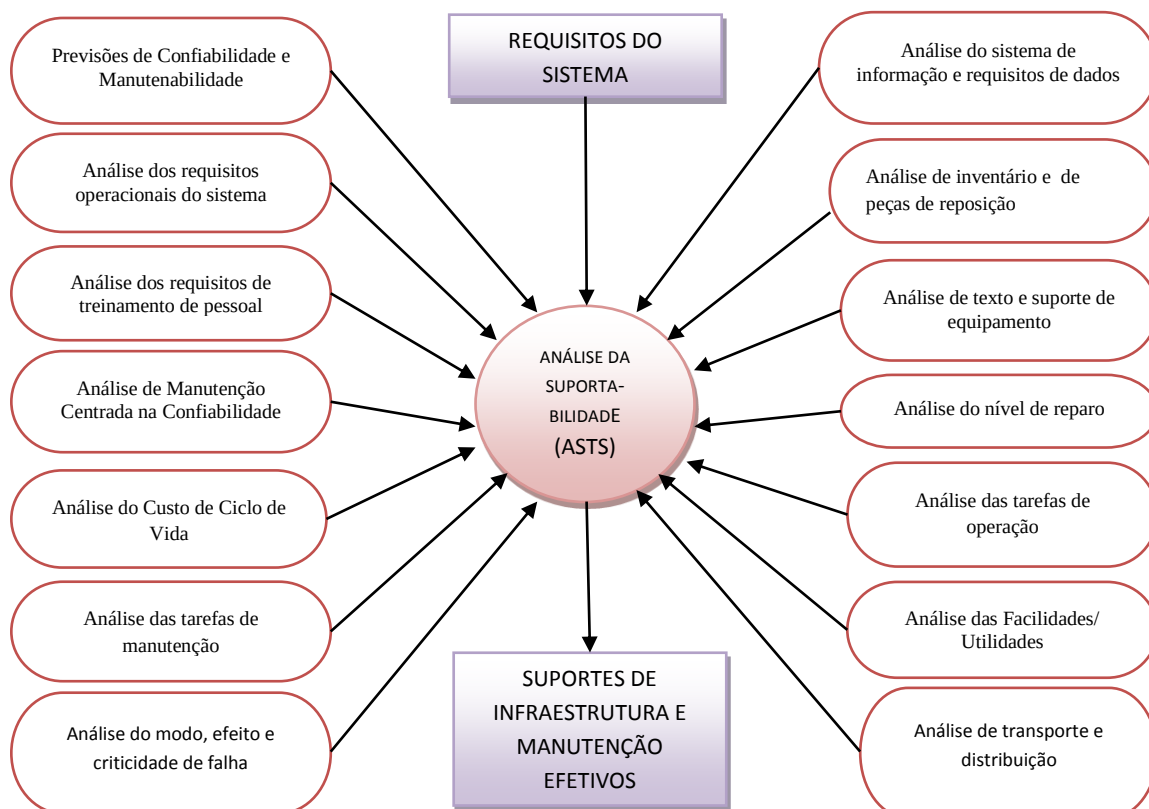


Figura 1- A análise da Suportabilidade de Tecnologia em Saúde e seus componentes principais. Adaptado de [4].

O sistema de gerenciamento da suportabilidade de EMH pode ter como ferramenta de auxílio à gestão a ASTS ao lado do emprego de técnicas e conceitos tradicionais como a Análise do Custo de Ciclo de Vida (LCC); a Análise da Confiabilidade, Disponibilidade e Manutenibilidade (RAM); Manutenção com Base na Condição (CBM); Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) e Análise de Árvore de Falhas (FTA); Análise de Modo, Efeito e Criticidade de Falhas (FMECA) e Análise do Nível de Manutenção (LORA).

A ASTS - EMH vem a contribuir para os gestores da tecnologia em saúde, principalmente por ser evidente a crescente pressão para a redução dos orçamentos setoriais hospitalares na nossa sociedade. A solução é buscar a otimização do suporte operacional, de manutenção, logístico e dos custos gerados pela posse dos sistemas biomédicos, ou seja, de elevado grau de suportabilidade.

Estima-se que o Custo Total de Posse (TOC), que incide durante as operações e de outros tipos de suporte para a tecnologia em saúde deverá ficar na faixa de 65 a 80 % do custo total do ciclo de vida útil (LCC), por meio da aplicação de novas metodologias, possivelmente orientada por modelos aplicando conceitos da suportabilidade.

Pinho e Veiga [5] destacam que a questão que domina as preocupações políticas na área da saúde é a de saber como distribuir de forma equitativa os cada vez mais escassos recursos da saúde. Economistas apresentaram, por exemplo, a proposta de alocação com base na análise custo-utilidade, extraída pela medida do benefício, em anos de vida salvos, denominado *Quality-Adjusted Life-Years* (QALY).

Por sua vez, a ASTS se constitui na integração e aplicação de diferentes técnicas e/ou métodos a fim de solucionar uma ampla variedade de problemas.

Para tratar da enorme complexidade e volume de conhecimento crescentemente produzido sobre as tecnologias médicas e de equipamentos médicos, a ASTS utiliza metodologia de análise e síntese [6].

4.2 Modelo para avaliação da suportabilidade

O modelo apresentado por Lima [7] abrange os fatores que influem nas dimensões da manutenção, operação e infraestrutura. A Figura 2 ilustra a árvore da suportabilidade com as três dimensões de suporte às atividades da tecnologia setorial hospitalar.

Observa-se que os custos se constituem em importantes componentes da análise da suportabilidade de tecnologia dos equipamentos para a saúde. Esses foram considerados na pesquisa, porém, não contemplados neste artigo.

A utilidade de modelos para tratar alguns aspectos da análise da suportabilidade é, em geral, diretamente proporcional à complexidade do sistema ou equipamento. Os modelos são definidos como processos sistemáticos analíticos empregados para prever parâmetros de sistema. Apesar do grau de

complexidade de um sistema, os modelos devem ser simples e fáceis de utilizar, e requererem poucos dados quanto possível cobrindo a linha do tempo de resultados [3].

Considerando os EMH serem sistemas complexos, é mandatório utilizar um modelo dedicado a relacionar os parâmetros de projeto, operação e suporte de manutenção com os parâmetros de desempenho.

O modelo apresentado neste artigo estabelece um sistema passo a passo para o gerenciamento da suportabilidade, considera um conjunto de parâmetros mensuráveis, bem como, um meio de quantificar e qualificar o grau de suportabilidade de EMH a fim de atingir seus objetivos de aplicação.

Para facilitar a obtenção do correto gerenciamento da suportabilidade é sugerido adotar a sequência de etapas de atividades, cujas explicações e interpretações são apresentadas a seguir:

1. Planejar a atividade de avaliação da suportabilidade;
2. Efetuar a análise do cenário da arquitetura e do processo de funcionamento do sistema ou do setor de prestação de serviço médico-hospitalar;
3. Preparar e avaliar as alternativas;
4. Estabelecer objetivos mensuráveis de suportabilidade, as fronteiras limitantes e as restrições. Incorporar ao Plano de Suportabilidade;
5. Aplicar ferramentas de resolução de problemas, da qualidade e da engenharia da confiabilidade e manutenibilidade;
6. Aplicar a avaliação quantitativa para os aspectos de suporte operacional, de manutenção e de infraestrutura;
7. Efetuar a análise e obter o índice de suportabilidade;
8. Desenvolver e aplicar estratégias para a mitigação dos problemas que afetam e reduzem a suportabilidade;
9. Controlar as atividades e verificar as melhorias obtidas;
10. Efetuar a validação do procedimento.

Para efeitos de obtenção do nível de suportabilidade aplica-se o estabelecido na Tabela I. Primeiramente, deve-se atribuir as pontuações de 1 a 5 para cada um dos indicadores, de cada uma das classes e para cada uma das três dimensões de suportabilidade. Em seguida, deve-se somar o total de pontos para cada uma das classes e obter o percentual do total máximo possível de pontos. Na sequência, calcula-se a média das porcentagens obtidas, o que equivale a obter o nível de suporte para cada uma das três dimensões. Finalmente aplica-se a média ponderada atribuindo-se os pesos 5, 3 e 2, respectivamente, para as dimensões manutenção, operação e infraestrutura. O resultado pode ser reportado expressando o nível da suportabilidade da tecnologia médico-hospitalar ao utilizar a coluna da esquerda da Tabela I.

Tabela I – Referência para o julgamento do nível alcançado para indicadores e níveis de suportabilidade.

Nível de contribuição para Suporte/ Suportabilidade	Faixa de Valor em %	Valor de atribuição para o indicador
Irrisório	$0 \leq T < 20\%$	1
Baixo	$20\% \leq T < 40\%$	2
Médio	$40\% \leq T < 60\%$	3
Bom	$60\% \leq T < 80\%$	4
Excelente	$80\% \leq T$	5

Fonte: Próprio autor.

Sugere-se ainda que o relatório da suportabilidade tenha formato padronizado, mostrando graficamente os níveis de contribuição para as três dimensões, principalmente para facilitar comparações entre análises efetuadas em tempos distintos para um mesmo setor e a comunicação entre os tomadores de decisão.

Um setor com tecnologia hospitalar que atingir o nível igual ou superior a 80% de pontuação pode ser declarado em nível de excelência e se constituirá em uma referência para o mesmo tipo de setor de outro hospital, por exemplo.

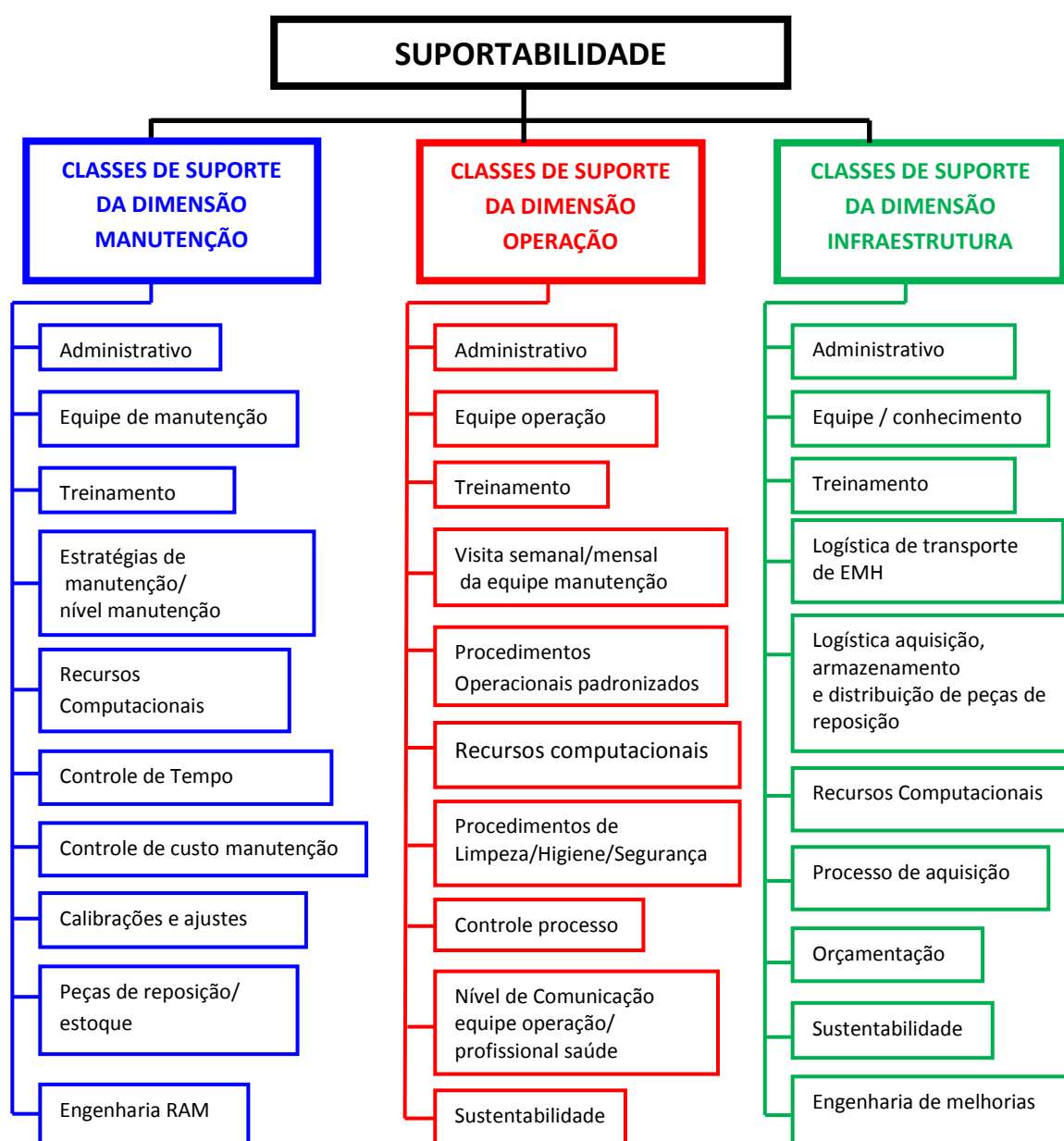


Figura 2 - Estrutura para a análise da suportabilidade de EMH [7].

5. Resultados

O teste de implementação do modelo ASTS - EMH possibilitou obter os seguintes resultados para o CME:

- Pontuação de 204 pontos para o conjunto de 50 indicadores da dimensão manutenção. Considerando que o máximo de pontuação possível ser de 250 pontos, a porcentagem atingida foi de 81,6%, dentro da faixa Excelente.
- Pontuação de 179 pontos para o conjunto de 39 indicadores da dimensão operação. Considerando que o máximo para a pontuação seria 200 pontos, a pontuação alcançada resultou na porcentagem de 89,5%, incidindo na faixa Excelente.
- Pontuação de 150 pontos para o conjunto de 33 indicadores da dimensão infraestrutura. Considerando que o máximo para a pontuação seria 170 pontos, a pontuação alcançada resultou na porcentagem de 88,2%, incidindo na faixa Excelente.

O valor resultante para a suportabilidade foi a média ponderada atribuindo pesos 5, 3 e 2, respectivamente, para os valores das dimensões manutenção, operação e infraestrutura. Optou-se por atribuir maior peso para o conjunto de indicadores de manutenção por considerá-la mais crítica.

O gráfico em colunas da Figura 3 ilustra tais pontuações e verificam-se todas elas terem incidido na faixa convencionalizada “Excelente”, ou seja, maior ou igual a 80%, indicada pela linha tracejada.

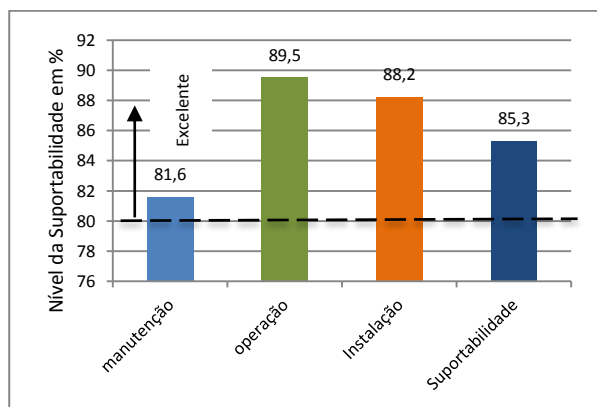


Figura 3 – Valores para a suportabilidade. Fonte: autor.

5. Conclusões

Foi possível a partir da literatura e do desenvolvimento de indicadores específicos, estabelecer o conceito de suportabilidade para a tecnologia médico-hospitalar. O modelo proposto e testado por meio do estudo de caso, desenvolvido em hospital de médio porte de Sorocaba, demonstrou sua viabilidade prática, oferecendo aos colaboradores da EC e CME o nível de suporte à tecnologia em uso. Foi obtido o nível de 85,3% para a suportabilidade, considerado este ser excelente. Este indicador de suportabilidade obtido pelo modelo apresentado poderá se constituir em uma referência para a tomada de decisão visando melhorias necessárias para este setor.

Deseja-se que a ferramenta desenvolvida seja validada por organismos oficiais do sistema de saúde e se torne essencial para estabelecer um programa de gerenciamento que leve ao uso racional da tecnologia em saúde, ao invés de simplesmente se constituir em um programa de redução de custos.

Referências

- [1] CROUCH, Niles. **Design Interface Planning Guide**. Management Manual. NAVAIR-00-25-406. 2004. 311p.
- [2] DoD – Department of Defense. USA. **MIL-HDBK-1388**. Logistic Support Analysis. Military Handbook. 1 mar. 1994, U.S. Army Materiel Command. 431p.
- [3] DoD – Department of Defense. USA. **MIL-HDBK-1388**. Logistic Support Analysis. Military Standard MIL-STD-1388-1A APPENDIX B, April 11, 1983. Disponível em: <https://ld.hq.nasa.gov/docs/MIL-STD-1388-A_Logistic_Support_Analysis.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2017.
- [4] SHAH. **Design for Supportability** (Serviceability). Arquivo TECH 101 – supportability.ppt. 2006. Disponível em: <www.slidefinder.net>. Acesso em: 13 mai. 2016
- [5] PINHO, Micaela M. e VEIGA, Paula Alexandra C. V. **Avaliação de custo-utilidade como mecanismo de alocação de recursos em saúde**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25(2):239-250, fev., 2009.
- [6] SILVA, Letícia Krauss. **Avaliação tecnológica e análise custo-efetividade em saúde: a incorporação de tecnologias e a produção de diretrizes clínicas para o SUS**. Departamento de Administração e Planejamento em Saúde. ENSP/Fiocruz. Ciência & Saúde Coletiva, 8(2):501_520.2003. Disponível em: <www.scielo.org/pdf/csc/v8n2/a14v08n2.pdf>. Acesso em: 7/08/2017.
- [7] LIMA, Marcos José de. **Modelo de Gestão da Suportabilidade da Tecnologia em Saúde de Unidades Setoriais em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Projeto de Pesquisa: Relatório Interno não publicado. Faculdade de Tecnologia de Sorocaba – CEETEPS. Fevereiro de 2017.

Agradecimentos

Ao CEETEPS por tornar possível a pesquisa. À Coordenadoria e docentes do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos da Fatec-Sorocaba pelo constante apoio. Aos colaboradores do hospital de médio porte de Sorocaba por tornar viável obter os dados e a experimentação do modelo.

ANEXO I – Indicadores de Suportabilidade. Próprio autor.

Indicadores da dimensão manutenção	Limpeza e operação do equipamento conforme manual de operação
Plano de manutenção corretiva para os equipamentos	Segue orientação Comissão Contr. Infecção Hospitalar
Plano de manutenção preventiva para os equipamentos	Utiliza EPI para manuseio do equipamento
Gerencia a vida ativa dos equipamentos	Conhece riscos mau uso equipamento e sabe evitá-los
Controla e inspeciona operação dos equipamentos	Efetua controle de custos de mão de obra
Inspeciona estr. física setor p/ compatibilidade c/ oper. dos eq.	Efetua controle de custos de energia e água
Controla LCC para os equipamentos e emite relatório	Efetua contr itens suprimentos mater apoio processo
Analisa LORA para os equipamentos e supre os POPs	Existência de sistema de hardware
Aplica vistorias preventivas no setor	Existência de software dedicado ou especializado
Aplica medições controle características processos dos eqtos	Existência de estudos de automação
Mantém produtividade em nível de excelência	Existência de procedimentos de limpeza e higienização
Mantém registros de históricos de equipamentos em dia	Existência de registros de eventos adversos
Realiza atendimento d manutenção sempre q solicitado no mês	Fornece informações p Gerência Risco e Tecnovigilância
Treinamento periódico para os técnicos	Existência de procedimentos padronizados
Disponível lista de verificação – checklist – de manutenção	Existência cumprimento atividades controle de qualidade
Equipe segue orientação de segurança – uso de EPI	Existência de estudos de OEE ou Capabilidade de processo
Padroniza medidas controle e execução tarefas manut POPs	Controle de Produção por tipo de material por equip
Manutenção segue instruções do manual do fabricante	Controle de Número de ciclos por dia
Aplica estratégia de manutenção com base no modo de falha	Controle do tempo de ciclo por equip
Grau de realização das Mp programadas	Existência de quadro de avisos
Existência de sistema de hardware	Existe e usa formulários de comunicação interna
Existência de software dedicado ou especializado	Existe e usa formulário de comunicação externa
Existência de estudos de automação	Tempo p/ se dedicar à destinação de resíduos sólidos
Controle de tempo resposta da ocorrência	Estudo destinado a contabilizar gasto com energia e água
Controle de tempo do equipamento em manutenção	Estudo destinado a contabilizar gasto de consumíveis
Controle de tempo para reparo	Mantém manuais de instruções de op e man arquivados
Controle de tempo de Vida Útil remanescente equipamento	Mantém normas e diretrizes arquivadas
Controle de Backlog de manutenção p/ CME	Mantém literatura afim arquivada
Controle de custos de peças de reposição – estoque	Indicadores da dimensão infraestrutura
Controle de custos de serviços prestados por terceiros	Qde de OS de MP de IF
Controle custos atividade MC	Qde de Os de IP de IF
Controle de custos de MP	Montante investimento c/ parc. Orçam. da EH destinado aquis.de eq.
Controle de custos de Inspeções Programadas	Montante invest. parc. orçam. da EH destinado aquis. pçs reposição
Controle de custos de Calibrações	Nível de gastos com consumíveis como parcela do orçamento da EH
Efetua testes calibração regularmente conforme norma/diretriz	Nível de gastos com logística como parcela do orçamento da EH
Solicita/acompanha serviços calibração efetuados p terceiros	Nível envolv. c/ forneced. qto a ações melhoria de eq. e mat.fornec.
Programa e controla o cumprimento de calibrações p software	Nível de consumo de energia
Mantém almoxarifado de peças para reposição	Nível de consumo de gás/ar comprimido
Efetua controle de estoque por software	Nível de consumo de itens materiais
Solicitação reposição estoque é ativada por estoque mínimo	Racionalização de materiais consumíveis
Efetua regist. dados d históricos em software p/ estudos estatísticos	Racionalização de consumo de energia e água
Efetua cálculos: taxa falha e confiabilidade	Envolvimento c/ fornecedores qto ações de mudanças de projetos
Efetua cálculos de MTTR e Manutenibilidade	Qde de estudos de logística e economia
Efetua cálculos de Disponibilidade	Qde de aplicações de conceitos de sustentabilidade
Efetua cálculos de tempo ótimo de manutenção preventiva	Qde de ações aquis. e armazenamento pçs reposição no estoque local
Possui plano para projeto de aquisição de equipamentos	Qde de ações de distribuição e reposição de peças e componentes
Possui área adequada para armazenamento de equipamentos	Qde de ações de Transporte Interno de EMH e materiais
Possui sist definido p distribuição d equip p setores e terceiros	Qde de ações de Transporte Externo de EMH e materiais
Mantém manuais de instruções de op e man arquivados	Acervo de manuais operacionais e de manutenção de EH hospitalar
Mantém normas e diretrizes arquivadas	Acervo de normas e diretrizes de manutenção em EH hospitalar
Mantém literatura afim arquivada	Acervo de literatura especializada sobre EH hospitalar
Indicadores da dimensão operação	Nível tecnologia atual empregada comparação c tecnologias recentes
Disponibiliza manual de operação (POP's) para cada setor	Aquisição sob projeto
Esclarece acerca de documentação	Nível utiliz. instalações e defeitos q. comprometem serv. produtivos
Providencia qualificação do operador	Fornec. Implem.manter recursos hardware p/ ger. informatizado
Providencia qualificação operador, eq. e desempenho processo	Fornecer/implementar/manter recursos software p/ ger. Informatiz.o
Equipe qualificada e dimensionada	Qde de estudos de automação registrados
Verifica e registra operacionalidade do equipamento	Descomissionamento de equipamentos, instalações e materiais
Oferece treinamento inicial e conforme demanda do setor	Estudos de melhoria relativo a consumo de energia
Disponibiliza treinamento oferecido p/ fabricante eq. adquiridos	Estudos de melhoria relativo a consumo de água e gás
Acompanha visita semanal manutenção preventiva	Qde de treinamentos técnicos
Verifica ou acompanha operação do equipamento sob testes	