

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDRE GONÇALVES

**VIABILIDADE ENTRE REALIZAÇÃO DE PREVENTIVA E MANUTENÇÃO
CORRETIVA EM EQUIPAMENTOS DE GASTROSCOPIA E COLONOSCOPIA**

CURITIBA

2024

ALEXANDRE GONÇALVES

**VIABILIDADE ENTRE REALIZAÇÃO DE PREVENTIVA E MANUTENÇÃO
CORRETIVA EM EQUIPAMENTOS DE GASTROSCOPIA E COLONOSCOPIA**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de especialização em engenharia clínica, Complexo Hospital de Clínicas Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Fernanda de Carvalho Vieira

CURITIBA

2024

RESUMO

Procedimentos endoscópicos, como gastroscopia e colonoscopia, são essenciais na detecção precoce de doenças gastrointestinais. A eficácia desses exames depende da manutenção adequada dos equipamentos, dividida entre preventiva, que evita falhas, e corretiva, acionada após falhas. Este estudo analisa a relação entre essas manutenções, avaliando impactos operacionais e na qualidade do atendimento.

Investigar a correlação entre manutenções corretivas e preventivas, otimizando processos e aumentando a disponibilidade de equipamentos. Dados de 31 hospitais públicos brasileiros (2022-2024) sobre 383 gastroscópios e 276 colonoscópios foram analisados. Foram avaliadas MPs, MCs e disponibilidade dos equipamentos.

Hospitais com MPs regulares apresentaram menos MCs e maior disponibilidade: Odds Rate de 1,64 para gastroscópios e 2,25 para colonoscópios.

A manutenção preventiva reduz falhas e aumenta a disponibilidade. Estudos futuros devem incluir análise financeira e regional para maior aprofundamento.

Descritores: **Manutenção de equipamentos médicos. Endoscopia Gastrointestinal. Gestão de Serviço de Saúde.**

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os avanços na medicina, especialmente nas áreas de diagnóstico e tratamento, têm se mostrado fundamentais para a melhoria da saúde e qualidade de vida dos pacientes. Os procedimentos de endoscopia, como a gastroscopia e a colonoscopia, desempenham um papel crucial na detecção precoce de doenças gastrointestinais, permitindo intervenções precoces e, muitas vezes, salvadoras. No entanto, a eficácia desses procedimentos está intimamente ligada ao estado de conservação e funcionamento dos equipamentos utilizados.

Neste contexto, a manutenção de equipamentos de endoscopia pode ser categorizada em duas abordagens principais: a manutenção preventiva e a corretiva. A manutenção preventiva é realizada de forma programada, visando evitar falhas e prolongar a vida útil dos aparelhos. Por outro lado, a manutenção corretiva é necessária quando ocorrem falhas inesperadas, exigindo intervenções imediatas para restabelecer a funcionalidade do equipamento.

Este trabalho tem como objetivo discutir a correlação entre as manutenções corretivas e preventivas dos equipamentos, além de explorar sua importância na rotina de serviços de saúde. Serão abordadas as melhores práticas, as implicações financeiras e operacionais, e como a escolha entre manutenção preventiva e corretiva pode impactar a qualidade do atendimento ao paciente. Ao final, espera-se oferecer uma visão abrangente que auxilie gestores e profissionais de saúde a otimizar os processos de manutenção de seus equipamentos endoscópicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análise dos Dados

2.1.1 Correlação

A correlação é um indicador estatístico que demonstra a intensidade e o sentido da relação linear entre duas variáveis. Esta medida é indicada por um coeficiente de correlação, que oscila entre -1 e +1, dependendo da escala.

Quando o coeficiente se aproxima de +1, sugere uma forte correlação positiva, isto é, quando uma variável cresce, a outra também tende a crescer. Quando o coeficiente se aproxima de -1, sugere uma forte correlação negativa, o que significa que quando uma variável cresce, a outra tende a se reduzir. Um coeficiente muito próximo de zero sugere que não existe uma conexão linear relevante entre as variáveis.

Portanto, a correlação possui diversas utilizações em diversos campos, tais como análise de dados, previsão e aprendizagem de máquina.

2.1.2 Razão de Chances (Odds Ratio)

A Razão de Chances, ou Odds Ratio (OR), é um indicador estatístico usado para avaliar a intensidade da correlação entre duas variáveis, comumente em pesquisas de caso-controle. Esta métrica é particularmente relevante em estudos médicos e epidemiológicos, uma vez que possibilita a avaliação do risco de um evento acontecer em dois grupos distintos. A razão entre as probabilidades de um evento acontecer em um grupo exposto a um fator de risco e as probabilidades de acontecer no grupo que não está exposto é conhecida como Odds Ratio.

2.2 Indicadores de Manutenção

Pinto 2002, afirma que um sistema de gerenciamento de manutenção deve ser flexível eficiente e eficaz, são necessárias informações sobre o seu desempenho de relações ou índices. Esses indicadores devem ser empregues para sinalizar a presença de problemas identificar os pontos fracos e também reconhecer os possíveis problemas que possam surgir gerando resultados não desejados.

Portanto, os indicadores de manutenção atuam como uma tradução do estado de manutenção. como os equipamentos e sistemas de produção respondem a ações de produção. Continuidade. A seguir, alguns desses indicadores serão apresentados. Estes estão relacionados os intervalos de funcionamento da máquina entre intervenções, a quantidade de intervenções e a duração de cada uma também o período necessário para a reparação.

2.2.1 Tempo Médio Para Reparos – MTTR

Tempo Médio Para Reparo (*Mean Time To Repair* – MTTR) exprime o tempo médio em que o equipamento deixa de operar devido a uma ação relacionada a manutenção. A equação 1 apresenta a forma de cálculo do MTTR

$$MTTR = \frac{T_{npman}}{n} \quad (1)$$

Onde: T_{npman} = Tempo total de paradas não planejadas devido a manutenção

n = Número de intervenções

2.2.2 Tempo Médio Entre Falhas – MTBF

Tempo Médio Entre Falhas (*Mean Time Between Failures* – MTBF) reflete e frequência de intervenções no equipamento durante determinado tempo específico. (MARTINS, 2012)

Tempo total de trabalho pode ser definido como o tempo em que se deveria estar produzindo, ou seja, envolve o tempo em que efetivamente houve produção mais o tempo de parada não planejada do equipamento. A equação 2 apresenta o cálculo do MTBF.

$$MTBF = \frac{T_{total}}{n} \quad (2)$$

Onde: T_{total} = tempo total de trabalho (em minutos ou horas)

n = número de intervenções

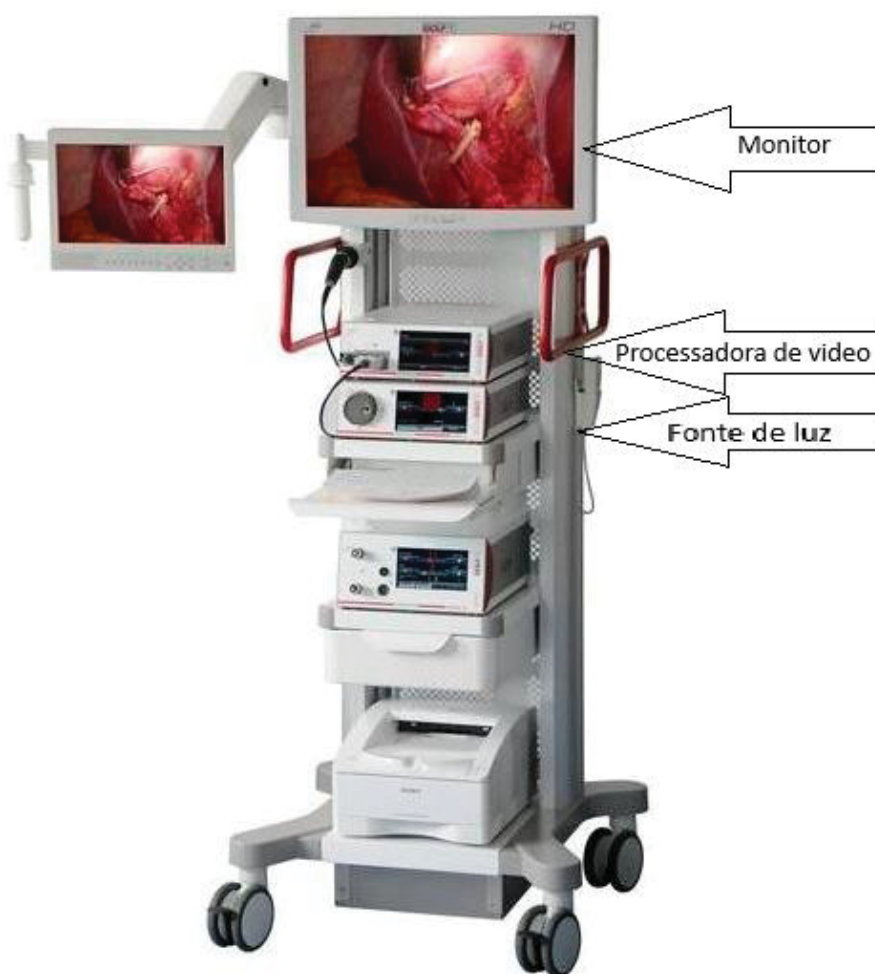
2.3 Procedimentos Endoscópios

O endoscópio é utilizado para visualizar os órgãos internos, além de realizar procedimentos minimamente invasivos, se necessário. Esses procedimentos são frequentemente realizados para diagnosticar, tratar ou monitorar condições médicas de complexidade múltipla. Vale lembrar que diferentes tipos de endoscópios são utilizados dependendo da parte do corpo a ser acessada. Existem muitos procedimentos, os mais comuns são: gastroscopia, colonoscopia, broncoscopia, cistoscopia e histeroscopia. Com a incorporação da tecnologia na medicina e o avanço dos procedimentos endoscópicos, o tempo do procedimento, a qualidade da técnica e a recuperação dos pacientes estão melhorando.

2.4 Estrutura de Gastroscópios e Colonoscópios

Os endoscópios e colonoscópios são dispositivos complexos que consistem em uma série de componentes essenciais, são eles: câmera e fonte de luz que permitem a visualização interna do corpo. A qualidade da imagem é diretamente relacionada à manutenção adequada da lente e do sistema de iluminação (Ferreira et al., 2023); tubo flexível que facilita a inserção do instrumento no corpo seu desgaste pode comprometer a eficácia do exame, tornando essencial a verificação periódica dessa parte do equipamento (Lima & Costa, 2020) e o sistema de biópsia e Instrumentação, ferramentas que permitem a coleta de amostras.

Figura 1 Equipamento de endoscopia



Fonte: Autor

2.5 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva refere-se a intervenções realizadas após a falha de um equipamento. Segundo Moura et al. (2020), esse tipo de manutenção é frequentemente não planejado e pode resultar em interrupções no serviço e custos elevados. Estudos indicam que a falta de um cronograma de manutenção preventiva pode levar a um aumento na frequência de manutenções corretivas, impactando diretamente a qualidade do atendimento ao paciente (Oliveira & Silva, 2019).

Em equipamentos de endoscopia o mau uso é um dos maiores causadores de defeitos, também por o equipamento ser bem frágil e o número de exames ser alto.

2.6 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é executada de forma programada, com o objetivo de evitar falhas e prolongar a vida útil dos equipamentos. De acordo com Santos et al. (2021), a implementação de um plano de manutenção preventiva reduz significativamente o tempo de inatividade e os custos associados às manutenções corretivas. O monitoramento regular e a calibração de endoscópios e colonoscópios são práticas recomendadas para assegurar a precisão dos diagnósticos (Pereira, 2022).

3 METODOLOGIA

Trata-se de estudo de dados secundários, não necessário passar por comitê de ética, conduzindo uma análise documental com base na consulta ao banco de dados de manutenções de gastroscópios e colonoscópios em um sistema de gestão de tecnologia de saúde, GETS, que é utilizado em uma rede de hospitais universitários públicos. Foi analisado o histórico de manutenção de

383 gastroscópios e 276 colonoscópios, coletados em 31 hospitais públicos no Brasil, a análise foi quantitativa, avaliando a variável dependente, manutenção corretiva e a independente manutenção preventiva, os dados abrangem o período de 01/01/2022 a 30/06/2024.

Foi utilizado as seguintes informações para a análise:

- Identificação da unidade hospitalar
- Número de equipamentos por unidade hospitalar;
- Número de ordens de serviço (OS) de manutenção preventiva (MP);
- Número de ordens de serviço (OS) de manutenção corretiva (MC)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises os dados foram reunidos em uma tabela as informações de quantidade de equipamentos por cada unidade hospitalar.

Tabela 1 Quantidade de gastroscópios e colonoscópios por hospital.

Hospitais	Gastro	Colonos
HU01	22	15
HU02	12	4
HU03	21	15
HU04	13	8
HU05	30	16
HU06	8	9
HU07	12	14
HU08	16	11
HU09	12	9
HU10	5	4
HU11	11	8
HU12	14	8
HU13	6	8
HU14	6	5
HU15	9	5
HU16	4	2
HU17	8	4
HU18	10	8

HU19	16	13
HU20	6	7
HU21	11	11
HU22	16	11
HU23	23	10
HU24	6	7
HU25	24	17
HU26	21	13
HU27	9	10
HU28	8	5
HU29	8	3
HU30	4	6
HU31	12	10

Fonte: Autor (2024)

Com isso foi possível verificar e identificar quais unidades hospitalares realizão as manutenções preventivas e/ou corretiva em seus equipamentos, como mostra a tabela 2.

Tabela 2 Unidades hospitalares que realizam preventiva e/ou corretiva em gastroscópios

HOSPITAL	Nº DE GASTRO	MP	MC	Nº DE COLONO	MP	MC
HU 01	22	Não	Sim	15	Sim	Sim
HU 02	11	Não	Sim	4	Não	Sim
HU 03	21	Não	Sim	15	Não	Sim
HU 04	13	Sim	Sim	8	Não	Sim
HU 05	30	Sim	Sim	16	Sim	Sim
HU 06	8	Não	Sim	9	Não	Sim
HU 07	12	Sim	Sim	14	Sim	Sim
HU 08	16	Sim	Sim	11	Sim	Sim
HU 09	12	Não	Sim	9	Não	Sim
HU 10	5	Sim	Sim	4	Não	Sim
HU 11	11	Não	Sim	8	Não	Sim
HU 12	14	Sim	Sim	8	Sim	Sim
HU 13	6	Não	Sim	8	Não	Sim
HU 14	6	Sim	Sim	5	Não	Sim
HU 15	9	Sim	Sim	5	Sim	Não
HU 16	4	Sim	Sim	2	Sim	Não
HU 17	8	Sim	Sim	4	Não	Sim
HU 18	10	Não	Sim	8	Não	Sim
HU 19	16	Não	Sim	13	Não	Sim
HU 20	6	Sim	Sim	7	Sim	Sim

HU 21	11	Sim	Sim	11	Não	Sim
HU 22	16	Sim	Sim	11	Não	Sim
HU 23	23	Não	Sim	10	Não	Sim
HU 24	6	Não	Sim	7	Não	Sim
HU 25	24	Não	Sim	17	Não	Sim
HU 26	21	Não	Sim	13	Sim	Sim
HU 27	9	Sim	Sim	10	Sim	Sim
HU 28	8	Não	Sim	5	Não	Sim
HU 29	8	Não	Sim	3	Não	Não
HU 30	4	Sim	Sim	3	Sim	Não
HU 31	2	Não	Não	2	Sim	Não

Fonte: Autor (2024)

Com o auxílio de tabelas dinâmicas foi possível agrupar os dados de indisponibilidade em dias dos equipamentos médicos hospitalares (EMH) onde estão demonstrados na tabela 2 e 3 os seguintes resultados encontrados:

Tabela 3 números de manutenções preventivas e corretivas nos aparelhos de Gastro.

		Manutenção Corretiva			Manutenção Programada			
hospital	Qtd	Soma de Indisponibilidade (dias)	Qtd de Equipamentos	Qtd	Soma de Indisponibilidade (dias)	Qtd de Equipamentos	Total EMH	OS MP/EMH
HU01	58	2626	13	0	0	0	13	0
HU02	9	888	8	0	0	0	8	0
HU03	45	2087	14	0	0	0	14	0
HU04	31	2471	10	1	0	1	10	1
HU05	24	3696	24	206	0	11	25	18,72727 273
HU06	1	0	1	0	0	0	1	0
HU07	13	571	10	43	40	8	12	5,375
HU08	79	3258	21	24	21	14	23	1,714285 714
HU09	13	295	5	0	0	0	5	0
HU10	1	0	1	1	0	1	2	1
HU11	29	2233	7	0	0	0	7	0
HU12	32	962	11	419	186	16	16	26,2
HU13	10	825	4	0	0	0	4	0
HU14	3	215	4	1	0	4	4	0,25
HU15	6	591	3	2	0	2	3	1
HU16	4	503	3	12	312	4	4	3
HU17	16	507	6	1	0	1	6	1
HU18	4	405	3	0	0	0	3	0
HU19	8	515	7	0	0	0	7	0
HU20	12	266	4	18	0	3	6	6

HU21	30	2420	14	2	0	2	14	1
HU22	42	1135	10	1	0	1	10	1
HU23	26	5958	16	0	0	0	16	0
HU24	6	367	0	0	0	0	6	0
HU25	24	5247	13	0	0	0	13	0
HU26	25	2099	11	0	0	0	11	0
HU27	22	2152	9	5	0	4	9	1,25
HU28	26	498	5	0	0	0	5	0
HU29	1	2	1	0	0	0	1	0
HU30	8	527	4	8	152	4	4	2
Total Geral	608	43319		744	711	744	262	

Fonte: Autor (2024)

Tabela 4 Número de manutenções preventivas e corretivas nos aparelhos de colono.

		Manutenção Corretiva			Manutenção Programada			
hospital	Qtd	Soma de Indisponibilidade (dias)	Qtd de Equipamentos	Qtd	Soma de Indisponibilidade (dias)	Qtd de Equipamentos	Total EMH	OS MP /EMH
HU01	47	3239	12	1	69	1	12	0,08
HU02	5	160	4	0	0	0	4	0
HU03	35	1974	7	0	0	0	7	0
HU04	9	883	4	0	0	0	4	0
HU05	21	865	8	171	5	9	10	17,10
HU06	3	0	2	0	0	0	2	0
HU07	19	1025	12	62	57	13	15	4,13
HU08	31	2159	17	17	7	13	17	1
HU09	7	205	2	0	0	0	2	0
HU10	4	145	3	0	0	0	3	0
HU11	14	1187	4	0	0	0	4	0
HU12	35	1719	7	203	227	9	9	22,56
HU13	8	643	4	0	0	0	4	0
HU14	2	2	2	0	0	0	2	0
HU15	0	0	0	1	0	1	1	1
HU16	0	0	0	6	156	2	2	3
HU17	13	897	4	0	0	0	4	0
HU18	3	539	3	0	0	0	3	0
HU19	4	284	3	0	0	0	3	0
HU20	13	600	6	21	0	7	7	3
HU21	14	926	5	0	0	0	5	0
HU22	31	1142	8	0	0	0	8	0
HU23	16	3015	9	0	0	0	9	0
HU24	8	1208	6	0	0	0	6	0
HU25	20	3560	10	0	0	0	10	0
HU26	19	2283	7	1	0	1	8	0,13
HU27	18	1018	7	8	0	8	9	0,89
HU28	20	358	5	0	0	0	5	0
HU30	3	236	2	9	0	3	3	3

HU31	0	0	0	2	0	1	1	2
Total Geral	422	30272		502	521		179	

Fonte: Autor (2024)

Com os resultados encontrados foram separados em 3 grupos considerando a quantidade de intervenções nos equipamentos.

Para os gastos ficou assim os grupos:

- Até 0,5 manutenções preventivas = 16 hospitais = 118 equipamentos
- Entre 0,5 e 4 manutenções preventivas = 10 hospitais = 85 equipamentos
- Mais que 4 manutenções preventivas = 4 hospitais = 59 equipamentos

Tabela 5 Agrupamento dos equipamentos de Gastroscópios e suas respectivas disponibilidades.

Nº de manutenção preventiva	Nº hospitais	Total EMH	Média do nº de MC	Média Ponderada Indisponibilidade	Disponibilidade
Até 0,5	16	118	2,571428571	216,6071429	76,2%
Entre 0,5 e 4	10	85	2,950617284	167,4567901	81,6%
Mais que 4	4	59	1,653061224	112,1428571	87,7%

Fonte: Autor (2024)

Para os colonos a divisão ficou da seguinte forma:

- Até 05 manutenções preventivas = 20 hospitais = 105 equipamentos
- Entre 0,5 e 4 manutenções preventivas = 7 hospitais e 40 equipamentos
- Mais de 5 manutenções preventivas = 3 hospitais = 34 equipamentos.

Tabela 6 Agrupamento dos equipamentos de Colonoscópios e suas respectivas disponibilidades

Nº de Manutenção preventivas	Nº hospitais	Total EMH	Média do nº de MC	Média Ponderada Indisponibilidade	Disponibilidade
Até 0,5	20	105	2,711538462	217,7884615	76,1%
Entre 0,5 e 4	7	40	1,84375	125,40625	86,2%
Mais que 4	3	34	2,777777778	133,6666667	85,3%

Fonte: Autor (2024)

Nas tabelas 4 e 5 estão dispostos o resultado da disponibilidade dos equipamentos, interpretando os valores podemos afirmar que os equipamentos que mais sofrem manutenção preventiva têm sua disponibilidade maior, como exemplo cito a disponibilidade dos equipamentos de colonos que sofreram até 0,5 manutenções preventivas e sua disponibilidade é de 76,1% já nos equipamentos que teve mais de 4 MP a disponibilidade é de 85,3%.

De maneira estatística também foi testado a correlação entre as MP e MC dos equipamentos, encontrando os seguintes resultados para os equipamentos de gastro:

Tabela 7 Correlação entre MP e MC dos equipamentos de Gastro.

	Manutenção Corretiva (1)	Não Manutenção Corretiva (0)	Total
Manutenção Preventiva (1)	54	184	238
Não Manutenção Preventiva (0)	22	123	145
Total	76	307	383

Fonte: Autor (2024)

Testado duas correlações, a primeira, foi testado a correlação entre as MP e MC, encontrado o resultado de -0,13, indicando que a relação de se fazer MP diminui a MC, o segundo teste foi se a existência de manutenção programada diminui a incidência de manutenção corretiva, o resultado encontrado é -0,47, indicando uma boa correlação, para os hospitais que tem manutenção preventiva a incidência de corretiva é menor.

Calculado também o ODDS Rate que teve como resultado 1,64, que indica que hospitais com manutenção programada tem 64% menos chamados para corretivas.

Tabela 8 Correlação entre MP e MC dos equipamentos de Colono.

	Manutenção Corretiva (1)	Não Manutenção Corretiva (0)	Total
Manutenção Preventiva (1)	49	19	68
Não Manutenção Preventiva (0)	111	97	208
Total	160	116	276

Fonte: Autor (2024)

Com os equipamentos de colonos os resultados foram os seguintes, na correlação entre o número de preventivas com as corretivas foi obtido o valor de 0,09, que indica uma relação indiferente, na correlação entre hospitais que tem manutenção corretiva e os que não tem o resultado foi -0,43, indicando que tendo manutenções programadas temos a redução da corretivas. O Odds rate encontrado foi de 2,25, indicando que quanto mais preventivas feitas menos corretivas são necessárias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos nesse estudo percebemos que a manutenção preventiva esta ligada a diminuição de manutenções corretivas, mas não é regra, para estudos futuros e com informações mais relevantes, como valores gastos com a manutenção, tanto corretiva como preventiva, tempo de reparo, para que assim possa escolher qual a modalidade melhor atende, que pode também variar de região para região.

Com falta de informações sobre os valores das manutenções assim como dos contratos e tempos de manutenção com e sem contrato existente nos impediu de mensurar e avaliar a viabilidade financeira, ficando assim essas questões para ser respondida em estudos posteriores.

Referencial Bibliográfico

Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. A **Engenharia Clínica como Estratégia na Gestão Hospitalar**. 2013a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7da7c88047458e619768d73fbc4c6735/capitulo4.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 04 mar. 2016.

Freedman, D.R., Pisani, R. and Purves, R. (2007) **Statistics**. 4th Edition, W. W. Norton & Company, New York, 415-424, 488-495, 523-540.

GOLDMAN, L; AUSIELLO, D. Cecil Medicina. 23 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MARTINS, Ana Patrícia Riberio de Almeida **Pires A Influência da Manutenção Industrial no Índice Global de Eficiência (OEE)**. Dissertação (Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial) — Universidade Nova de Lisboa, 2012.

PINTO, Alan Kardec; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro. ABRAMAN. 2002

Salsburg, D. **Uma senhora toma chá. Como a estatística revolucionou a ciência no século XX**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

TOWNSEND, C. et al. Sabiston – **Tratado de Cirurgia**. 20ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2019. 3278p.

Wheelan, C. **Estatística: o que é, para que serve, como funciona**. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

ZUGAIB, Marcelo e FRANCISCO, Rossana Pulcineli Vieira. Zugaib obstetrícia. Barueri, SP: Manole, 2020.