UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO HENRIQUE CARDOSO

ESTUDO DE CASO: CAPACIDADE HOSPITALAR X VOLUME DE AUTOCLAVES

CURITIBA

2024

THIAGO HENRIQUE CARDOSO

ESTUDO DE CASO: CAPACIDADE HOSPITALAR X VOLUME DE AUTOCLAVES

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Especialização em Engenharia Clínica, Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Msc. Victor Luiz Bezerra Araujo Da Silva

CURITIBA

2024

ESTUDO DE CASO: CAPACIDADE HOSPITALAR X VOLUME DE AUTOCLAVES

Thiago Henrique Cardoso

RESUMO

O processo de esterilização é utilizado para destruir todas as formas de vida microbianas em equipamentos, e é essencial em ambientes hospitalares, pois é um instrumento de prevenção de infecções. Atualmente, as autoclaves são os aparelhos responsáveis por esterilizar artigos e equipamentos hospitalares. O trabalho tem como objetivo analisar a possível relação entre a produtividade da unidade hospitalar e a capacidade operacional das autoclaves. Para isso, realizou-se o levantamento de dados com hospitais públicos e privados brasileiros, variando em número de equipamentos, leitos e médias cirúrgicas mensais. Os resultados indicaram que a relação entre porte hospitalar e volume em litros autoclavados é baixa, visto que a quantidade de leitos não influência diretamente no volume esterilizado, mas que a relação de litros autoclavados e médias cirúrgicas mensais é mais eficiente, pois, a quantidade de cirurgias influencia no volume de litros autoclavados, considerando a maior necessidade de materiais esterilizados para a sua realização.

Palavras-chave: Saúde, Leitos Hospitalares, Esterilização, Dimensionamento.

ABSTRACT

The sterilization process is used to destroy all forms of microbial life on equipment, and is essential in hospital environments, as it is an instrument for preventing infections. Currently, autoclaves are the devices responsible for sterilizing hospital articles and equipment. The study aims to analyze the possible relationship between the productivity of the hospital unit and the operational capacity of the autoclaves. For this purpose, data was collected from Brazilian public and private hospitals, varying in number of equipment, beds and monthly surgical averages. The results indicated that the relationship between hospital size and volume in autoclaved liters is low, since the number of beds does not directly influence the sterilized volume, but that the relationship between autoclaved liters and monthly surgical media is more efficient, since surgeries influence the volume of autoclaved liters, considering the greater need for sterilized materials for their performance.

Keywords: Health, Hospital Beds, Sterilization, Sizing.

1 INTRODUÇÃO

A esterilização é o processo válido usado para tornar um produto livre de microrganismos vivos (BS EN 285, 2015). Tipple et.al. (2011), expandem essa definição, considerando a esterilização como um processo de destruição de todas as formas de vida microbiana, fungos, vírus, bactérias nas formas vegetativa e esporulada e que pode ser realizada por meios físicos, químicos e físico-químicos. Brito e Magagna (2004), citam como métodos de esterilização mais comuns: vapor, óxido de etileno, radiação gama, peróxido de hidrogênio e formaldeído.

De acordo com Linvall (1999), existem três métodos básicos de esterilização a vapor (calor úmido): vapor saturado, mistura vapor-ar e água superaquecida, todos com a mesma necessidade de remover o ar da câmara, definir a temperatura e o tempo da fase de esterilização e os parâmetros para a fase de secagem.

Tipple et.al. (2011) e Amorim et. al. (2017), destacam a importância do processo de esterilização em ambientes hospitalares, usado diariamente como instrumento preventor de infecções. Segundo dados divulgados pelo Boletim IRAS (Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde) do Governo do Mato Grosso do Sul (2023), mais de 45 mil brasileiros morrem anualmente devido a infecções hospitalares, de acordo com a Associação Médica Brasileira, já a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que esse número possa chegar a até 100 mil por ano.

Dentro dessa perspectiva, Amorim et.al. (2017), afirmam que todo hospital deve utilizar uma Central de Material e Esterilização (CME), pois é neste local que se realiza a esterilização de artigos e equipamentos hospitalares. Brito e Magagna (2004), salientam o papel do engenheiro clínico no controle de infecções, incluindo nas áreas de trabalho a manutenção corretiva, preventiva e a calibração de manômetros em autoclaves, as análises dos custos de esterilização e produtividade, bem como a construção e renovação de instalações de esterilização e o desenvolvimento de controles de engenharia para reduzir infecções nosocomiais.

Conforme Amorim et.al. (2017), para o CME realizar as esterilizações de forma rápida e eficiente, são usados aparelhos esterilizadores denominados autoclaves. Segundo Pezzi e Leite (2010), Tipple et.al. (2011) e Araruna e Posso (2014), esses equipamentos esterilizam por meio do vapor saturado sob pressão, e tem como princípio a destruição dos microrganismos pela ação combinada de tempo,

temperatura, pressão e umidade, promovendo a termocoagulação e desnaturação das proteínas de sua estrutura genética celular.

Apesar da relevância do processo de esterilização, Ribeiro et. al. (2015), salientam a existência de um número restrito de pesquisas sobre o trabalho da CME na literatura científica, indicando uma lacuna bibliográfica, em português, sobre o processo de esterilização hospitalar. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é levantar a possível relação entre a produtividade de unidades hospitalares e a capacidade operacional das autoclaves, por meio das variáveis porte hospitalar, médias cirúrgicas mensais e volume em litros autoclavados, a fim de auxiliar a tomada de decisão dos gestores hospitalares quanto ao processo de esterilização de suas unidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AUTOCLAVES

Conforme Durkan (2008) e Oliveira e Sorrentino (2020) a autoclave foi criada por Charles Chamberland entre 1879 e 1881, quando se descobriu a esterilização de objetos por calor seco e vapor e, tem sido utilizada em diversas áreas como: medicina, odontologia, laboratórios farmacêuticos, dentre outros. A NBR 9804 (1987) cancelada e substituída pela NBR 11816, conceituou a autoclave como um aparelho, que mediante a aplicação do vapor, sob pressão superior a atmosférica, tem por finalidade obter a esterilização, cabe salientar que a norma vigente não define autoclave.

Segundo Amorim *et.al* (2017), as autoclaves são vasos de pressão utilizados para esterilizar artigos e equipamentos hospitalares. Silva e Sorrentino (2021), definem a autoclave como um dispositivo designado para aquecer solução aquosa de forma que exceda seu ponto de ebulição, para que a alta temperatura adquiria seja capaz de esterilizar os equipamentos que estão em seu interior.

De acordo com Florencio (2020), a principal função da autoclave hospitalar a vapor é a esterilização, consistindo em manter o material contaminado em contato com um vapor de água, em temperatura elevada, por um tempo suficiente para matar todos os microrganismos e bactérias. Conforme o autor, uma autoclave funciona como uma junção das variáveis calor, pressão e tempo, sendo que o calor e a pressão estão

associados ao uso do vapor saturado. O processo de esterilização por autoclave é descrito abaixo:

> Na maioria das autoclaves de esterilização a vapor existe um sistema de controle de temperatura e pressão que permite o ciclo programado de aquecimento e pressurização em função do tempo. Para que uma esterilização seja realizada de forma correta por uma autoclave, três parâmetros (temperatura, pressão e tempo) são alterados em etapas durante um ciclo de funcionamento. Essas etapas são: aquecimento, remoção do ar, carga de vapor, esterilização, exaustão e secagem. (FLORENCIO, 2020, p. 27).

Autores como Nieheus (2004) e Amorim *et.al* (2017), distinguem dois tipos de autoclaves presentes no mercado: autoclaves gravitacionais ou verticais e autoclaves de vácuo ou horizontais. De acordo com os autores, as autoclaves gravitacionais ou verticais, retiram o ar de suas câmaras por meio da gravidade, injetando o vapor juntamente com o ar contido para expeli-los. Enquanto as autoclaves de vácuo ou horizontais, retiraram o ar de suas câmaras de esterilização de maneira forçada, utilizando bombas de vácuo para realizar a sucção do ar.

Telles (1996), Luquetta (2008) e Amorim *et.al* (2017) atribuem ao método sucção de ar por bombas de vácuo, maior agilidade e eficiência no processo de esterilização. Amorim *et.al* (2017) destaca ainda uma heterogeneidade técnica entre autoclave de vácuo único (bomba de vácuo de alta capacidade com um ciclo de sucção) e autoclave de vácuo fracionado (múltiplos ciclos de sucção em intervalos de tempo), tendo a última, maior eficiência no processo de esterilização, por possibilitar menor formação de bolsas de ar na câmara, visto que possui mais ciclos de sucção.

Considerando os diferentes tipos de autoclaves, Florencio (2020) detalha o processo de esterilização de materiais sujos ou contaminados da seguinte forma:

> Primeiramente, o material é adequadamente lavado e enxugado e depois colocado dentro da câmara interna da autoclave. Em seguida, a resistência elétrica aquece a água contida no gerador de vapor até a sua evaporação ou, o vapor é suprido diretamente pela rede canalizada oriunda de uma instalação de caldeiras, dependendo do modelo da autoclave. O vapor de água sob pressão e em temperatura elevada destrói os microrganismos e seus esporos. Segundo Bustamante (2017), o que vai determinar a temperatura de destruição (desnaturação) de cada bactéria é a labilidade térmica de suas proteínas e ácidos nucleicos, geralmente entre 50°C e 90°C. (FLORENCIO, 2020, p. 28).

Por fim, Florencio (2020) descreve três etapas do processo de esterilização em autoclaves sob pressão de vapor, a saber: 1. Tempo de subida de temperatura,

que contempla a desaceleração e a pressurização da autoclave até a temperatura de processo; 2. Esterilização e 3. Esfriamento.

3 METODOLOGIA

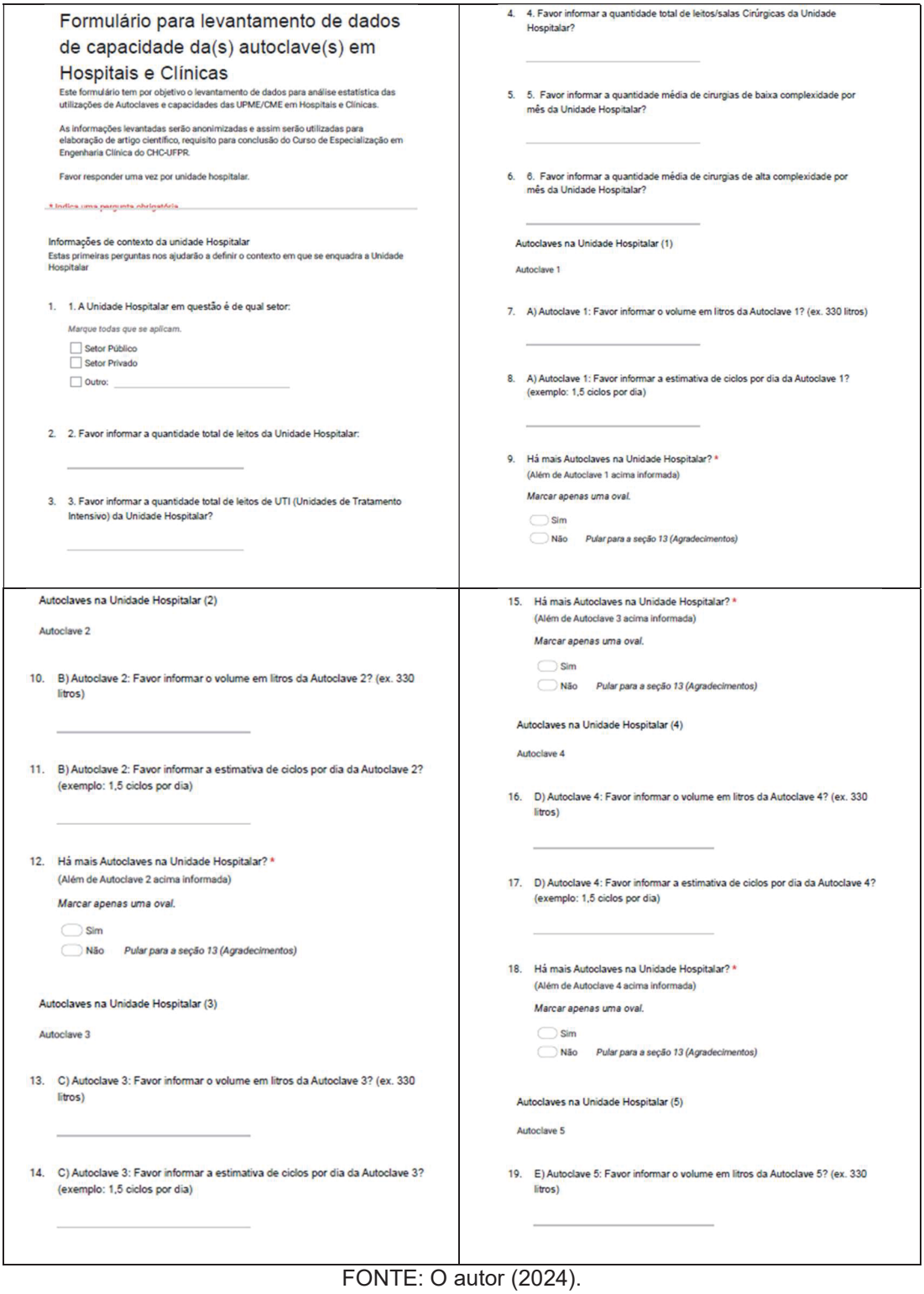
O presente trabalho se fundamentou na análise de dados levantados pelo autor, sobre capacidade hospitalar e volume de autoclaves. O tipo de amostragem utilizada, foi por conveniência, tendo como critério básico unidades hospitalares que possuem autoclaves à vácuo. De acordo com Levy e Lemeshow (1980), Lwanga e Lemeshow (1991), Oliveira (2001) e Marotti *et. al.* (2008), a amostragem por conveniência é adequada e frequentemente utilizada para estudos exploratórios, nos quais o pesquisador seleciona os elementos a que tem acesso, admitindo que estes possam representar um universo.

Para realização do levantamento de dados, criou-se um formulário na plataforma *Google Forms*, ilustrado nas Figuras 1 e 2, o qual foi enviado e respondido pelos representantes hospitalares, no período de 06 de agosto de 2024 a 26 de outubro de 2024, considerando as seguintes variáveis:

- natureza jurídica: público, privado ou filantrópico, também denominada de tipo de gestão ou regime de propriedade, por autores como Chaves et. al. (2021) e Negri Filho e Barbosa (2014);
- porte hospitalar: pequeno: de 5 a 50 leitos, médio: de 51 a 150 leitos, grande: acima de 151 leitos, conforme a definição do Ministério da Saúde (PORTARIA Nº 2.022, DE 7 DE AGOSTO DE 2017);
- nível de complexidade cirúrgica: média mensal de cirurgias de baixa e alta complexidade, classificadas pelo CONASS (2011) em serviços de atenção de baixa complexidade (caracterizados pelo uso de tecnologia de elevada complexidade e baixa densidade e de atendimentos menos complexos, capazes de atender à maior parte dos problemas comuns de saúde da comunidade), e serviços de alta complexidade (conjunto de procedimentos que envolvem alta tecnologia e alto custo, como por exemplo cirurgia cardiovascular, cirurgia de implante coclear, cirurgia das vias aéreas superiores e da região cervical, cirurgia da calota craniana, da face e do sistema estomatognático, cirurgia bariátrica, cirurgia reprodutiva, dentre outras).

- capacidade em volume de autoclave: volume em litros por autoclave e quantidade de ciclos diários.

FIGURA 1 – FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS (PARTE 1)



Formulário para levantamento de dados de capacidade da(s) autoclave(s) em Hospitais e Clínicas

Este formulário tem por objetivo o levantamento de dados para análise estatística das utilizações de Autoclaves e capacidades das UPME/CME em Hospitais e Clínicas.

As informações levantadas serão anonimizadas e assim serão utilizadas para elaboração de artigo científico, requisito para conclusão do Curso de Especialização em Engenharia Clínica do CHC-UFPR.

Favor responder uma vez por unidade hospitalar.

* Indica uma pergunta obrigatória

Informações de contexto da unidade Hospitalar

Estas primeiras perguntas nos ajudarão a definir o contexto em que se enquadra a Unidade Hospitalar

1. 1. A Unidade Hospitalar em questão é de qual setor:

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Setor Público
- [ ] Setor Privado
- [ ] Outro: _____

2. 2. Favor informar a quantidade total de leitos da Unidade Hospitalar:

3. 3. Favor informar a quantidade total de leitos de UTI (Unidades de Tratamento Intensivo) da Unidade Hospitalar?

4. 4. Favor informar a quantidade total de leitos/salas Cirúrgicas da Unidade Hospitalar?

5. 5. Favor informar a quantidade média de cirurgias de baixa complexidade por mês da Unidade Hospitalar?

6. 6. Favor informar a quantidade média de cirurgias de alta complexidade por mês da Unidade Hospitalar?

Autoclaves na Unidade Hospitalar (1)

Autoclave 1

7. A) Autoclave 1: Favor informar o volume em litros da Autoclave 1? (ex. 330 litros)

8. A) Autoclave 1: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 1? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

9. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 1 acima informada)

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Sim
- ( ) Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (2)

Autoclave 2

10. B) Autoclave 2: Favor informar o volume em litros da Autoclave 2? (ex. 330 litros)

11. B) Autoclave 2: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 2? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

12. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 2 acima informada)

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Sim
- ( ) Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (3)

Autoclave 3

13. C) Autoclave 3: Favor informar o volume em litros da Autoclave 3? (ex. 330 litros)

14. C) Autoclave 3: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 3? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

15. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 3 acima informada)

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Sim
- ( ) Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (4)

Autoclave 4

16. D) Autoclave 4: Favor informar o volume em litros da Autoclave 4? (ex. 330 litros)

17. D) Autoclave 4: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 4? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

18. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 4 acima informada)

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Sim
- ( ) Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

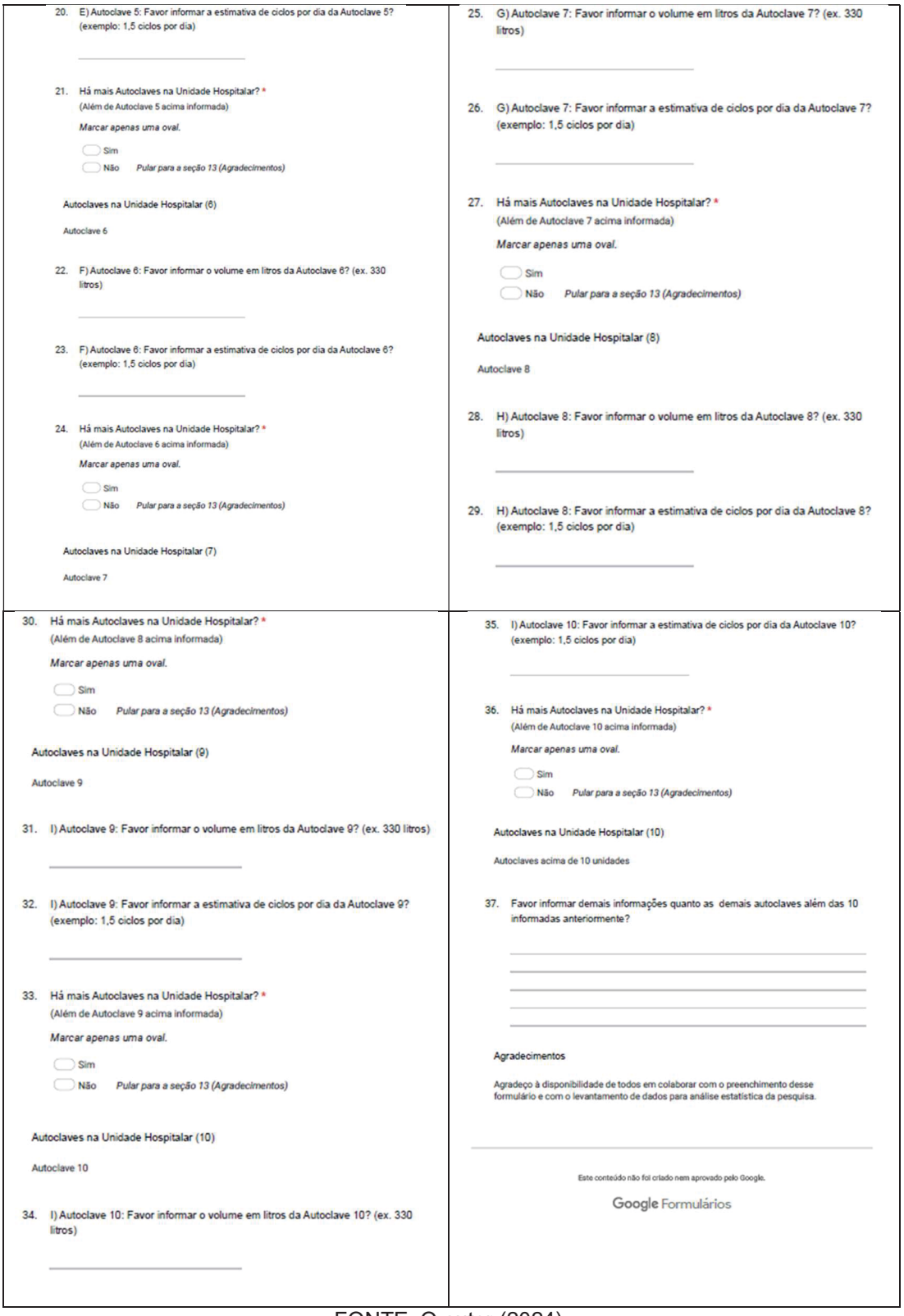
Autoclaves na Unidade Hospitalar (5)

Autoclave 5

19. E) Autoclave 5: Favor informar o volume em litros da Autoclave 5? (ex. 330 litros)

FONTE: O autor (2024).

FIGURA 2 – FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS (PARTE 2)



20. E) Autoclave 5: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 5? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

21. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 5 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (6)

Autoclave 6

22. F) Autoclave 6: Favor informar o volume em litros da Autoclave 6? (ex. 330 litros)

23. F) Autoclave 6: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 6? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

24. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 6 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (7)

Autoclave 7

25. G) Autoclave 7: Favor informar o volume em litros da Autoclave 7? (ex. 330 litros)

26. G) Autoclave 7: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 7? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

27. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 7 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (8)

Autoclave 8

28. H) Autoclave 8: Favor informar o volume em litros da Autoclave 8? (ex. 330 litros)

29. H) Autoclave 8: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 8? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

30. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 8 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (9)

Autoclave 9

31. I) Autoclave 9: Favor informar o volume em litros da Autoclave 9? (ex. 330 litros)

32. I) Autoclave 9: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 9? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

33. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 9 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (10)

Autoclave 10

34. I) Autoclave 10: Favor informar o volume em litros da Autoclave 10? (ex. 330 litros)

35. I) Autoclave 10: Favor informar a estimativa de ciclos por dia da Autoclave 10? (exemplo: 1,5 ciclos por dia)

36. Há mais Autoclaves na Unidade Hospitalar? *
(Além de Autoclave 10 acima informada)
Marcar apenas uma oval.
Sim
Não *Pular para a seção 13 (Agradecimentos)*

Autoclaves na Unidade Hospitalar (10)

Autoclaves acima de 10 unidades

37. Favor informar demais informações quanto as demais autoclaves além das 10 informadas anteriormente?

Agradecimentos

Agradeço à disponibilidade de todos em colaborar com o preenchimento desse formulário e com o levantamento de dados para análise estatística da pesquisa.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

FONTE: O autor (2024).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para esse trabalho, foram recebidos dez formulários respondidos, cujos dados referentes as unidades hospitalares foram organizadas em dois quadros: Quadro 1 – Capacidade hospitalar e médias cirúrgicas e Quadro 2 – Volume e ciclos da autoclave, para análise e discussão dos resultados.

QUADRO 1 – CAPACIDADE HOSPITALAR E MÉDIAS CIRÚRGICAS

HOSPITAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
SETOR	Público	Público	Privado	Público Privado	Privado (Oftalm.)	Privado	Privado	Filantrópico	Público	Privado
TOTAL DE LEITOS	450	160	80	110	5	50	18	181	162	76
TOTAL DE LEITOS DE UTI	90	20	10	10	-	10	-	30	20	10
TOTAL DE SALAS CIRÚRGICAS	19	5	6	4	10	5	4	7	5	6
MÉDIAS DE CIRURGIA DE BAIXA COMPLEXIDADE POR MÊS	800	125	150	60	1100	220	300	500	180	360
MÉDIAS DE CIRURGIA DE ALTA COMPLEXIDADE POR MÊS	220	100	150	30	62	50	-	500	80	15

FONTE: O autor (2024).

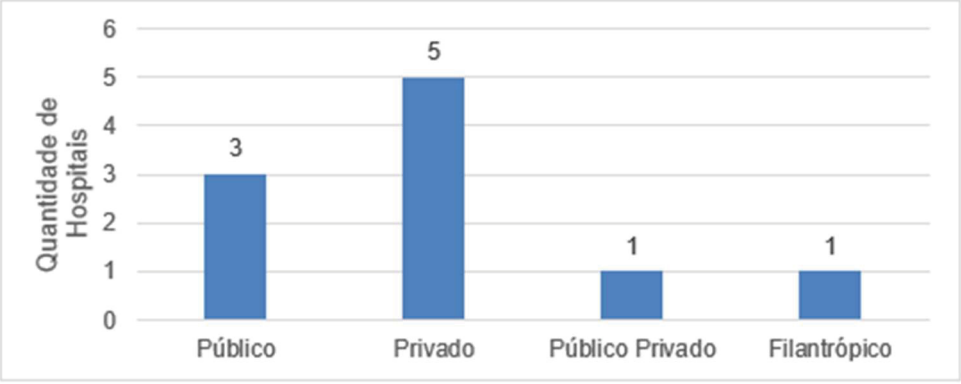
QUADRO 2 – VOLUME E CICLOS DA AUTOCLAVE

HOSPITAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VOLUME EM LITROS DA AUTOCLAVE 1	900	500	500	500	300	300	525	500	330	500
CICLOS POR DIA DA AUTOCLAVE 1	7	2	4	8	8	3	5	7	1	5
TOTAL DE LITROS ESTERELIZADOS POR DIA DA AUTOCLAVE 1	**6300**	**1000**	**2000**	**4000**	**2400**	**900**	**2625**	**3500**	**330**	**2500**
VOLUME EM LITROS DA AUTOCLAVE 2	900	500	250	300	23	-	-	500	330	500
CICLOS POR DIA DA AUTOCLAVE 2	7	2	3	6	5	-	-	7	1	5
TOTAL DE LITROS ESTERELIZADOS POR DIA DA AUTOCLAVE 2	**6300**	**1000**	**750**	**1800**	**115**	**-**	**-**	**3500**	**330**	**2500**
VOLUME EM LITROS DA AUTOCLAVE 3	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CICLOS POR DIA DA AUTOCLAVE 3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE LITROS ESTERELIZADOS POR DIA DA AUTOCLAVE 3	**3500**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
TOTAL DIÁRIO DE LITROS ESTERELIZADOS	**16100**	**2000**	**2750**	**5800**	**2515**	**900**	**2625**	**7000**	**660**	**5000**

FONTE: O autor (2024).

Ao analisar a primeira variável: natureza jurídica, verificou-se que cinco unidades hospitalares são de propriedade privada: C, E, F, G e J, três de propriedade pública: A, B e I, uma de propriedade pública/privada: D e uma filantrópica: H, conforme exposto no gráfico da Figura 3.

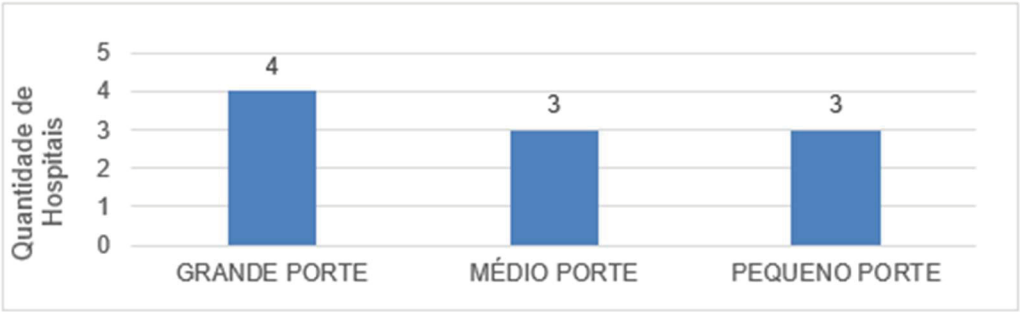
FIGURA 3 – GRÁFICO REFERENTE A NATUREZA JURÍDICA



FONTE: O autor (2024).

Em relação ao porte hospitalar, a Figura 4 evidencia que quatro hospitais são de grande porte: A, B, H e I, três de médio porte: C, D e J e três de pequeno porte: E, F, G e H, conforme a classificação do Ministério da Saúde (PORTARIA Nº 2.022, DE 7 DE AGOSTO DE 2017).

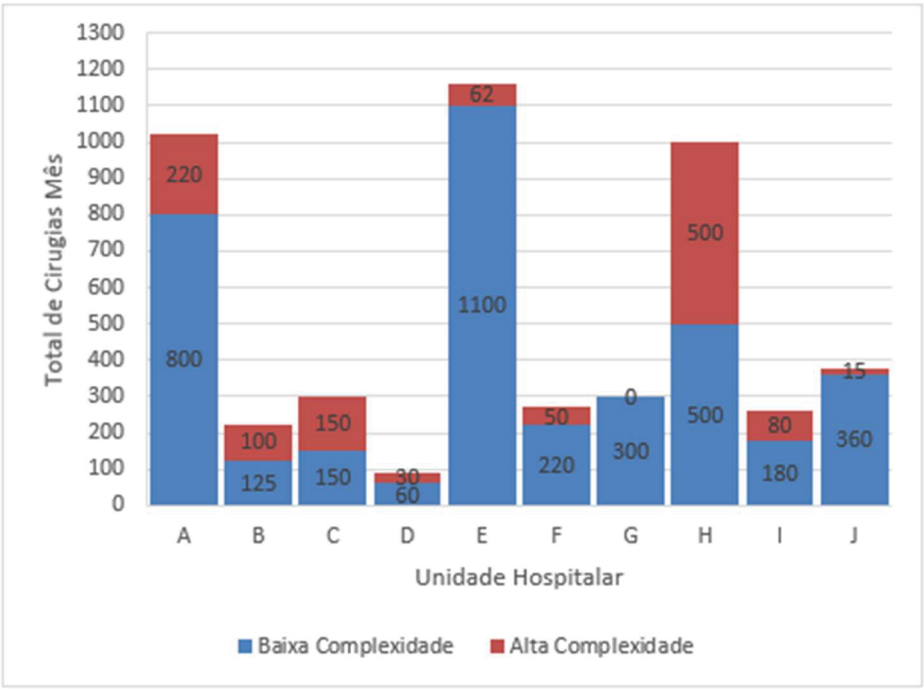
FIGURA 4 – GRÁFICO REFERENTE AO PORTE HOSPITALAR



FONTE: O autor (2024).

Dos dez hospitais analisados, conforme a Figura 5, oito: A, B, D, E, F, G, I e J, realizam maior percentual de cirurgias de baixa complexidade mensal e, dois hospitais: C e H, realizam o mesmo percentual de cirurgias de baixa e alta complexidade.

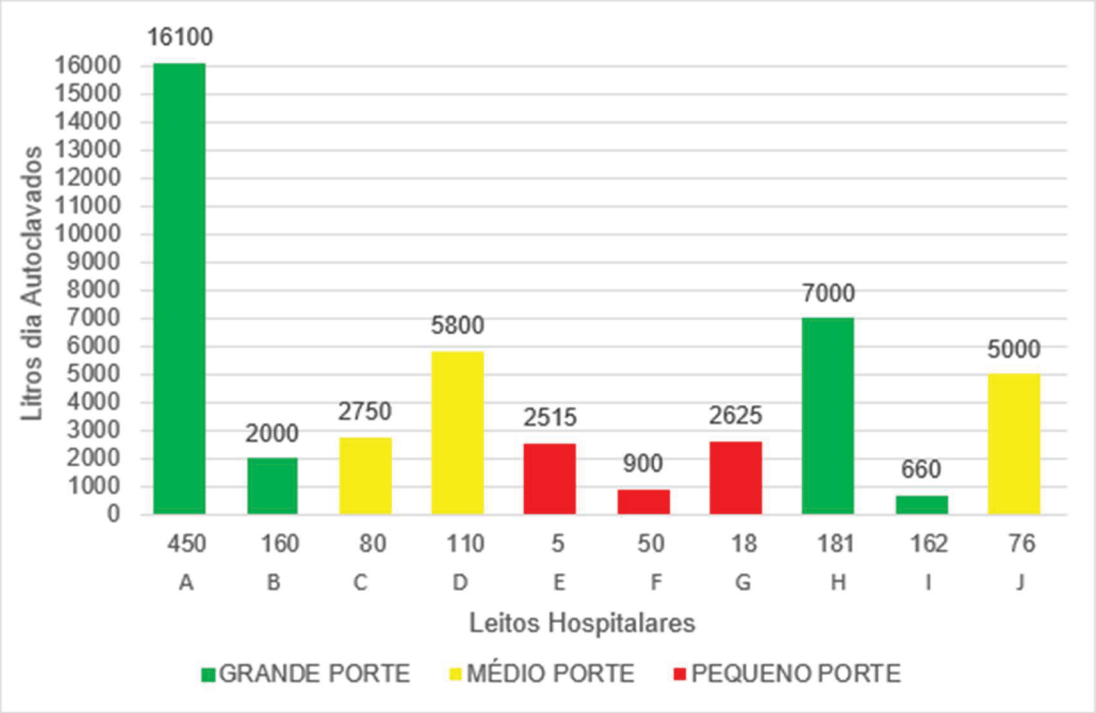
FIGURA 5 – GRÁFICO REFERENTE A CIRURGIA MÊS POR UNIDADE HOSPITALAR



FONTE: O autor (2024)

Analisando as variáveis combinadas: porte hospitalar (leitos) e capacidade em volume de autoclave, exemplificadas na Figura 6, os valores em litros autoclavados diários variam significativamente entre 660 até 16.100 litros nas unidades hospitalares, em razão do porte e do número de cirurgias realizadas.

FIGURA 6 – GRÁFICO REFERENTE A RELAÇÃO DE LITROS DIA AUTOCLAVADOS POR LEITOS HOSPITALARES



FONTE: O autor (2024).

Comparando as unidades hospitalares tem-se os seguintes resultados: os hospitais B e I, exemplificados no Quadro 3, de grande porte, esterilizam 2.000 litros/dia e 660 litros/dia, multiplicando por 30, tem-se uma média mensal de 60.000 litros e 19.800 litros respectivamente, porém, ambos possuem valores aproximados de cirurgias mensais e leitos, supõem-se que tamanha variação se dê em função da complexidade das cirurgias realizadas, visto que o hospital B realiza 100 cirurgias de alta complexidade e 125 de baixa complexidade, exigindo maior quantidade de materiais a serem esterilizados em função das cirurgias de alta complexidade, enquanto que o hospital I, realiza 80 cirurgias de alta complexidade e 180 de baixa complexidade, supondo que cirurgias de baixa complexidade demandem menos materiais a serem esterilizados.

QUADRO 3 – COMPARAÇÃO DE DOIS HOSPITAIS DE GRANDE PORTE

HOSPITAIS	**B**	**I**
LITROS AUTOCLAVOS MENSAIS	60.000	19.800
CIRÚRGIAS MENSAIS	225	260
LEITOS	160	162

FONTE: O autor (2024)

O hospital H, também de grande porte, esteriliza 7.000 litros por dia, totalizando 210.000 litros mensais, no entanto, a quantidade de cirurgias mensais é de 1.000, valor significativamente maior do que os hospitais B e I, citados anteriormente, sendo 500 de alta complexidade e 500 de baixa complexidade. O volume de litros esterilizados por dia pelo hospital H, é próximo ao valor dos hospitais D e J, de médio porte, os quais esterilizam 5.800 (174.000 por mês) e 5.000 (150.000 por mês), respectivamente. Quanto ao número de leitos, o hospital H possui 181, o hospital D possui 110 e o hospital J possui 76. Em relação as cirurgias os hospitais D e J possuem quantidade consideravelmente menor que o hospital H, a saber: 90 (D) e 375 (J).

De acordo com o Quadro 4, os hospitais E, F e G, de pequeno porte, possuem grande variação em relação ao número de leitos entre 5 e 50 e, esterilizam de 27.000 a 78.750 litros por mês, em decorrência da quantidade de cirurgias mensais que variam de 270 a 1.162. Os hospitais de pequeno porte F e G realizam 270 e 300 cirurgias mensais, respectivamente, quantidade essa, similar aos dos hospitais de médio e grande porte, a saber: C: 300 cirurgias (médio porte), B: 225 cirurgias (grande porte) e I: 260 cirurgias (grande porte), os quais esterilizam C: 82.500 litros, B: 60.000 litros e I: 19.800 litros mensais.

QUADRO 4 – COMPARAÇÃO DE HOSPITAIS DE PEQUENO, MÉDIO E GRANDE PORTE

HOSPITAIS	**E**	**F**	**G**	**C**	**B**	**I**
PORTE	**PEQUENO**	**PEQUENO**	**PEQUENO**	**MÉDIO**	**GRANDE**	**GRANDE**
LITROS AUTOCLAVOS MENSAIS	75.450	27.000	78.750	82.500	60.000	19.800
CIRÚRGIAS MENSAIS	1.162	270	300	300	225	260
LEITOS	5	50	18	80	160	162

FONTE: O autor (2024)

Por fim, o hospital A, que destoa dos demais por sua grande capacidade de leitos (450) e volume em litros autoclavados (483.000 por mês), é de grande porte, e possui média mensal de 1.020 cirurgias.

Ao analisar a relação entre os dados de porte hospitalar, volume em litros autoclavados e número médio de cirurgias mensais, concluísse que os hospitais B, C, F e I conseguem atender a demanda de serviço, com segurança, com a quantidade de equipamentos informada no formulário, B, C e I: duas autoclaves, e F: uma autoclave, e, que os hospitais A, D, E, G, H e J, atendem a demanda de serviço, porém, com a quantidade de equipamentos informada, A: três autoclaves, D, E, H e J: duas autoclaves e G: uma autoclave, estão operando próximo a capacidade máxima, colocando em risco a programação de tratamentos e procedimentos caso um de seus equipamentos apresente defeito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise dos resultados, constatou-se que é possível existir relação das variáveis porte hospitalar e volume em litros autoclavados, mesmo que baixa, visto que a quantidade de leitos pode não influenciar diretamente no volume esterilizado das unidades hospitalares. Tal afirmação se justifica pela existência de hospitais de pequeno porte que esterilizam volume igual ou superior aos de grande porte, como por exemplo, o hospital G, que possui 18 leitos e, é classificado como de pequeno porte e, esteriliza 78.750 litros mensais, enquanto o hospital I, que possui 162 leitos, e é classificado como de grande porte, possui o menor volume em litros esterilizados por mês dos hospitais analisados, a saber: 19.800.

Já a possível relação entre as variáveis volume em litros autoclavados e médias mensais de cirurgias (baixa e alta complexidade), se mostra bastante promissora, pois a quantidade de cirurgias realizadas influencia diretamente no volume de litros autoclavados, tendo em vista a maior necessidade de materiais esterilizados para a realização das mesmas.

Sendo assim, para trabalhos futuros, que objetivam analisar a capacidade hospitalar x volume de autoclaves, recomenda-se considerar as médias mensais de cirurgias e, aumentar o tamanho da amostra para realizar análises estatísticas com um tamanho de amostra mais significativo, a fim de mensurar o valor de correlação entre as variáveis apresentadas.

Por fim, é importante destacar o papel do engenheiro clínico, que pode e deve proporcionar o uso seguro e eficaz das autoclaves, garantindo o bom funcionamento, planejando e gerindo manutenções preventivas e corretivas, a fim de evitar quebras indesejáveis das mesmas, que afetarão a rotina da Central de Material e Esterilização, seguindo os manuais de manutenção, para otimizar o tempo de parada dos equipamentos e, normalizar o funcionamento das autoclaves sem afetar a segurança do processo de esterilização, pois, conforme os resultados deste trabalho, muitas unidades hospitalares estão trabalhando com seus equipamentos próximos a capacidade máxima, como é o caso dos hospitais de pequeno porte que esterilizam volumes iguais ou superiores aos de médio e grande porte. Dessa forma, Brito e Magagna (2004) afirmam que a ausência da capacidade de esterilização devido a planejamento, manutenção ou uso inadequado afeta diretamente a saúde dos pacientes e a posição financeira do hospital, pois os tratamentos e procedimentos são necessariamente atrasados ou adiados, em função capacidade de esterilização.

Considerando a lacuna bibliográfica sobre o processo de esterilização hospitalar e do uso de autoclaves, as conclusões desse trabalho contribuem para o avanço científico na área da saúde, com foco na engenharia clínica, pois, apesar de ser um estudo inicial e exploratório, a revisão bibliográfica e a análise da possível relação entre as variáveis porte hospitalar, média mensal cirúrgicas e volume autoclavado poderão servir de aporte para estudos futuros, que almejam estabelecer um número mínimo de autoclave para unidades hospitalares conforme as suas especificidades.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. D.; BUENO, D. S.; TORRES, L. H.; MARÇAL, R. C. **Estudo de caso: investigação do processo de esterilização por autoclave**. 2017, 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Mecânica, UNIEVANGÉLICA, Anápolis, 2017.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9804: Autoclaves Hospitalares**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11816: Esterilizadores a Vapor com Vácuo para Produtos e Saúde.** Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE. **Atenção Primária e Promoção da Saúde** / Conselho Nacional de Secretários de Saúde. – Brasília: CONASS, 2011. 197 p. (Coleção Para Entender a Gestão do SUS 2011, 3).

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE. **Assistência de Média e Alta Complexidade no SUS** / Conselho Nacional de Secretários de Saúde. – Brasília: CONASS, 2011. 223 p. (Coleção Para Entender a Gestão do SUS 2011, 4).

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 2.022, DE 7 DE AGOSTO DE 2017**. Altera o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), no que se refere à metodologia de cadastramento e atualização cadastral, no quesito Tipo de Estabelecimentos de Saúde.

BRITO, L. F. M.; MAGAGNA, D. **SANITATION**. In: The Clinical Engineering Handbook. Elsevier Academic Press, p. 532-546, 2004.

BSI STANDARS PUBLICATION. **EN 285: Sterilization – Steam sterilizers – Large sterilizers.** 2015.

CHAVES, L. A. et. al. **Programa Nacional de Avaliação dos Serviços de Saúde – PNASS 2015-2016: uma análise sobre os hospitais no Brasil.** Revista Brasileira de Epidemiologia, Rio de Janeiro, v. 24, 06 jan. 2021.

DURKAN, R. et al. **In vitro comparison of autoclave polymerization on the transverse strength of denture base resins**. Dental Materials Journal, v. 27, n. 4, p. 640-642, 2008.

FLORENCIO, V. **ANÁLISE DAS CAUSAS PARA O SURGIMENTO DE TRINCAS EM AUTOCLAVE A VAPOR PARA ESTERILIZAÇÃO DE ARTIGOS MÉDICO HOSPITALARES.** 2020. 78 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Santa Cecília, Santos, 2020.

GOVERNO DE MATO GROSSO DO SUL. **Boletim IRAS**. 2023. Disponível em: <https://www.vs.saude.ms.gov.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-IRAS_junho_23.pdf> Acessado em 23 de outubro de 2024.

LEVY, P.S.; LEMESHOW, S. **Sampling for health professionals**. Belmont: LLP, 1980.

LWANGA, S. K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual**. Geneva: World Health Organization, 1991.

LINVALL, L. **Water Treatment and Steam Sterilization**. GETING BRASIL / GETING AB, 1999.

LUQUETA, G. R. **Princípio da esterilização por calor úmido- como funciona uma autoclave**. Controle de contaminação. São Paulo, v. 36, p. 25-29, 2008.

MAROTTI, J; GALHARDO, A. P. M.; FURUYAMA, R. J.; PIGOZZO, M. N.; CAMPOS, T. M.; LAGANA, D. C. **AMOSTRAEM EM PESQUISA CLÍNICA: TAMANHO DA AMOSTRA**. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo, 2008 maio-ago; 20(2): 186-194.

NEGRI FILHO, A; BARBOSA, Z. **O PAPEL DOS HOSPITAIS NAS REDES DE ATENÇÃO À SAÚDE**. Revista do Conselho Nacional de Secretários de Saúde – CONSENSUS. Ano IV/Número 11. Abril, Maio e Junho de 2014.

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.

OLIVEIRA, T. M. V. **Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e cotas**. Revista Administração On Line 2001 jul/ago/set.

OLIVEIRA, M. E. B; SORRENTINO, T. **Controle de autoclave por concentrador solar para esterilização de instrumentos hospitalares.** 2020. 9 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró, 2020.

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.

RIBEIRO, J. M.; BREDT, C. S. O.; SANTOS, R. P. **CENTRAL DE MATERIAIS ESTERILIZADOS E CONTROLE DE INFECÇÃO HOSPITALAR: UMA REVISÃO NARRATIVA**. Revista Varia Scientia – Ciências da Saúde, Volume 1 – Número 2 – Segundo Semestre de 2015.

SILVA, B. M. M; SORRENTINO, T. **Levantamento bibliográfico sobre tecnologias para autoclave solar.** 2021. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Ciência e Tecnologia, UFERSA, Mossoró, 2021.

TELLES, P. C. S. **Vasos de pressão.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc-livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1996. 302 p.

TIPPLE, A. C. F. V.; PIRES, F.V.; GUADAGNIN, S. V. T.; MELO, D. S. **O monitoramento de processos físicos de esterilização em hospitais do interior do estado de Goiás.** Revista da Escola de Enfermagem da USP., 2011; 45(3):751-7.