

CONSTRUÇÃO DE INCUBADORA PARA TESTES BIOLÓGICOS

Danielle Cristina dos Santos
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
danielle.santos16@fatec.sp.gov.br

Paulo Roberto Razera da Costa Junior
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
paulo.costa48@fatec.sp.gov.br

Vitor Eduardo Florencio de Oliveira
Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru
vitor.oliveira78@fatec.sp.gov.br

Orientador: Rogério Thomazella
Doutor em Engenharia Elétrica e Eletrônica e Docente na Fatec Bauru
rogerio.thomazella@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A contaminação em laboratórios devido à má esterilização é um problema crítico que pode comprometer a saúde pública e a integridade de pesquisas de fins científicas e acadêmicas. A principal causa da problemática consiste em equipamentos defeituosos. Os objetivos deste trabalho foram construir uma incubadora de testes biológicos para fins didáticos para melhor compreensão da importância do processo de esterilização e avaliar o processo da autoclave da Faculdade de Tecnologia de Bauru (Fatec Bauru). A incubadora foi criada a partir de um molde de plástico oval para acomodação geral, bloco térmico de massa plástica com três furos para acomodação dos indicadores, onde foram dispostos sensores de temperatura NTC e sensor de ar condicionado, relé para controle ON/OFF do sistema, Arduino Nano como microprocessador e display para monitorização visual. Incubadora conforme análise de detalhes deve funcionar para testes. Futuramente poderá ser feita a continuidade no projeto para realização dos testes com indicadores biológicos durante o período de 24 horas. Conforme analisado durante a criação do projeto todo o sistema está funcionando e deve funcionar como previsto para futuros testes.

Palavras-chave: Esterilização; Autoclave; Incubadora; Fins didáticos

1 INTRODUÇÃO

A contaminação cruzada em utensílios laboratoriais ocorre quando microorganismos indesejados contaminam materiais, amostras ou equipamentos. Para a eliminação dos microorganismos é fundamental a etapa de esterilização, de modo que o processo elimina contaminações cruzadas e interferência em resultados experimentais nos laboratórios, onde há manipulação constante de amostras biológicas, reagentes entre outros materiais.

A esterilização é um processo crucial que visa a eliminação completa de diversos tipos de agentes contaminantes, incluindo os mais resistentes, de maneira que o procedimento pode ser realizado de forma eficaz por meio de estufas de calor seco e autoclaves, que utilizam vapor úmido sob pressão (Fernandes, 2021).

A autoclave é o dispositivo mais utilizado no processo de esterilização de vidrarias, meio de culturas e soluções em laboratórios clínicos ou acadêmicos, tal qual necessitam ficar livres de contaminantes. Os materiais considerados reutilizados são considerados bens duráveis, portanto necessitam de comprovações de sua integridade e funcionalidade, além do seu processo de esterilização e desinfecção (Fenner; Zimmer, A.; Zimmer, C., 2019).

Os indicadores biológicos são o método de comprovação do processo de esterilização por vapor úmido mais eficaz. Os indicadores consistem em ampolas com tiras de papel impregnadas da bactéria *Bacillus stearothermophilus* esporulada, que são inativadas quando eliminadas pela exposição ao vapor a 121° C por 12 minutos (Neto; Kern; Santos, 2004).

A incubadora de testes biológicos é um equipamento projetado para ser utilizado após o ciclo de esterilização, fornecendo um ambiente controlado ideal para o crescimento de microorganismos na ampola. Sua função é gerar um ambiente ideal para uma tentativa de proliferação dos microorganismos na ampola não esterilizada, possibilitando a comparação com a ampola que passou pela esterilização, dessa forma, é possível comprovar a eficácia do processo da autoclavação (Pinheiro, 2013).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) dispõe no Art. 98 da norma regulamentadora RDC N°15, de março de 2012, seção X, que se trata de monitoramento do processo de esterilização, estabelece que, para garantir eficiência, deve ser adicionado um indicador biológico em cada carga e deve ser liberada para utilização somente após leitura ser negativada por indicador biológico (Brasil, 2012).

A conscientização da importância do processo de esterilização adequada para estudantes é fundamental para a segurança individual e da comunidade ao redor (dentro e fora da instituição), dado que como futuros profissionais de saúde, os estudantes têm responsabilidade com a saúde coletiva. Para o estudante manipulador de microorganismos, é importante que esteja familiarizado com as normas regulamentadoras em vigência para uma boa aula prática (Rodrigues et al., 2016).

O projeto em questão visa desenvolver uma incubadora de testes biológicos para fins didáticos, para auxílio de futuros testes de esterilização dos laboratórios de biologia e microbiologia da Faculdade de Tecnologia de Bauru (Fatec Bauru). Nesse sentido, proporcionar uma melhor interação com o projeto e criar integração de tecnologia educacional, em busca de elevar a qualidade de metodologia, aprendizado e auxiliando na eficácia dos procedimentos de esterilização.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

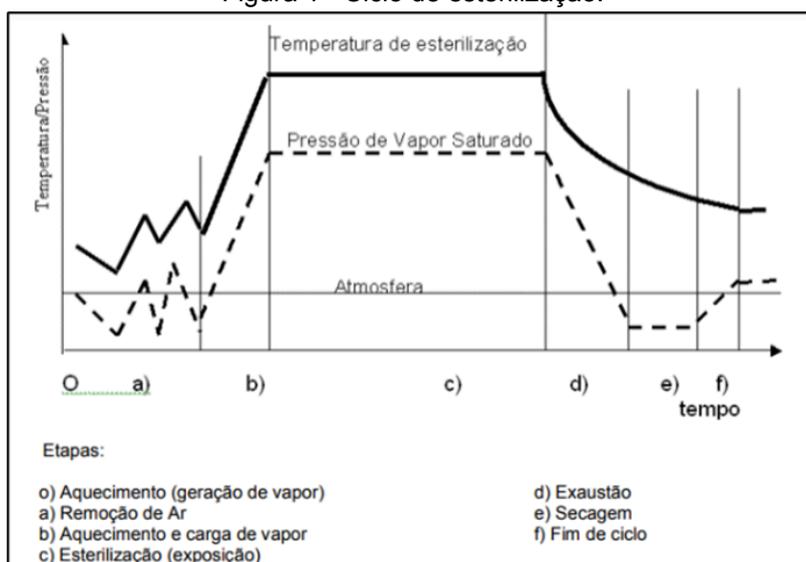
A esterilização é o processo que elimina todas as formas de vida microscópica, como bactérias, vírus, fungos e esporos, de superfícies, objetos. Segundo Pinto, Kaneko e Ohara (2003, *apud* Martinho, 2007) a morte microbiana decresce de forma exponencial de acordo com o tempo de exposição ao agente esterilizante, em adição de um bom planejamento para maiores chances de uma esterilização de sucesso.

2.1 Autoclave

Autoclave é um equipamento amplamente utilizado para esterilização de materiais em ambientes laboratoriais, hospitalares e industriais. Seu funcionamento dispõe de temperaturas elevadas através de vapor de água sob alta pressão, a temperatura do calor úmido está de 121 a 134°C, nesse sentido, os materiais sensíveis ao calor têm seu uso limitado (Grunchinski, 2022).

O tempo de funcionamento de uma autoclave, comumente chamado de ciclo de esterilização, varia conforme os utensílios a serem esterilizados, a carga e o modelo do equipamento. O ciclo básico de uma autoclave geralmente segue as etapas mostradas na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo de esterilização.



Fonte: Amorim *et al.*, (2017).

3 INDICADORES BIOLÓGICOS

Indicadores biológicos (IB) ou ampolas de testes biológicos, são preparações padronizadas contendo uma quantidade específica de esporos de bactérias resistentes a determinados processos de esterilização. Esses esporos servem como um desafio para o processo, indicando se as condições de esterilização foram suficientes para eliminar todas as formas de vida microbiana. As bactérias utilizadas nesses indicadores são cuidadosamente selecionadas por suas características de resistência e facilidade de cultivo, garantindo a confiabilidade dos resultados. (Silva *et al.*, 2014)

Essas ampolas são posicionadas em locais estratégicos dentro da autoclave juntamente com os pacotes de materiais para execução correta do teste dentro do

equipamento. Contém uma preparação com o microrganismo *Bacillus stearothermophilus*, com uma concentração de 10⁶ UFC/frasco esporos por unidade de papel filtro (Mizuta *et al.*, 2020).

Estas bactérias são as mais utilizadas para uso de IB para comprovação do processo de autoclavação. Após o processo na autoclave, esses esporos bacterianos são cultivados para verificação da presença de vida ou morte do microrganismos presentes na ampola, de modo que se o cultivo não indicar crescimento, isso confirma que a esterilização foi bem sucedida (Callizaya, 2020).

Os IB são as ferramentas mais adequadas e indicadas para comprovação da esterilização, pois avaliam diretamente a capacidade de eliminação de microrganismos viáveis. Além da avaliação do processo, é necessário garantir a confiabilidade, de modo que resultados errôneos gerem danos econômicos e operacionais (Silva *et al.*, 2014).

3.1 *Bacillus stearothermophilus*

Dentro da biologia existe a denominação de bactérias termofílicas, que são dadas aos esporos de microrganismos capazes de sobreviver a temperaturas elevadas. A bactéria *Bacillus stearothermophilus* faz parte desta denominação, são do formato de bacilos/bastonetes gram-positivo, podendo ser tanto aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, capazes de prevalecerem a temperatura de 33 a 70°C (Fraiha; Ferraz; Biagi, 2010). Por ser termofílico, o esporo de *Bacillus stearothermophilus* é utilizado para comprovar a eficácia da esterilização em vapor saturado a altas temperaturas.

3.2 Descarte da ampola após o uso

A ANVISA, por meio da RDC N° 222 de março de 2018, no capítulo IV, Seção I, sobre resíduos de serviços de saúde do grupo A, subgrupo A1, determina que culturas e estoques de microrganismos, resíduos de fabricação de produtos biológicos (exceto hemoderivados), meios de cultura e instrumentos usados em manipulação genética devem ser tratados para reduzir ou eliminar a carga microbiana, utilizando processos validados e equipamentos compatíveis com o Nível III de inativação microbiana (Brasil, 2018).

4 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é desenvolver uma incubadora de testes biológicos para fins didáticos, com o intuito de incorporar tecnologia educacional e aprimorar os futuros controle dos processos de esterilização na instituição. O objetivo final visa fornecer uma ferramenta prática e acessível para o ensino, permitindo que os estudantes compreendam e apliquem conceitos críticos de esterilização, enquanto contribui para a melhoria dos padrões de qualidade e segurança nos procedimentos laboratoriais da instituição.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O dispositivo construído realiza o controle térmico para a incubação de esporos bacterianos *Bacillus stearothermophilus*. Esses esporos proliferam melhor na faixa de temperatura entre 33° e 70°C. Dessa forma, a incubadora foi projetada para operar na temperatura mínima ideal de 37°C, evitando a ultrapassagem dos limites térmicos que poderiam comprometer o comportamento do esporo.

Os materiais utilizados na construção do dispositivo incluem componentes para garantir o controle preciso da temperatura e a durabilidade do equipamento. A lista de materiais utilizados para construção do projeto segue no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista de materiais utilizados no projeto de incubadora para testes biológicos.

MATERIAIS	UTILIDADE
Arduino Nano	Placa microcontroladora
Botões	Liga/Desliga do sistema
Buzzer	Dispositivo eletrônico com efeito sonoro
Cartucho de resistência 12V	Módulo termoelétrico gerador de calor
Display 16x2 IC2 Soldado	Amostrador de informação do sistema de aquecimento e sistema
Filamento PETG	Material de impressão
Massa plástica	Preenchimento do bloco térmico
Molde Oval	Responsável por acomodação de todo o sistema da incubadora
NTC 10K e Sensor de ar condicionado	Indicador de temperatura
Relé 5V	Atua como interruptor para controle do circuito eletrônico

Fonte: Autores (2024).

6 RESULTADOS

Os resultados obtidos a seguir compõem a confecção da estrutura final do dispositivo, circuito eletrônico, resultados da sua eficiência e resultados do teste de esterilização.

6.1 Construção da incubadora para testes biológicos

A estrutura da incubadora para testes biológicos se baseia em um design oval, proporcionando uma distribuição térmica uniforme e ambiente controlado para o crescimento do esporo na ampola. O formato oval otimiza o ar interno e garante condições ideais para propagação de calor, além de maior eficiência do uso do espaço. Essa disposição na estrutura permite que os microrganismos em avaliação sejam expostos de maneira homogênea aos parâmetros de controle, fator crucial para precisão e repetibilidade dos resultados esperados.

Molde oval utilizado no projeto de incubadora segue nos padrões conforme a Figura 2 e Figura 3.

Figura 2 - Molde oval fechado.



Fonte: Autores (2024).

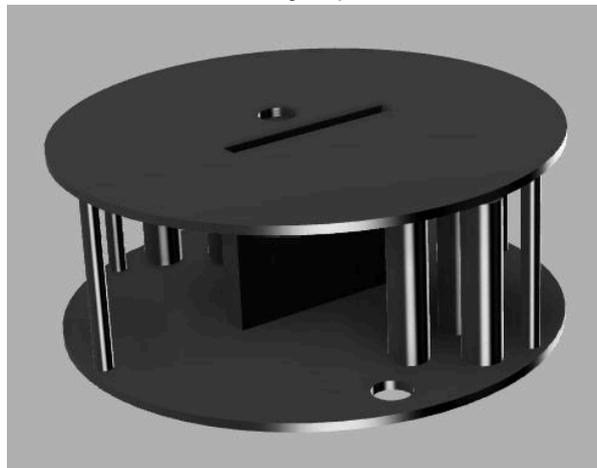
Figura 3 - Molde oval aberto.



Fonte: Autores (2024).

Os moldes complementares incluem uma seção específica para o cartucho de resistência e as ampolas de indicadores biológicos. Essas divisões foram cuidadosamente projetadas e fabricadas em PETG por meio de tecnologia de impressão 3D e sobrepostas uma à outra para futuros acabamentos (Figura 7). Design do molde principal antes do acabamento para compartimento de ampolas de indicadores biológicos ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Desenho 3D de seção para cartucho de resistência.



Fonte: Autores (2024).

O molde do compartimento de suporte dos indicadores biológicos foi desenvolvido utilizando tecnologia de impressão 3D, projetado especificamente para acomodar 2 ampolas conforme o tamanho padrão de ampolas adotado pela maioria dos fabricantes no mercado disponível em fichas técnicas. As dimensões detalhadas incluem um diâmetro de 8,45 mm e uma altura total de 5,5 cm para a ampola inteira, a tampa possuindo um diâmetro de 10,35 mm e altura de 1,3 cm, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Desenho 3D de seção para compartimento de ampolas.



Fonte: Autores (2024).

A impressão 3D em PETG permitiu a criação de um suporte preciso e adaptado às exigências dos testes e garantindo estabilidade durante o manuseio e armazenamento dos indicadores. O material escolhido oferece resistência e durabilidade, assegurando o desempenho ideal do sistema ao longo das avaliações de processos com a incubadora. Os demais orifícios são exclusivos para a passagem de fios.

Para garantir um aquecimento uniforme ao redor dos indicadores biológicos, foi desenvolvido um bloco térmico que utiliza uma camada de massa plástica sobre o molde principal (Figura 4). O design final do bloco térmico ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Bloco térmico.



Fonte: Autores (2024).

Após a confecção do bloco térmico, foi realizado um processo de acabamento, no qual o bloco passou por lixamento para garantir sua uniformidade. Com o molde adequado para as 2 ampolas dos indicadores biológicos (Figura 5) e com os demais orifícios para a passagem de fios e um adicional para o cartucho de resistência, o bloco foi perfurado utilizando uma broca específica, de modo a criar os compartimentos necessários para o posicionamento das ampolas e para o aquecimento. Esses compartimentos permitem que as ampolas fiquem corretamente inseridas no bloco térmico, garantindo que o aquecimento seja eficiente e uniforme durante a incubação dos indicadores biológicos. Design com acabamento na Figura 7.

Figura 7 - Bloco térmico com acabamento.



Fonte: Autores (2024).

O cartucho de Peltier foi inserido em um dos furos do bloco térmico. Em seguida, o bloco foi cortado ao meio para evitar a dissipação de calor para o lado sem o cartucho. Na metade sem o cartucho, será acoplada uma estrutura fabricada com tecnologia 3D, destinada a acomodar o display 16x2 e os botões de controle do temporizador. Imagem ilustrada na Figura 8 e Figura 9.

Figura 8 - Bloco térmico com cartucho.



Fonte: Autores (2024).

Figura 9 - Molde acomodador de display.



Fonte: Autores (2024).

6.2 Aquecimento

O aquecimento com sistema ON/OFF é uma metodologia amplamente utilizada para o controle de temperatura em diversas aplicações. Este sistema opera em ciclos, alternando entre os estados "ligado" (ON) e "desligado" (OFF) para manter a temperatura dentro de um intervalo específico. Quando a temperatura do cartucho de resistência ultrapassa o limite máximo de 37°C, o sistema é desligado. Por outro lado, quando a temperatura cai abaixo do limite mínimo de 33°C, o sistema é ativado, fornecendo calor até que a temperatura retorne a um nível adequado, momento em que o aquecedor é novamente desligado. Essa abordagem permite um controle eficiente da temperatura, essencial para garantir o desempenho adequado nas aplicações.

O objetivo principal deste sistema é monitorar e controlar a temperatura em uma área específica usando um termistor. Quando a temperatura medida estiver abaixo do valor definido (setpoint), o sistema ativa um relé (pino d7) para acionar um aquecedor, elevando a temperatura até alcançar o setpoint desejado, mantendo-a estável. Durante o processo, um display 16x2 LCD exibe informações sobre a temperatura e o aquecimento. O sistema inclui um temporizador para limitar o tempo de operação e, ao final desse período, desliga o relé e aciona um buzzer (pino d8) para alertar o usuário.

Para o funcionamento do sistema funcione, foram importadas as bibliotecas para configurações dos componentes:

- a) `#include <Wire.h>`: Facilita a comunicação via I2C com o display 16x2
- b) `#include <LiquidCrystal_I2C.h>`: Permite manipular o display
- c) `#include <Thermistor.h>`: Facilita leitura da temperatura medida pelo sensor de temperatura/termistor.

Ao definir as variáveis e objetos são configurados para definir o hardware e as devidas operações do sistema. O sensor de temperatura é inicializado no pino analógico 2, já o IC2 (display) é configurado conforme o seu padrão de 16 colunas e duas linhas.

Essas variáveis incluem pinos de conexão para cada componente utilizado no projeto. O setpoint de temperatura de 37°C com o temporizador de 1 minuto e variáveis para formatação da saída do display. A função "setup()" configura os pinos, inicia a comunicação com o display e exibe a mensagem de inicialização, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Inicialização



Fontes: Autores (2024).

Na função “loop()” foi aplicada a lógica principal do sistema para controlar o relé, monitorar a temperatura, ajustar o setpoint e gerenciar o temporizador. Na exibição “Aquecendo...” no display o relé é acionado enquanto a temperatura está abaixo do setpoint ilustrado na Figura 11.

Figura 11- Tela de aquecimento com temperatura indicador de temperatura.



Fontes: Autores (2024).

O sistema permite ao usuário ajustar o setpoint de temperatura entre 33 e 37°C, utilizando botões específicos para aumentar ou diminuir o valor. Quando a temperatura atinge o setpoint definido, o display exibe a mensagem "Estabilizado" e o relé é automaticamente desligado, indicando que o processo chegou ao ponto desejado. Além disso, o temporizador pode ser iniciado pressionando-se o botão de início, e o display mostrará tanto a temperatura atual quanto o setpoint, permitindo um monitoramento contínuo durante o funcionamento do sistema. Interface do sistema estabilizado na Figura 12.

Figura 12 - Sistema estabilizado.



Fontes: Autores (2024).

Ao longo do processo, o sistema verifica constantemente a temperatura e ajusta o relé conforme necessário: o relé é ativado se a temperatura estiver abaixo do setpoint e desligado quando atinge ou ultrapassa o valor definido. O tempo decorrido é atualizado e exibido no formato de horas, minutos e segundos, o que facilita o acompanhamento em tempo real. Caso o tempo limite seja atingido, o relé é desligado e o buzzer é acionado, emitindo um alerta sonoro para sinalizar o término do processo, mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Sistema estabilizado.



Fontes: Autores (2024).

A parte interna do display é composta por um conjunto de componentes eletrônicos que garantem seu funcionamento. Ela abrange a ligação do display com os botões de comando, permitindo a interação do usuário com o dispositivo. Esse sistema eletrônico é projetado para assegurar a comunicação entre os botões e a interface de exibição. Figura 14 ilustra a parte traseira e interna do display com ligação dos botões.

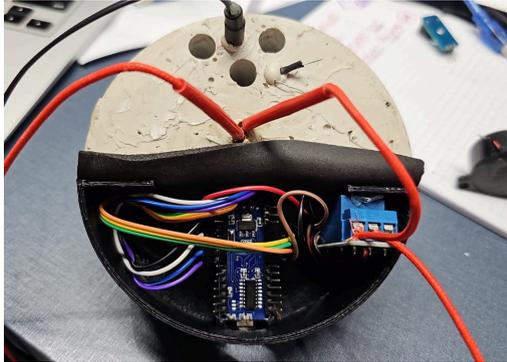
Figura 14 - Sistema do display.



Fontes: Autores (2024).

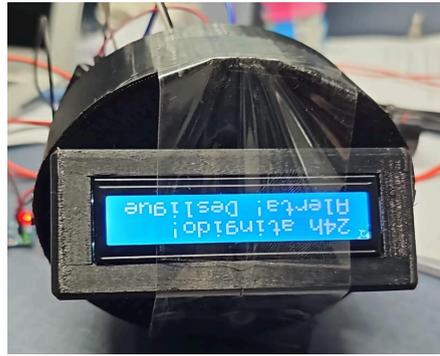
Para otimizar a acomodação do sistema como um todo, foi realizada uma modificação no lado oposto do bloco térmico (lado sem componentes como o cartucho de resistência, o NTC e o sensor de ar condicionado). Para essa mudança, uma divisória foi inserida com o objetivo de aumentar significativamente a distância dos componentes do sistema em relação ao calor. O propósito da alteração visa limitar a exposição térmica dos componentes o máximo possível para garantir a melhor eficiência e minimizar a chance de comprometimentos futuros devido ao calor. O sistema completo consiste no Arduino Nano controlando o relé, cartucho e os medidores de temperatura. Figura 15 ilustra a acomodação do circuito e Figura 16 a acomodação do display.

Figura 15 - Acomodação do circuito.



Fontes: Autores (2024).

Figura 16 - Acomodação do display.



Fontes: Autores (2024).

Os botões na parte traseira do display função de Preset comumente usada em projetos com Arduinos e displays. Eles são utilizados para ajustar parâmetros e selecionar modos de operação.

7 DISCUSSÃO

A realização de testes com as ampolas indicadoras biológicas não foram viabilizadas por motivos externos à instituição, o que incluiu a interdição de salas e laboratórios necessários para a prática. Foi realizada uma análise de todas os terminais, conexões e componentes fundamentais para o funcionamento da incubadora. Dentre os itens avaliados, destacou-se o temporizador, que foi testado para garantir a contagem da minutagem até atingir o total de 24 horas de teste dos indicadores. Além disso, verificou-se o funcionamento do relé, responsável por ligar e desligar o sistema de acordo com os parâmetros programados no código do sistema. Esses testes foram fundamentais para corresponder a futuros testes que possam ser feitos.

No entanto, durante os testes, observou-se que a fonte inicial de 5V não era capaz de aquecer uniformemente o bloco térmico, comprometendo a eficácia do processo. Foram realizadas experimentações com uma fonte de 12V, mas constatou-se que sobrecarregou o cartucho de resistência e seguiu a inércia térmica chegando a 44 °C, ultrapassando a temperatura ideal de 33-37°C, podendo causar danos ao sistema a longo prazo. Após mais avaliações, concluiu-se que a utilização de uma fonte de 9V apresenta um desempenho mais equilibrado, garantindo aquecimento uniforme.

8 CONCLUSÃO

Conforme os testes de revisão de funcionamento a incubadora deve funcionar conforme o esperado, podendo o usuário utilizar em bancada dos laboratórios dispostos na instituição. Teste que serão realizados futuramente possuem permissão para alterar ou melhorar qualquer função para uso.

O objetivo deste projeto foi contribuir para a criação de novos equipamentos que possam ajudar no desempenho dos processos de esterilização futuros que possam ser feitos e melhor performance na interação de alunos e equipamentos para fins didáticos.

9 REFERÊNCIAS

AMORIM, Rafael Duarte; BUENO, Diogo de Souza; MARÇAL, Roberto Caparelli; TORRES, Leandro Henrique. **Investigação no processo de esterilização por autoclave**. Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica). Anápolis, 2017. Disponível em: <https://www.rincon061.org/handle/aee/488>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 15, de 15 de março de 2012. **Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018. **Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Distrito Federal. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 24 set. 2024.

CALLIZAYA, Marcelo Daniel Chura. **Sistema automático de esterilización de instrumental médico para el hospital municipal los pinos**. Facultad de Tecnología Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones. La Paz, Bolivia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/30168>. Acesso em: 22 ago. 2024

FENNER, Natalia Ledur; ZIMMER, André; ZIMMER, Cínthia Gabriely. Tratamento de oxidação térmica do aço inoxidável para aumentar a resistência à corrosão em autoclave. **Revista Liberato**, v. 21, n. 35, p. 58-66, 2020. Disponível em: <http://www.ap.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/639/397>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FERNANDES, Beatriz Oliveira de Freitas. **Esterilização e Biossegurança na Odontologia: conceitos e aplicabilidade**. Centro Universitário UNDB. São Luís, 2021. Disponível em: <http://repositorio.undb.edu.br/bitstream/areas/644/1/BEATRIZ%20OLIVEIRA%20DE%20FREITAS%20FERNANDES.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FRAIHA, Marcos; FERRAZ, Antonio Carlos de Oliveira; BIAGI, João Domingos. Determination of thermobacteriological parameters and size of *Bacillus stearothermophilus* ATCC 7953 spores. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1041-1045, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/bDPNXLgCTZYWvS3bk3MZQnP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GRUCHINSKI, Daniel Davi. **Desenvolvimento de um resistômetro a vapor para avaliação de indicadores biológicos e químicos à luz da norma iso 18472: 2018**. 2022. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022.

Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/29653>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MARTINHO, Maria Antonieta Velosco. **Eficácia dos integradores químicos x indicadores biológicos no monitoramento dos ciclos de esterilização a vapor: revisão sistemática da literatura**. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7139/tde-17052007-112405/en.php>. Acesso em: 05 set. 2024..

MIZUTA, Helena Teru Takahashi et al. Monitoramento da esterilização a vapor dos materiais do Biotério Central da Unioeste e do Abrigo São Vicente de Paulo, Cascavel, Paraná. **Revista Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 7, p. 48020-48026, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13393/11245>. Acesso em: 21 ago. 2024.

NETO, José Laufer; KERN, Ricardo; DOS SANTOS, Elizabete Brasil. **Controle da esterilização em autoclave por meio de métodos químicos e biológicos**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2004. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/biologica/article/view/392/398>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PINHEIRO, Maicon. **Gestão de custos na construção civil: uma análise de práticas e métodos aplicados**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4088/PINHEIRO%2c%20MAICON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 ago. 2024.

RODRIGUES, Juliano Aquino et al. Avaliação de contaminação bacteriana de mobiliário de laboratório de microbiologia de uma universidade do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Análise Clínicas**, v. 48, p. 68-73, 2016. Disponível em: https://www.rbac.org.br/wp-content/uploads/2016/05/ARTIGO-12_VOL-48_1_2016-ref-23-1.pdf. Acesso em: 15 ago. 2024.

SILVA, Fernando Pontes de Lima; DA ROCHA, Aurélio; ALMODOVAR, Adriana Aparecida Buzzo; BUGNO, Adriana. INDICADORES BIOLÓGICOS: segurança no processo de esterilização. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz**. v. 24, n. 1, p. 21-22, 2014. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/bial/bial_241/bial_24_1-6.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.