



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Mariana de Cássia Artuni Rossi

**Desinfecção por ação fotônica de um recurso
fisioterápico em Unidade de Terapia Intensiva**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu, para obtenção do título de Mestra em Pesquisa e Desenvolvimento – Biotecnologia Médica.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Gabriela Salvio

**Botucatu
2020**

Mariana de Cássia Artuni Rossi

Desinfecção por ação fotônica de um equipamento
fisioterápico em Unidade de Terapia Intensiva

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de
Botucatu, para obtenção do título de Mestra
em Pesquisa e Desenvolvimento –
Biotecnologia Médica.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Gabriela Salvio

Botucatu
2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Rossi, Mariana de Cássia Artuni.

Desinfecção em ambiente hospitalar por ação fotônica :
solução prática e econômica para o Sistema Público de
Saúde / Mariana de Cássia Artuni Rossi. - Botucatu, 2020

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de
Botucatu

Orientador: Ana Gabriela Salvio

Capes: 90400003

1. Hospitais. 2. Infecção hospitalar. 3. Desinfecção.
4. Unidades de terapia intensiva.

Palavras-chave: Ambiente hospitalar; Infecção hospitalar;
UTI; desinfecção de superfícies; luz UV-C.

Aos meus queridos:

Dorival, Maria, Amanda, Gustavo e Gabriel.

Agradecimentos

À Deus sobre todas as coisas, por me guiar, iluminar e abençoar em cada passo, em cada sonho e em todas as minhas conquistas e realizações.

Aos meus dedicados pais, Dorival e Maria, meus alicerces, aqueles que nunca deixaram de acreditar em mim e não mediram esforços para que eu chegasse até aqui, vezes abrindo mão de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus.

Ao meu amado filho Gabriel, meu milagrinho, por ser minha inspiração e motivo para ser melhor a cada dia e grata em cada conquista.

Ao meu marido e meu amor Gustavo, confidente e companheiro, que acompanha o meu dia a dia e me dá forças para seguir em frente. Obrigado por sua amizade, apoio e paciência irrestritos.

À minha querida irmã Amanda, que sempre me ajudou e, mesmo a distância, percorreu esse caminho comigo.

À toda minha família e amigos, por sempre comemorarem comigo minhas conquistas e estarem de braços abertos nos momentos de dificuldade.

À minha orientadora, Dra Ana Gabriela Salvio, pelo direcionamento e, principalmente, pela paciência nessa jornada.

Ao Hospital Amaral Carvalho, pelo acolhimento, pelos ensinamentos e por contribuir com meu crescimento profissional.

Ao Dr Sylvio Gambarini e ao Dr. Sérgio Augusto Rodrigues, por suas valiosas contribuições aos resultados de meu trabalho.

À Dra. Thaila Quatrini Correa, por sua disposição em colaborar com meu trabalho e por compartilhar de seu conhecimento, pela paciência, incentivo e imensa generosidade.

À Faculdade de Medicina de Botucatu e ao programa de Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento em Biotecnologia Médica, representado por seu coordenador Prof. Dr. Matheus Bertanha, bem como a todos os docentes do programa que, em muito contribuíram para minha formação.

À minha querida amiga Mariana Ricci, parceira de profissão, companheira de quase todas as manhãs e confidente, pelo apoio, pela paciência e pela dedicação junto a mim ao meu trabalho.

À minha amiga e exemplo de dedicação pela pesquisa, Dra. Márcia Higashi pelo incentivo de sempre, direcionamento e orientações.

À minha encarregada e parceira de profissão, Evelize Brandão, por acreditar e me incentivar nesse trabalho desde o primeiro dia.

“A inspiração existe, mas tem que encontrar você trabalhando.”

Pablo Picasso

RESUMO

Introdução: A presença de organismos patogênicos em ambiente hospitalar está principalmente relacionada ao grande fluxo de pacientes com infecções, e as superfícies ambientais contaminadas fornecem uma potencial fonte de transmissão de muitos patógenos associados à assistência à saúde. O controle da contaminação de superfícies por patógenos tem sido abordado pelo saneamento convencional, baseado no uso de descontaminantes e desinfetantes à base de produtos químicos, incluindo derivados de cloro, triclosan, clorexidina, álcool 70% e outros. **Objetivo:** Avaliar a eficiência de um dispositivo portátil com emissão de irradiação ultravioleta C (UV-C) na desinfecção de objetos de uso diário em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com exposição rápida e sem toque direto com a superfície. **Materiais e Métodos:** Foi realizado um estudo transversal, contendo 21 pacientes, sendo realizadas coletas por swab em três momentos: antes do atendimento fisioterapêutico, após o atendimento e uso da faixa pelo paciente e após a desinfecção da faixa, e cultivo em meio de cultura sólido de locais pré-definidos de uma faixa elástica de uso na rotina fisioterapêutica em UTI do Hospital Amaral Carvalho de Jaú/SP. A eficácia entre a desinfecção tradicional de superfícies com álcool 70% e aplicação de irradiação UV-C com dispositivo portátil foi comparada. Dois grupos foram avaliados: *grupo controle*, no qual foi realizada a desinfecção convencional com álcool 70% seguindo a rotina realizada pelos fisioterapeutas antes e após cada atendimento; e *grupo irradiado*, no qual foi realizada a desinfecção com o dispositivo de UV-C imediatamente após o atendimento. O dispositivo é composto por luz UV-C (254 nm), com irradiância de 13 mW/cm^2 a uma distância de 1 cm da superfície. A dose de luz para 60 segundos de irradiação foi de $0,78 \text{ J/cm}^2$. **Resultados:** Tanto o álcool 70% quanto a luz UV-C foram eficientes na redução microbiana. **Conclusão:** Este estudo mostrou que o dispositivo pode ser introduzido em ambiente hospitalar para a desinfecção de superfícies de serviços de saúde, pois apresentou eficácia estatisticamente semelhante ao método de desinfecção padrão na eliminação de microrganismos. Novos estudos em ambiente hospitalar são necessários para avaliar a resposta microbiológica em diferentes tempos de exposição à irradiação pelo dispositivo. **Palavras-chave:** Infecção hospitalar, ambiente hospitalar, desinfecção de superfícies, luz UV-C, UTI.

ABSTRACT

Introduction: The presence of pathogenic organisms in a hospital environment is mainly related to the large influx of patients with infections. Contaminated surfaces provide a potential source of transmission for many health care-associated pathogens. Control of surface contamination by pathogens has so far been addressed by conventional sanitation, based on the use of chemical-based decontaminants and disinfectants, including chlorine derivatives, triclosan, chlorhexidine, 70% alcohol and others. **Objective:** The main objective of this study was the evaluation of the decontamination efficacy of everyday ICU objects with rapid exposure through a portable device, without direct touch with the surface, with emission of UV-C irradiation. **Methods:** An elastic band for routine physical therapy use at the Intensive Care Unit of the Amaral Carvalho Jaú Hospital / SP was used to measure and compare the efficacy between traditional 70% alcohol surface disinfection and the application of ultraviolet C (UV-C) radiation with UV portable device. *Control Group* conventional cleaning was performed following a routine performed by physiotherapists before and after each treatment. *Irradiated Group* Composed by evaluation with an UVC handheld device after care. The device presents 254 nm wavelength light (UV-C) and produces an irradiance of 13 mW/cm² at a distance of 1cm from the surface. The total light dose applied was 0.78 J/cm² for 60 seconds. **Results:** The results showed that in relation to microbial reduction, both 70% alcohol and UV-C irradiation were efficient to inactivate the bacteria. **Conclusion:** This study showed that this portable UV-C device can be used in a hospital environment, allowing disinfection healthcare surfaces with the same efficacy as the current method. Further studies in the hospital are needed to assess the microbiological response at different times of exposure to irradiation by the device. **Keywords:** Cross Infection, healthcare environment, surface disinfection, UV-C light, ICU.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 IRAS, um problema de qualidade nos serviços de saúde.....	14
Figura 2 Dispositivo de luz UV-C utilizado para irradiação da faixa de fisioterapia...21	
Figura 3 Desenho esquemático do dispositivo de luz UV-C.....	22
Figura 4 Faixa elástica <i>Theraband</i> ®.	23
Figura 5 Faixa elástica <i>Theraband</i> ® utilizada nos atendimentos fisioterapêuticos. ...	23
Figura 6 Coleta das amostras	24
Figura 7 Plaqueamento das amostras.....	24
Figura 8 Momento da desinfecção com dispositivo de irradiação UVC.....	25
Figura 9 Fluxograma do estudo realizado.	26
Figura 10 Amostras plaqueadas e identificadas pré atendimento, pós atendimento (controle) e após desinfecção com álcool 70% (A) e dispositivo de luz UV-C (B).....	27
Figura 11 Perfil clínico dos pacientes participantes do estudo.....	30
Figura 12 Log ₁₀ UFC da média dos valores das amostras do grupo álcool 70% (A) e UV-C (B) (n=21).As barras indicam o log ₁₀ de redução microbiana e as barras de erro indicam o desvio padrão.	30
Figura 13 Média da comparação da porcentagem de redução microbiana nos grupos álcool 70% e irradiação UV-C (n=21).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Caracaterísticas dos pacientes incluídos no estudo.....	29
Tabela 2 Log ₁₀ UFC para desinfecção com álcool (n=21).....	31
Tabela 3 Log ₁₀ UFC para desinfecção com UV- C (n=21)	31
Tabela 4 Porcentagem de redução de UFC (n=21)	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BHI	<i>Broth Heart Infusion</i>
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
HAC	Hospital Amaral Carvalho
IRAS	Infeções Relacionadas à Assistência à Saúde
J/cm²	Joule por centímetro quadrado
KPC	<i>Klebsiella</i> Produtora de Carbapenase
mW/cm²	Miliwatt por centímetro quadrado
nm	Nanômetro
OMS	Organização Mundial da Saúde
TP - UTI	Tempo de Permanência em UTI
TU	Tumor
UFC	Unidades Formadores de Colônias
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UV	Ultravioleta
UV-C	Ultravioleta C

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1 Fisioterapia em UTI.....	17
1.2 Custos com o paciente em UTI.....	18
2. Objetivos	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos	19
3. Materiais e Métodos.....	20
3.1 Local do estudo e aprovação pelo Comitê de Ética	20
3.2 Coletas das amostras	20
3.3 Critérios de inclusão.....	20
3.4 Dispositivo de luz UV-C	21
3.5 Faixa elástica	22
3.6 Desenho do estudo	23
3.7 Análise microbiológica	27
3.8 Análise estatística dos dados.....	27
4. Resultados	28
5. Discussão.....	32
6. Conclusões.....	37
7. Referências bibliográficas	38
8. Termo de consentimento livre e esclarecido	42

1. Introdução

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), antes conhecidas como infecções hospitalares, são definidas como infecções que ocorrem após algum cuidado assistencial de saúde realizado por médicos, fisioterapeutas, enfermeiros, e outros. Estas infecções podem se desenvolver durante a internação hospitalar, nos cuidados após a alta ou até mesmo durante os cuidados assistenciais domiciliares. Segundo o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), as IRAS são definidas como uma condição localizada ou sistêmica, resultantes de uma reação adversa à presença de um agente infeccioso adquirido após admissão nos serviços de saúde.

As IRAS representam uma preocupação global importante para a segurança dos pacientes e são um grande problema de saúde pública, pois causam morbidade e mortalidade substanciais, já que pacientes suscetíveis podem adquirir patógenos através do contato direto com superfícies ou equipamentos contaminados^{1,2,3}. As IRAS são um grave problema de saúde pública, pois são os eventos adversos associados à assistência à saúde mais frequentes, com alta morbidade e mortalidade, que repercutem diretamente na segurança do paciente e, por sua vez, na qualidade dos serviços de saúde, duração da internação e custos à instituição⁴ (Figura 1).

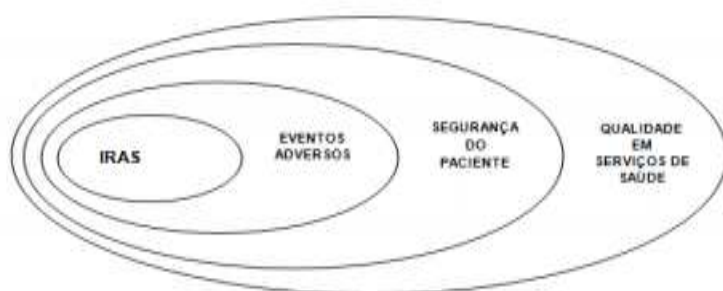


Figura 1 IRAS, um problema de qualidade nos serviços de saúde.

Fonte: Costa, 2016.⁴

De cada 100 pacientes hospitalizados, 7 em países desenvolvidos e 10 em países em desenvolvimento irão adquirir pelo menos uma IRAS⁵. Nos Estados Unidos, a estimativa é que 1,7 milhão de pacientes são diagnosticados com IRAS

todos os anos e quase 100.000 evoluem para óbito⁶, gerando custos de mais de 30 bilhões/ano⁷. Na Europa, cerca de 4,5 milhões de pacientes são afetados - segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), e as mortes por essas infecções subiram para cerca de 37 mil/ano. No Brasil, os dados são incertos devido à baixa aderência à sistematização das informações⁸, porém estima-se que as IRAS atinjam de 5 a 10% dos pacientes internados no país, com uma letalidade de 14.35%⁹. Dados da Associação Médica Brasileira e Sociedade Brasileira de Infectologia apontam que uma infecção hospitalar pode acrescentar de 5 a 10 dias no tempo de internação. E, considerando que no Brasil existam cerca de 800 mil casos de IRAS por ano, uma estimativa de 5 dias a mais por paciente, resultariam em 4 milhões de dias atribuídos à internação hospitalar por IRAS¹⁰.

O aumento das condições que induzem à internação de indivíduos com quadros graves e imunocomprometidos, somado ao surgimento da resistência a antimicrobianos, confere às infecções hospitalares especial relevância para a saúde pública¹¹. Fatores associados à escassez e qualificação de recursos humanos, aliados à estrutura física inadequada em serviços de saúde e ao desconhecimento de medidas de controle de infecção hospitalar, contribuem para esse cenário¹².

A presença de organismos patogênicos em ambiente hospitalar está principalmente relacionada ao grande fluxo de pacientes com infecções, e as superfícies contaminadas fornecem uma potencial fonte de transmissão de muitos patógenos associados à assistência à saúde¹³. Nos últimos anos, vários estudos demonstraram que as intervenções de limpeza ambiental podem melhorar a eficácia da limpeza e reduzir a contaminação nas superfícies¹⁴. Em todo o mundo, o processo de limpeza está sujeito a debates sobre frequência, métodos, equipamentos, monitoramento, e padrões para limpeza e desinfecção de superfícies do ambiente hospitalar¹⁵.

O controle da contaminação de superfícies por patógenos tem sido abordado pelo saneamento convencional, baseado no uso de descontaminantes e desinfetantes à base de produtos químicos, incluindo derivados de cloro, triclosan, clorexidina, álcool 70% e outros¹⁶. Novos métodos para desinfecção, como os dispositivos que não necessitam de contato direto com as superfícies, vêm sendo desenvolvidos para complementar esse processo e diminuir o risco de novas contaminações¹⁷.

Segundo estudos, as tecnologias automatizadas podem oferecer melhor desinfecção, mas por enquanto não substituem a limpeza diária de rotina. Além disso, essas máquinas geralmente podem ser usadas apenas para limpeza terminal ou alta porque os produtos são muito tóxicos para os pacientes, como por exemplo, o peróxido de hidrogênio, e constituem um risco de segurança, como por exemplo, o vapor, ou são mais adequados para salas vazias, como por exemplo, a luz ultravioleta C (UV-C) não portátil¹⁸.

A irradiação ultravioleta (UV) é uma fração do espectro eletromagnético compreendida entre os comprimentos de onda 200 a 400 nm. Ela é ainda subdividida em três áreas espectrais distintas, incluindo UV-C, com comprimentos de onda de 200 a 280 nm; UV-B, com comprimentos de onda de 280 a 315 nm; e UV-A, com comprimentos de onda de 315 a 400 nm¹⁹. A faixa que compreende os comprimentos de onda de 200 a 280 nm tem efeito germicida, pois altera o material genético das células dos microrganismos, tornando-os incapazes de se multiplicar. Assim, são considerados inativos, ou seja, não causam doenças, mesmo estando metabolicamente vivos²⁰.

A irradiação UV-C contínua é conhecida por ser efetiva na desinfecção de uma ampla gama de microrganismos. A desinfecção é definida como o processo de destruição de microrganismos patogênicos, em sua forma vegetativa, presentes em superfícies, mediante exposição à agentes químicos ou físicos. Essa irradiação tem sido estudada para a desinfecção de objetos e superfícies, e tem como característica a eliminação total ou parcial da carga microbiana desses objetos e superfícies, tornando-os aptos para seu uso seguro em ambientes hospitalares^{21,22}.

A desinfecção com a irradiação UV-C é um método que não produz subprodutos indesejáveis, nem resíduos químicos²³. Seu efeito antimicrobiano é causado por sua habilidade em danificar o DNA microbiano, causando um *cross-linking* entre a timina e a citosina na mesma fita do material genético. O efeito desse *cross-linking* nas bases nitrogenadas do material genético causa o bloqueio da transcrição e da replicação do DNA, comprometendo as funções celulares dos microrganismos atingidos pela luz UV-C, levando-os à morte celular²⁴.

A eficácia destes dispositivos depende de parâmetros como a intensidade da luz emitida, tempo de exposição e barreiras entre a fonte de luz e a superfície alvo.

Se for utilizada com intensidade e com tempo de exposição adequados, a irradiação UV-C tem a capacidade de eliminar todos os tipos de microrganismos²⁵.

1.1 Fisioterapia em UTI

A dedicação da fisioterapia ao paciente crítico teve seu início entre as décadas de 40 e 50 devido à crise da poliomielite²⁶, desde então sua afirmação como parte da assistência intensiva tem sido progressiva²⁷, e sua atuação como profissional integrante da equipe multiprofissional no tratamento de pacientes nas UTI é reconhecida em diversos países desenvolvidos²⁸.

No atendimento multidisciplinar oferecido aos pacientes em UTI, o fisioterapeuta se faz presente em vários segmentos do tratamento intensivo, tais como no atendimento a pacientes críticos que não necessitam de suporte ventilatório; na assistência durante a recuperação pós-cirúrgica, com o objetivo de evitar complicações respiratórias e motoras, bem como na assistência a pacientes graves que necessitam de suporte ventilatório²⁹. O fisioterapeuta é um dos profissionais que tem como principal instrumento as mãos e as utiliza no corpo do paciente da forma mais eficaz possível, bem como recursos e materiais que auxiliem no tratamento e reabilitação do paciente crítico³⁰.

Durante o atendimento fisioterapêutico ao paciente crítico, o fisioterapeuta utiliza diferentes recursos e equipamentos para garantir uma assistência global ao paciente nas diversas etapas da reabilitação. Dentre os recursos comumente utilizados encontra-se a faixa elástica de látex. As empresas fabricantes dessas faixas elásticas proporcionam uma linha de produtos com diferentes níveis de resistência que normalmente são distinguidos por cores. Essa diferenciação das cores torna possível ofertar ao paciente a faixa elástica que melhor corresponda ao grau de resistência adequado ao seu processo de reabilitação, ou seja, a força necessária para que ele consiga realizar o alongamento do material³¹.

A faixa elástica de látex tem registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) sob o número 80041210067, e é muito utilizada durante o atendimento fisioterapêutico para a prática de exercícios de alongamento e fortalecimento muscular, reabilitação funcional na síndrome do imobilismo, reabilitação pós-traumática e cirúrgica, e condicionamento físico. Seu uso sob

supervisão melhora a coordenação motora, aprimora habilidades funcionais e auxilia no aumento da mobilidade e flexibilidade. Normalmente, a faixa é reutilizável, podendo ser manipulada por diversos pacientes no mesmo dia. Portanto, requer uma limpeza contínua e eficaz para evitar contaminação de um paciente ao outro. Sua limpeza padrão dentro da UTI se dá pela fricção com lenços próprios para limpeza embebidos em álcool 70%. Quando existe presença de sujidade visível na faixa, previamente à desinfecção com álcool 70%, a faixa é submetida à lavagem com água e sabão à base de clorexidina.

Na literatura são escassos os trabalhos que investiguem a problemática da contaminação relacionada ao atendimento fisioterapêutico nas UTIs. A probabilidade de disseminação de patógenos pelo próprio profissional aos pacientes que são submetidos ao atendimento fisioterapêutico pode ser preocupante, caso os processos de higienização e desinfecção não sejam adequados. Além disso, quando o atendimento fisioterapêutico prevê o uso de materiais que possam ser potenciais objetos de contaminação de um paciente ao outro, essa probabilidade de disseminação de patógenos aumenta ainda mais. Por isso, a limpeza e desinfecção dos materiais, objetos, e até mesmo das superfícies que estão em contato com os pacientes são processos imprescindíveis para o controle de patógenos na prática hospitalar. Assim, o procedimento realizado para higienizar objetos e equipamentos de manipulação contínua e coletiva no ambiente crítico deve ser adequado e eficiente como medida de prevenção e de controle das infecções hospitalares, visando melhor qualidade e maior segurança na assistência, tanto para os pacientes quanto para os profissionais³¹.

1.2 Custos com o paciente em UTI

As UTIs são unidades de alto custo devido à necessidade de espaço físico diferenciado, com equipamentos de alta tecnologia, equipe multidisciplinar de profissionais qualificados³², assim como maior complexidade dos quadros clínicos e dos tratamentos associados.

A literatura indica que apenas 5% dos pacientes que se apresentam nos hospitais são internados em UTI. Embora esse índice possa parecer baixo, os

custos da UTI constituem uma grande parte do total dos custos hospitalares, representando de 8% a 30% do orçamento total de um hospital³³.

Os custos com a terapia intensiva continuam aumentando desde que foram calculados pela primeira vez nos anos 1970. Em 2005, nos Estados Unidos, os custos foram estimados em US\$ 81,7 bilhões de dólares³⁴. O tratamento do paciente com choque séptico, por exemplo, é complexo e envolve uma série de medidas terapêuticas. *Talmor* e colaboradores (2008) mostraram que a implementação de um protocolo para o tratamento de sepse em um hospital de Boston foi responsável por um aumento, no custo, de US\$ 8.800 dólares por paciente^{35,36}.

Desse modo, é importante que todo o ambiente hospitalar, e principalmente a UTI, tenha protocolos eficientes de limpeza e desinfecção, que auxiliem no controle de patógenos, favorecendo o bem-estar de pacientes e funcionários e evitando que novos custos adicionais sejam necessários com tratamentos de infecções que possam advir de contaminações do ambiente hospitalar. Assim, propor novos métodos de desinfecção que sejam práticos e econômicos, e que auxiliem os métodos já padronizados pelos hospitais, tem sido um dos grandes avanços nos estudos desta área.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência de um dispositivo portátil com emissão de irradiação ultravioleta C (UV-C) na desinfecção de uma faixa de fisioterapia de uso diário em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com exposição rápida e sem toque direto com a superfície da faixa.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar o perfil clínico dos pacientes participantes do estudo;
- Identificar a porcentagem de redução microbiana após a desinfecção com álcool 70% e após a desinfecção com o dispositivo de luz UV-C na faixa elástica de fisioterapia;

- Realizar a classificação dos microrganismos pelo método de coloração de Gram.

3. Materiais e Métodos

3.1 Local do estudo e aprovação pelo Comitê de Ética

O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Amaral Carvalho (UTI-HAC) de Jaú/SP, e foi aprovado pelo Comitê de Ética com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 05257718.9.0000.5434.

3.2 Coletas das amostras

As amostras foram coletadas de uma faixa elástica utilizada durante atendimento fisioterapêutico por pacientes internados na UTI do HAC. As coletas foram realizadas em três dias diferentes, em pacientes diferentes, após assinatura do termo de consentimento, totalizando um número amostral de 21 (n=21). As informações sobre o procedimento das coletas das amostras estão descritas detalhadamente mais adiante, no item 3.6.

3.3 Critérios de inclusão

Foram incluídos neste estudo os pacientes internados na UTI do HAC por tempo igual ou superior a 48 horas, com objetivo de caracterizar a infecção hospitalar, e que foram submetidos ao tratamento fisioterapêutico, seguindo prescrição médica da unidade, com capacidade de compreensão e execução dos exercícios propostos.

Alguns dados dos pacientes, como por exemplo, sexo, idade, tempo de permanência na UTI até a realização da coleta, doença de base e antimicrobiano em uso foram coletados para serem relacionados com as coletas e posterior identificação dos microrganismos.

3.4 Dispositivo de luz UV-C

O dispositivo portátil de luz UV-C utilizado neste estudo foi desenvolvido pelo Grupo de Óptica do Instituto de Física da São Carlos, Universidade de São Paulo (Patente PI: BR 20 2014 006540-2), com o propósito de apresentar uma lâmpada UV-C utilizada para desinfecção de superfície atuando no controle microbiológico (Figura 2).



Figura 2 Dispositivo de luz UV-C utilizado para irradiação da faixa de fisioterapia.

Fonte: Elaborada pela autora.

A lâmpada que compõe o dispositivo emite a irradiação no comprimento de onda de 254 nm e produz uma irradiância aproximadamente de 13 mW/cm² a uma distância de 1 cm da superfície. Além disso, o dispositivo contém um recurso de segurança que permite a iluminação somente quando a lâmpada está voltada para baixo, nas superfícies, evitando a exposição ocular. Um desenho esquemático do dispositivo e de suas partes principais pode ser visto na Figura 3.

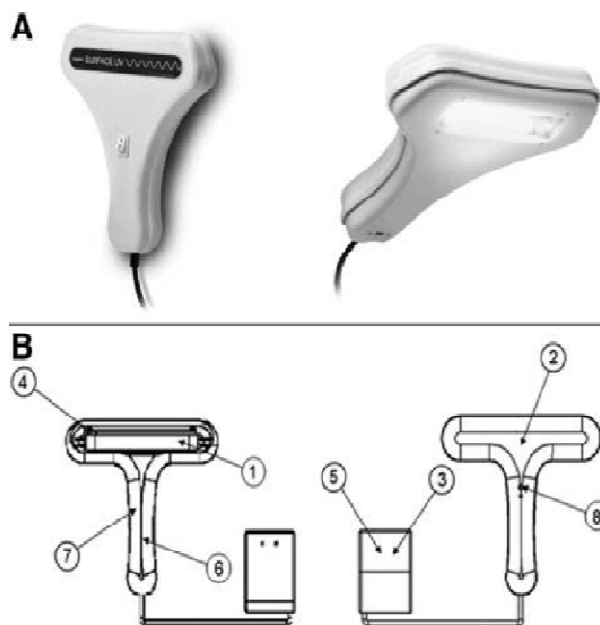


Figura 3 Desenho esquemático do dispositivo de luz UV-C (A) e de suas partes principais (B): (1) lâmpada UV-C, (2) corpo plástico, (3) fonte de alimentação, (4) refletor, (5) reator da lâmpada, (6) sensor de nível, (7) painel de controle, (8) botão liga/desliga.

Fonte: Corrêa et. al (2017).³⁷

Essas partes foram incluídas para considerar os seguintes aspectos: suscetibilidade para possível desinfecção de superfície de laboratórios, hospitais, clínicas odontológicas e ambientes médicos específicos. Para a segurança do operador, há um sensor de mercúrio preso à lâmpada UV-C, com o objetivo de proteção, que desliga a luz UV-C quando não está voltado para a superfície.

3.5 Faixa elástica

A faixa elástica *Theraband*® (Figura 4) foi utilizada no estudo durante o atendimento fisioterapêutico aos pacientes internados na UTI do HAC. Somente após a utilização da faixa pelos pacientes é que foram aplicados os protocolos de desinfecção por álcool 70% e por luz UV-C.



Figura 4 Faixa elástica *Theraband*® utilizada nos atendimentos fisioterapêuticos.

Fonte: Imagem obtida no site da marca do produto.

3.6 Desenho do estudo

Antes do uso da faixa elástica, foi realizada a desinfecção convencional com álcool 70%, de acordo com a rotina pré-estabelecida no serviço. Primeiramente foram demarcadas duas áreas de 10 x 12 cm correspondentes ao local onde o paciente segura a faixa (Figura 5).



Figura 5 Faixa elástica *Theraband*® utilizada nos atendimentos fisioterapêuticos. (A) e (B) Áreas correspondentes ao contato com as mãos dos pacientes e dos pontos pré-definidos para coleta e desinfecção com álcool 70% e dispositivo de irradiação UVC.

Fonte: Elaborada pela autora.

Após a desinfecção da faixa, duas amostras foram coletadas com o auxílio de swab esterilizado embebido em solução salina esterilizada. As amostras foram coletadas nos pontos pré-definidos e demarcados nas duas extremidades da faixa, direita e esquerda, como mostra a Figura 6. Em seguida, o swab foi passado em placas de Petri contendo meio de cultura Broth Heart Infusion Agar (BHI) (Figura 7).

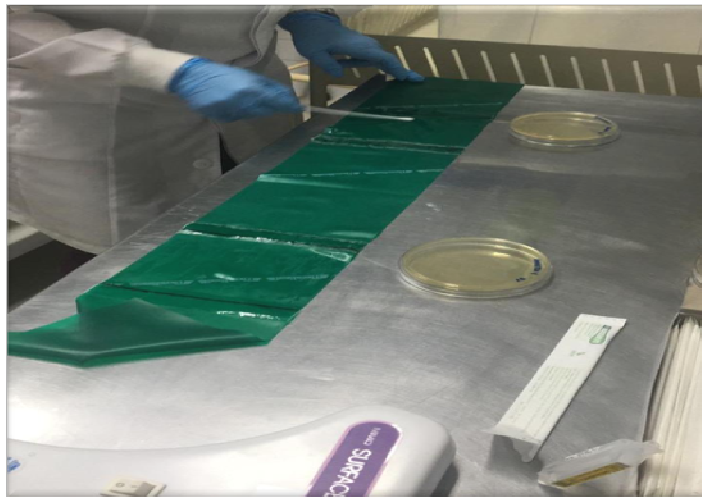


Figura 6 Coleta das amostras com swab estéril embebido em solução salina estéril.

Fonte: Elaborada pela autora.

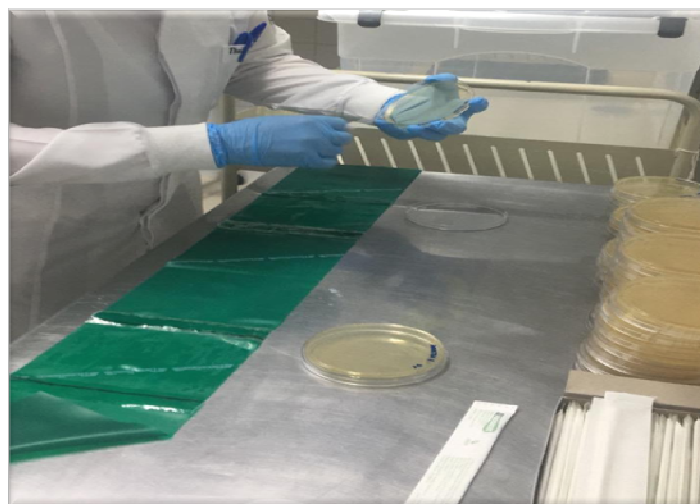


Figura 7 Plaqueamento das amostras em Placas de Petri contendo meio BHI.

Fonte: Elaborada pela autora.

Após essa primeira etapa de desinfecção com álcool 70%, coleta e plaqueamento da amostra, a faixa foi levada ao paciente para realização do atendimento fisioterapêutico, no qual os pacientes realizaram a mesma sequência de exercícios, sendo a flexão dos ombros, a abdução dos ombros e diagonais, com 10 repetições para cada exercício. Os pacientes permaneceram em contato com a faixa por tempo similar, que compreendeu aproximadamente 3 a 4 minutos.

Logo após o atendimento, novas coletas e novos plaqueamentos das amostras correspondentes às áreas de contato com as mãos direita e esquerda dos pacientes foram realizados. Essas coletas representaram o controle pré desinfecção

tanto para o grupo álcool 70% como para o grupo do dispositivo de luz UV-C. Na sequência, a desinfecção da faixa foi realizada de modo bilateral, onde aleatoriamente, em uma extremidade foi aplicada a desinfecção com álcool 70% e na outra extremidade foi aplicada a desinfecção com o dispositivo de luz UV-C em estudo, totalizando 21 avaliações tanto para o grupo com desinfecção com álcool 70% como para o grupo em que foi utilizada a irradiação UV-C. A irradiação UV-C foi realizada à uma distância de 1 cm da superfície, em um modo de varredura lenta, por 60 segundos, resultando em uma dose de luz de $0,78 \text{ J/cm}^2$ (Figura 8).



Figura 8 Momento da desinfecção com dispositivo de irradiação UVC.

Fonte: Elaborada pela autora.

Realizada essa etapa da desinfecção com álcool 70% em uma extremidade e a desinfecção com UV-C na outra extremidade, novas coletas e plaqueamentos foram realizados. Ao final das coletas, as placas de Petri foram colocadas em estufa a 37°C por 48 horas para crescimento dos microrganismos, e a faixa elástica foi submetida à desinfecção convencional padrão no setor, com álcool 70%.

Ao final, após crescimento e contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), as colônias foram analisadas em laboratório para classificação dos microrganismos encontrados de acordo com o método de coloração de Gram, onde foi realizado esfregaço das colônias em lâmina. As lâminas foram coradas pelo método de Gram e examinadas em microscópio para diferenciação dos microrganismos. A técnica de coloração de Gram permite diferenciar bactérias com diferentes estruturas de parede celular a partir das colorações que estas adquirem

após tratamento com agentes químicos específicos. O método consiste em tratar sucessivamente um esfregaço bacteriano, fixado pelo calor, com os reagentes cristal violeta, lugol, etanol-acetona e fucsina básica. As bactérias que adquirem a coloração azul violeta são chamadas de *Gram-positivas* e aquelas que adquirem a coloração vermelho são chamadas de *Gram-negativas*.

Na Figura 9 observa-se o fluxograma do estudo realizado.

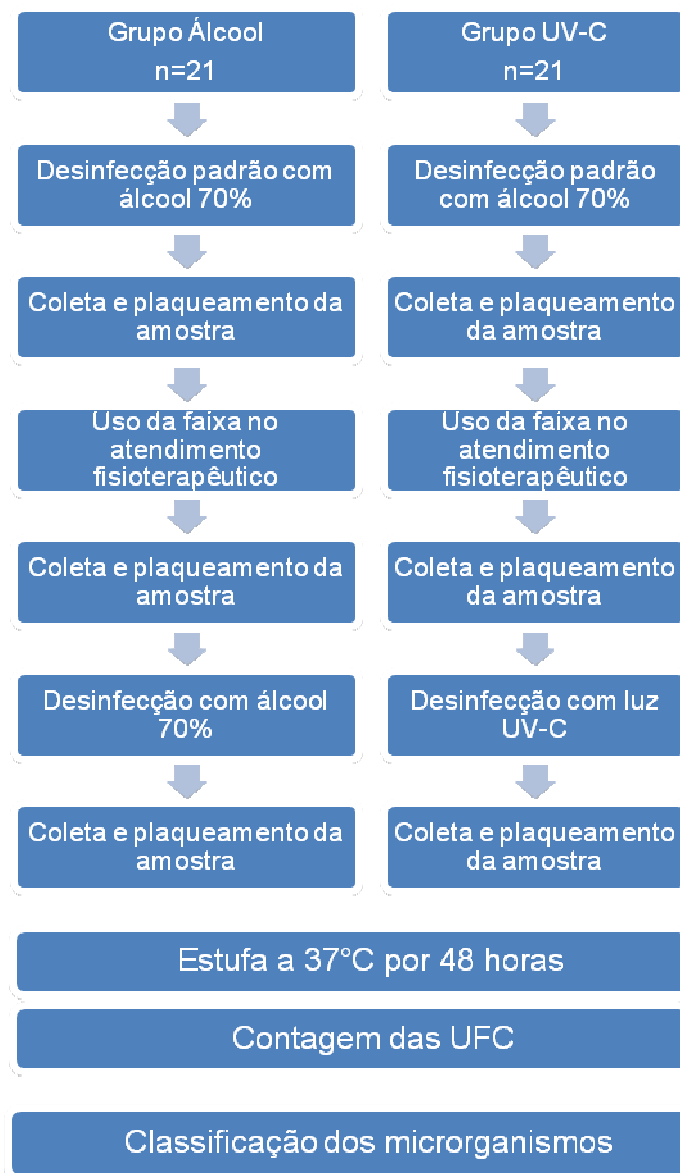


Figura 9 Fluxograma do estudo realizado.

Fonte: Elaborado pela autora.

Abaixo, na Figura 10, estão representadas as placas de uma das amostras após os 3 momentos do estudo: pré atendimento, pós atendimento (controle) e após realização da desinfecção.

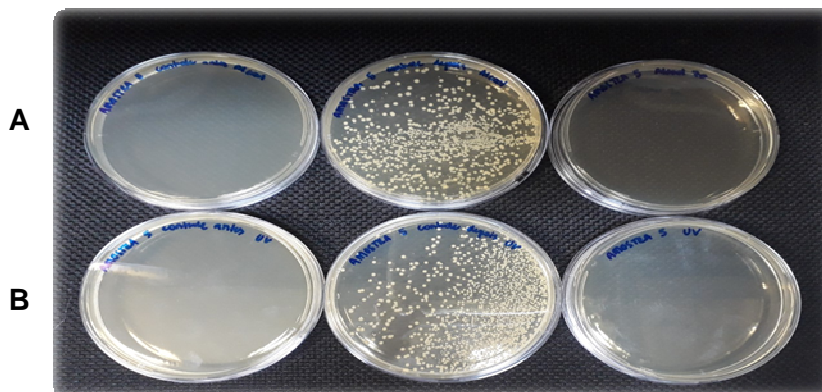


Figura 10 Amostras plaqueadas e identificadas pré atendimento, pós atendimento (controle) e após desinfecção com álcool 70% (A) e dispositivo de luz UV-C (B).

Fonte: Elaborado pela autora.

3.7 Análise microbiológica

A eficácia dos processos de desinfecção foi avaliada pela quantificação dos microrganismos que cresceram nas placas de Petri. Após 48 horas de incubação na estufa, as placas foram retiradas para realização da contagem das unidades formadoras de colônia. Após as contagens, os dados foram organizados para obtenção da porcentagem de redução microbiana. A fórmula utilizada foi:

$$\% \text{ redução microbiana} = (N_0 - N/N_0) \times 100$$

onde:

N_0 = número de UFC do grupo controle

N = número de UFC do grupo tratado

3.8 Análise estatística dos dados

Para comparação entre o grupo controle e os grupos tratados com álcool 70% e com irradiação UV-C foi utilizado o teste t para amostras pareadas considerando os valores de UFC transformados para o logaritmo na base 10 (\log_{10}). Nas amostras

tratadas com álcool 70% e nas amostras tratadas com a irradiação UV-C, o percentual de redução microbiana foi calculado pela fórmula de porcentagem de redução microbiana. Os percentuais de redução dos dois tratamentos (álcool 70% e irradiação UV-C) foram comparados por meio do teste não paramétrico para amostras pareadas, o teste de Wilcoxon. Para todos os testes foi considerado 5% de significância.

4. Resultados

Foram avaliados os dados relacionados a 21 pacientes que se encontravam internados por mais de 48 horas na UTI de um hospital de perfil predominantemente oncológico. Na Tabela 1 estão descritas as características dos pacientes incluídos no estudo, assim como o antimicrobiano em uso nas datas das coletas.

Com exceção de dois pacientes que se encontravam em tratamento clínico, a amostra compreendeu em sua maioria pacientes de caráter e em tratamento oncológicos, tanto no âmbito clínico quanto cirúrgico, sendo 52,3% (11 pacientes) do sexo masculino, com idade média de 55 anos (29-86), e 47,7% (10 pacientes) do sexo feminino, com idade média de 51 anos (30-75). Desse total, 19% (4 pacientes) encontravam-se em isolamento de contato por achados laboratoriais indicando bactérias multirresistentes. O tempo de internação hospitalar para esses pacientes variou de 2 a 30 dias.

Tabela 1 Características dos pacientes incluídos no estudo.

Paciente	Idade	Sexo	Motivo da Internação	Tempo (em dias)	Isolamento	Antimicrobiano em uso
1	59	M	Laparotomia exploradora	3		Piperacilina/Tazobactam
2	68	F	Biópsia lesão adrenal / dispnéia súbita	3		Piperacilina/Tazobactam
3	30	F	leucemia mieloide aguda com abdome agudo inflamatório / laparotomia exploradora	2		Sulfametoxazol / Trimetropina
4	86	M	Choque séptico foco pulmonar	12		Piperacilina/Tazobactam
5	76	M	Vigilância neurológica após acidente isquêmico transitório	3		Ciprofloxacino
6	39	M	leucemia mieloide crônica em quimioterapia	18	* <i>Enterococcus faecium</i>	Sulfametoxazol / Trimetropin/Meropenem
7	57	M	Cistectomia Parcial	5	* <i>Klebsiella</i> (Produtora de Carbapenase - *KPC)	Piperacilina/Tazobactam
8	75	F	leucemia mieloide aguda com síndrome de lise tumoral	2		Piperacilina/Tazobactam
9	39	M	leucemia mieloide crônica em quimioterapia	28	* <i>Enterococcus faecium</i>	Sulfametoxazol / Trimetropina
10	52	F	lesão renal aguda / Sepsis- foco pulmonar	2		Piperacilina/Tazobactam/Teicoplanina
11	67	F	Sepsis foco abdominal/LE	4		Piperacilina/Tazobactam
12	56	M	Exenteração pélvica total	2		Metronidazol
13	63	M	Linfoma grandes células/massa retroperitoneal	30		Meropenem/Vancomicina
14	59	F	Leucemia mieloide aguda /sepsis foco pulmonar	14		Meropenem/Vancomicina
15	68	F	gastrectomia parcial por neoplasia de duodeno	29	*KPC	Piperacilina/Tazobactam
16	50	M	Linfoma células do manto /sepsis foco pulmonar	14		Meropenem/Vancomicina
17	32	F	TU mama e TU gástrico	3		Ceftriaxona
18	61	M	Punção diagnóstica (neoplasia pulmonar)	2		Cefepima
19	29	M	Pneumonia (não oncológico)	3		Cefepima + Azitromicina
20	65	F	Carcinoma pulmonar pouco diferenciado / pós operatório	2		Cefepima + Azitromicina
21	71	F	Tromboembolismo artéria pulmonar (não oncológico)	2		Ceftriaxona

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 11 está representado, em porcentagens, o perfil clínico dos pacientes internados na UTI por tempo superior a 48 horas e que participaram do estudo. O perfil foi subdividido em: (a) pacientes com neoplasia sólida que se encontravam em momentos pré e pós-operatório, (b) pacientes que apresentavam neoplasia hematológica, (c) pacientes admitidos em UTI por sepsis e (d) pacientes que não apresentavam diagnóstico oncológico.

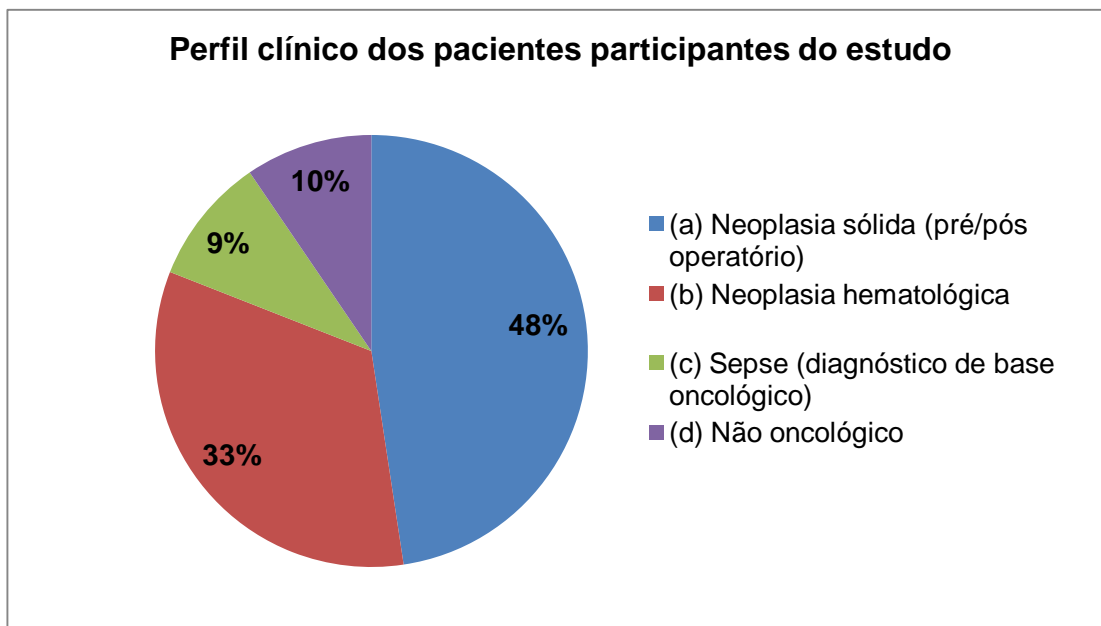


Figura 11 Perfil clínico dos pacientes participantes do estudo.

Fonte: Elaborada pela autora.

Na Figura 12 está o \log_{10} UFC da média dos valores das amostras do grupo álcool 70% (Figura 12A) e do grupo irradiado com UV-C (Figura 12B). Analisando os gráficos e comparando-se os resultados obtidos, pode-se dizer que os dois métodos mostraram-se efetivos na redução dos microrganismos. No entanto, o grupo irradiado com luz UV-C mostrou melhor resultado na inativação dos microrganismos.

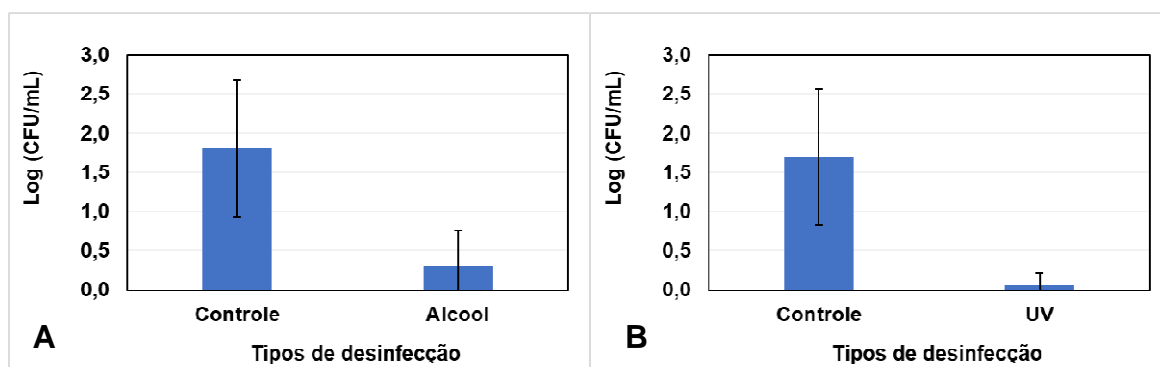


Figura 12 Log₁₀ UFC da média dos valores das amostras do grupo álcool 70% (A) e UV-C (B) (n=21). As barras indicam o log₁₀ de redução microbiana e as barras de erro indicam o desvio padrão.

Fonte: Elaborada pela autora.

Houve uma redução significativa em UFC após o uso do álcool 70%, com uma média das diferenças de 1,514 e um desvio padrão de 0,873 ($p < 0,001$) (Tabela

2) e pode-se afirmar que houve uma redução significativa em UFC após o uso do dispositivo UV-C, com uma média das diferenças de 1,633 e desvio padrão de 0,825 quando comparados ao grupo controle ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 2 Log₁₀ UFC para desinfecção com álcool (n=21)

Momento de desinfecção	Medidas				Valor p
	Média	Desvio Padrão	Média das Diferenças	Desvio Padrão das Diferenças	
Controle	1,806	0,871	1,514	0,873	<0,001
Álcool	0,292	0,467			

Teste t-pareado - significativo para $p < 0,05$.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 Log₁₀ UFC para desinfecção com UV- C (n=21)

Momento de desinfecção	Medidas				Valor p
	Média	Desvio Padrão	Média das Diferenças	Desvio Padrão das Diferenças	
Controle	1,693	0,867	1,633	0,825	<0,001
UV-C	0,0598	0,153			

Teste t-pareado - significativo para $p < 0,05$.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Tabela 4 observa-se os dados referentes à plotagem do gráfico apresentado na Figura 13, com uma média de inativação de 99,9% para as amostras do grupo irradiado com UV-C e 94,3% para o grupo álcool 70%. Embora os dois grupos tenham apresentado um bom desempenho na inativação dos microrganismos, houve uma diferença significativa entre os percentuais de redução das amostras dos grupos álcool 70% e luz UV-C (valor p 0,036) considerando resultado estatisticamente significativo para $p < 0,05$. Observa-se portanto neste grupo em estudo uma maior inativação através do uso da luz UV-C.

Tabela 4 Porcentagem de redução de UFC (n=21)

Tratamento	Média	Desvio Padrão	Mediana	Min	Max	Valor p
Álcool 70%	94,3	18,2	100	21	99	0,036
Luz UV-C	99,9	0,3	100	99	100	

Teste não paramétrico para amostras pareadas de Wilcoxon – significativo para $p < 0,05$.

Fonte: Elaborado pela autora.

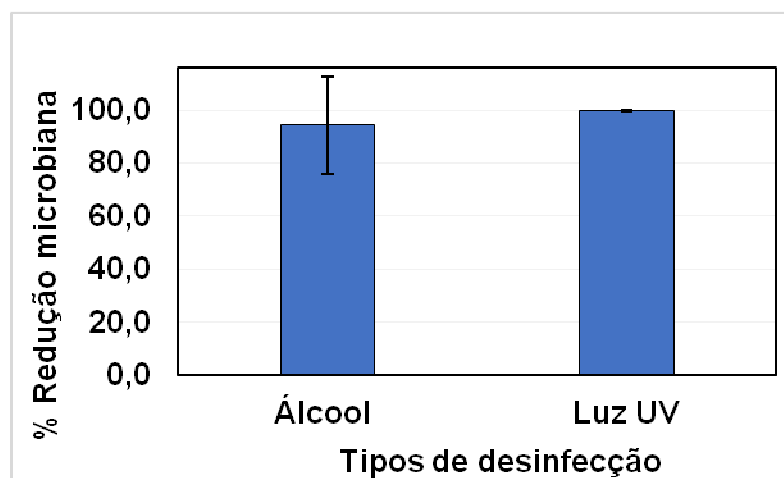


Figura 13 Média da comparação da porcentagem de redução microbiana nos grupos álcool 70% e irradiação UV-C (n=21). As barras indicam a porcentagem de redução microbiana e as barras de erro indicam o desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à classificação dos microrganismos, foi realizada a técnica de coloração de Gram. E como resultado, todos os microrganismos que cresceram nas placas após o uso da faixa de fisioterapia pelos pacientes foram identificados como cocos Gram-positivos.

5. Discussão

O objetivo desse estudo foi avaliar a eficácia e o desempenho da introdução de um novo método de desinfecção em ambiente hospitalar, utilizando a irradiação UV-C em um dispositivo portátil, de fácil aplicabilidade, sem contato direto com as superfícies a serem limpas, como uma nova opção de desinfecção de superfícies, impedindo as transmissões cruzadas durante os cuidados assistenciais aos pacientes.

O risco de adquirir infecções hospitalares tem sido um reconhecido problema para as UTI desde que essas unidades se tornaram amplamente estabelecidas há mais de 20 anos³⁸. A presença de microrganismos patogênicos no ambiente hospitalar pode estar relacionada ao fluxo de pacientes com diferentes tipos de

infecções e estes microrganismos podem ser transportados pelo ar por meio de partículas que são dispersas nos ambientes e superfícies. Assim, pacientes susceptíveis podem contraí-los através de contato direto ou indireto com esses patógenos.

Nos hospitais, as rotinas de limpeza e desinfecção das superfícies são realizadas de acordo com os protocolos de cada instituição. A frequência da limpeza bem como o tipo de substância a ser utilizada depende do risco clínico, da rotatividade dos pacientes e das características das superfícies³⁹. Vários estudos têm demonstrado que a limpeza ambiental costuma ser abaixo do ideal nos ambientes hospitalares, o que demonstra a existência de uma real necessidade de novos métodos de desinfecção que sejam efetivos, mas que também sejam seguros e práticos na introdução de uma nova rotina de limpeza.

Estudos envolvendo o uso da irradiação UV-C em ambiente hospitalar vêm sendo desenvolvidos com impacto positivo em seus desfechos, porém ainda existe uma lacuna no estudo de dispositivos portáteis com emissão de irradiação com luz UV-C contínua dentro do ambiente hospitalar. *Nerandzic* e colaboradores (2010) descreveram os efeitos de um sistema UV-C totalmente automatizado contra patógenos hospitalares utilizando um dispositivo de tecnologia de desinfecção ambiental inovadora e eficiente. Tal sistema reduziu significativamente as contaminações por *Clostridium difficile*, *Enterococcus resistente à vancomicina (VRE)* e *Staphylococcus resistente à meticilina (MRSA)* em superfícies hospitalares habitualmente tocadas⁴⁰. Porém, o sistema UV-C utilizado neste estudo foi descrito como uma câmara, ou seja, um dispositivo não portátil, que pode ser limitante no processo de desinfecção, diferindo do dispositivo avaliado no presente estudo.

Em 2017, *Correa* e colaboradores avaliaram a eficácia da inativação de microrganismos *in vitro* utilizando o mesmo dispositivo avaliado no presente estudo, com resultados positivos³⁷. O protocolo de desinfecção utilizado foi o mesmo utilizado neste estudo, com 60 segundos de exposição do dispositivo com irradiação UV-C, à uma distância de 1 cm entre o dispositivo e a superfície irradiada. Foi obtido um fator significativo de redução de 6,7 log₁₀ para *Streptococcus mutans* e *Candida albicans* e 6,5 log₁₀ para *Staphylococcus aureus*³⁷.

No presente estudo, a desinfecção com o dispositivo de irradiação UV-C mostrou-se superior ao atual método de desinfecção utilizado na UTI do HAC, o

álcool 70%. No tempo e modo utilizados, o dispositivo de irradiação UV-C foi capaz de eliminar a maioria dos microrganismos e garantiu a desinfecção da faixa usada no tratamento fisioterápico.

A eficácia da luz UV-C depende da intensidade e do tempo de irradiação devido à particularidade de cada microrganismo. Um tempo de 60 segundos de irradiação foi suficiente para a inativação dos microrganismos encontrados. A escolha da dose de luz entregue e do tempo de iluminação utilizado foi baseada em um estudo descrito na literatura³⁷. Esse tempo de iluminação garante uma redução microbiana eficiente, além de garantir a praticidade desta aplicação por um curto tempo de exposição. Este resultado eficiente em curto tempo de exposição indica a possibilidade do uso desse dispositivo com sucesso nas práticas hospitalares para auxiliar na desinfecção e esterilização de superfícies.

Embora nesse estudo o tempo despendido para a realização da desinfecção não tenha sido o foco de comparação entre o método convencional e a luz UV-C, pôde-se observar uma otimização da função durante a irradiação com o dispositivo estudado, no qual 60 segundos de varredura foram suficientes para inativação dos microrganismos. *Resendiz e colaboradores (2019)* analisaram a introdução de uma cabine de emissão de irradiação UV-C em um hospital em Honolulu, HI, avaliando a desinfecção de dispositivos de uso diário pela equipe. Os autores compararam a irradiação UV-C com a desinfecção química habitual no serviço, e não foram encontradas diferenças entre os dois métodos de desinfecção, porém concluíram que após a implementação do equipamento no serviço, o tempo médio de limpeza foi reduzido em 43%⁴¹. *Umezawa e colaboradores (2012)* demonstraram em seu estudo que o efeito de desinfecção utilizando um dispositivo portátil de luz UV-C reduziu pela metade o número de horas de trabalho em comparação com o tempo necessário para a desinfecção manual usando a fricção de lenços com álcool 70%²².

Durante a rotina diária de atendimento fisioterapêutico na UTI do HAC, a desinfecção convencional padrão com álcool 70% antes e após o uso da faixa utilizada durante os exercícios leva um tempo estimado em cerca 3 a 5 minutos. Considerando que a desinfecção com o dispositivo portátil de luz UV-C em estudo, se for aplicada na faixa toda, o tempo estimado para sua realização pode ser maior do que o tempo para realizar a desinfecção com álcool 70%, porém deve-se levar em consideração a superioridade atingida com o dispositivo de irradiação UV-C.

O tempo médio de internação dos pacientes na UTI durante o período do estudo foi de 8,7 dias, que representa um tempo consideravelmente extenso para a permanência em um ambiente potencialmente patogênico. Dos 21 pacientes selecionados para esse estudo, 4 encontravam-se em isolamento de contato por bactérias multiresistentes. O perfil clínico dos participantes deste estudo foi de pacientes em sua maioria oncológicos, condição que geralmente os deixa mais suscetíveis a desenvolver algum processo infeccioso após contato com agente patogênico, já que esses pacientes têm maior chance de apresentarem baixa imunidade devido aos tratamentos mais agressivos aos quais são submetidos.

Além disso, a UTI é considerada o setor hospitalar mais caro. O custo total por paciente na UTI depende, em grande parte, da gravidade da doença e do tempo de permanência na UTI (TP-UTI)^{42,43}. *Nangino* e colaboradores (2012) calcularam o impacto financeiro de infecções nosocomiais na UTI em um hospital beneficente no estado de Minas Gerais, Brasil. Para os pacientes com infecção na UTI, os autores relataram maior TP-UTI, maior gasto por paciente e maior gasto diário, comparados a pacientes sem infecção⁴⁴.

Um estudo conduzido no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina, em 2017, apontou que o custo total mediano por paciente internado foi de US\$ 5,945.98 (US\$ 3,831.98 a US\$ 10,073,41), com tempo médio de internação hospitalar de 16 dias⁴⁵. Outro estudo em dois hospitais de Joinville, SC, sendo um hospital público e o outro um hospital privado, mostrou que o custo médio diário da internação em UTI para pacientes com sepse foi de US\$ 960,00⁴⁶.

Esses estudos mostram que um paciente internado em UTI no Brasil é um paciente caro, e que o fator infecção encarece ainda mais o tratamento, com altos custos para o setor de saúde pública, com uma real necessidade de intervenções vigorosas na prevenção das IRAS que tem como patógenos mais comuns o *Clostridium difficile* e as bactérias “ESKAPE” (*Enterococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterobacteriaceae*)^{47,48}. Muitas dessas bactérias exibem resistência antimicrobiana e podem causar infecções da corrente sanguínea, trato urinário, pneumonia grave e infecção do local cirúrgico.

As bactérias Gram-positivas, especialmente os cocos, presentes em todas as amostras analisadas após o uso da faixa pelos pacientes participantes desse

estudo, estão entre os microrganismos mais frequentemente isolados em amostras biológicas humanas em laboratórios de microbiologia⁴⁹. Também estão entre os agentes mais comuns nas infecções nosocomiais. Algumas bactérias podem ser encontradas na microbiota normal da pele humana e os estafilococos estão entre os patógenos mais frequentemente relacionados a enfermidades humanas como por exemplo, a bactéria *Staphylococcus aureus* que é considerada o patógeno humano mais importante entre os estafilococos, colonizando de 20 a 40% dos adultos.

Existem patógenos cocos Gram-positivos associados à alguns tipos específicos de infecções como *Staphylococcus epidermidis*, que pode ser encontrada na pele, no sangue e em feridas cirúrgicas, e está associada à infecção de cateteres endovenosos, e *Staphylococcus hominis* que é encontrada na pele humana, mas em indivíduos imunodeprimidos pode ser causa de bacteremia, e a *S. aureus* que é encontrada entre os agentes etiológicos mais comuns na infecção de sítio cirúrgico⁵⁰.

Neste estudo, o gênero e a espécie dos microrganismos não foram identificados, mas constatou-se a presença e transmissão destes microrganismos cocos Gram-positivos para a faixa de fisioterapia pelo simples fato de o paciente segurá-la por alguns poucos minutos, e o dispositivo de irradiação UV-C avaliado neste estudo foi efetivo em inativar 99,9% dessas bactérias.

Com o objetivo de atuar intimamente na erradicação do risco de transmissão e infecção na prática hospitalar, novos métodos como os dispositivos de desinfecção com UV-C estão sendo continuamente otimizados. Embora sua eficácia como germicida já esteja bem estabelecida na literatura^{17,18,19}, a desinfecção por UV-C não tem sido investigada como uma alternativa à desinfecção química, mas sim como um complemento a esse processo. O procedimento de desinfecção da superfície mostrou uma redução eficiente dos microrganismos encontrados, indicando que o dispositivo UV-C avaliado neste estudo é um método possível para ser aplicado em superfícies em conjunto com os procedimentos de desinfecção hospitalar padrão.

Portanto, esse estudo demonstrou que a tecnologia de desinfecção por UV-C foi eficaz em reduzir a carga microbiana na superfície da faixa utilizada no ambiente hospitalar, podendo ser introduzida como uma opção segura e prática. Com isso, a desinfecção por UV-C pode auxiliar na melhoria do controle das transmissões de microrganismos das superfícies de equipamentos de uso diário pela equipe médica,

além de mobiliários em ambiente hospitalar. E, assim, pode ser um recurso que venha a contribuir para a economia dos gastos com infecções dentro do ambiente hospitalar.

6. Conclusões

Este estudo mostrou que é possível realizar com eficácia a redução microbiana na faixa de fisioterapia através da utilização do presente dispositivo de UV-C. Diante do demonstrado, o dispositivo avaliado neste estudo pode ter uma importante participação em ambiente hospitalar, e ser utilizado em diversas superfícies de serviços de saúde que podem ser veículos de microrganismos em infecções hospitalares.

A desinfecção pela irradiação UV-C é uma solução econômica, de fácil manejo, não invasiva, sem efeitos ambientais adversos que pode ser usado para melhorar as áreas contaminadas que recebem um grande fluxo de pacientes. Esses resultados promissores podem ser um passo à frente na desinfecção de superfícies hospitalares com uma abordagem inovadora.

Mais estudos em ambientes hospitalares são necessários para avaliar se diferentes tempos de exposição à luz UV-C assegurariam bons resultados em variados tipos de superfícies e microrganismos, como por exemplo, em bactérias com resistência antimicrobiana.

7. Referências bibliográficas

1. T Pinock et al. Bundling hand hygiene interventions and measurement to decrease health care-associated infections / American Journal of Infection Control 40 (2012) S18-S27.
2. MG Schmidt. et al. In situ evaluation of a persistent disinfectant provides continuous decontamination within the clinical environment. American Journal of Infection Control 47 (2019) 732-734
3. D.M. Guerrero et al. Acquisition of spores on gloved hands after contact with the skin of patients with *Clostridium difficile* infection and with environmental surfaces in their rooms. American Journal of Infection Control 40 (2012) 556-8
4. Costa, MM. Efeitos de um ciclo de melhoria da qualidade nacional aplicado à estruturação das ações de prevenção das infecções relacionadas à assistência à saúde em hospitais brasileiros. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Gestão da Qualidade em Serviços da Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN), 2016.
5. WHO, World Health Organization. Health care-associated infections Fact Sheet. 2014. Disponível em https://www.who.int/gpsc/country_work/gpsc_ccisc_fact_sheet_en.pdf . Acesso em: 20 nov. 2019.
6. Roberts RR, Hota B, Ahmad I, Scott RD, Foster SD, Abbasi F, et al. Hospital and societal costs of antimicrobial-resistant infections in a Chicago teaching hospital: implications for antibiotic stewardship. Clin Infect Dis. 2009;49(8):1175-84.
7. Scott RD. The direct medical costs of Healthcare-Associated Infections in U.S. hospitals and the benefits of prevention. Atlanta: Division of Healthcare Quality Promotion National Center for Preparedness; 2009.
8. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa nacional de prevenção e controle de infecções relacionadas à assistência à saúde (2016-2020)
9. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Assistência Segura: Uma Reflexão Teórica Aplicada à Prática. Disponível em: http://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/images/documentos/livros/Livro1-Assistencia_Segura.pdf
10. Zehuri M, Auditoria em saúde: controle das IRAS, economia, higienização das mãos e antimicrobianos. Revista Saúde e Desenvolvimento| vol.12, n.10, 2018
11. Allegranzi B, BagheriNejad S, Combescure C, Graafmans W, Attar H, Donaldson L, et al. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. Lancet. 2011;377(9761):228-41
12. Padoveze MC, Fortaleza C Magno CB. Healthcare Associated Infections: challenges to public health in Brazil. Rev Saúde Pública 2014;48(6):995-1001
13. Dancer, SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of environment and new technologies for decontamination. Clin Microbiol Rev. 2014;27(4):665-690.
14. CJ Donskey, Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? American Journal of Infection Control 41 (2013) S12-S19

15. Dancer SJ. 2011. Hospital Cleaning in the 21st Century. *Euro. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 30:1473–1481.
16. M.D. Accolti et al. Effective elimination of Staphylococcal contamination from hospital surfaces by a bacteriophage-probiotic sanitation strategy: a monocentric study. *Microbial biotechnology* 2019; 742-751.
17. J.M. Boyce, Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control* 2016;5:10
18. Memarzadeh F, Olmsted RN, Bartley JM. 2010. Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: effective adjunct, but not stand-alone technology. *Am. J. Infect. Control* 38:S13– S24.
19. Kowalski W. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection*. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag Berlin, 2009; pp. 1–501.
20. Owens MU et al, High-dose ultraviolet C light inactivates spores of *Bacillus subtilis* var. Níger and *Bacillus Anthracis* Sterne on non-reflective surfaces. *Appl Biosafety* (2005) 10:240-7.
21. ANVISA, Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº2, 8 de janeiro de 2003, pag 5.
22. Umezawa, K. et al., A comparative study of the bactericidal activity and daily disinfection housekeeping surfaces by a new portable pulsed UV radiation device. *CurrMicrobiol* (2012) 64:581-587.
23. Keyser, M., Muller, I. A., Cilliers, F. P., Nel, W., & Gouws, P. A. (2008). Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(3), 348–354,
24. Sastry, S. K.; Datta, A. K.; Worob, R. W. Ultraviolet Light. *Journal of food science*, v. 65, n. s8, p. 90-92, 2000.
25. F. Barbut. How to eradicate *Clostridium difficile* from the environment. *Journal of Hospital Infection* 89 (2015) 287-295
26. Weber DJ, Anderson D, Rutala WA. The role of the surface environment in healthcare associated infections. Vol 26, n 4, 2013
27. Braz, P.R.P.; Martins, J.O.S.O.L.; Junior, G.V. Atuação do fisioterapeuta nas unidades de terapia intensiva da cidade de anápolis. *Anuário de Produção Acadêmica Docente*, v.3, n.4, p.119- 129, 2009
28. Nozawa, E. et al. Perfil de fisioterapeutas brasileiros que atuam em unidades de terapia intensiva. *Fisioterapia e Pesquisa*, v.15, n.2, p.177-182, 2008.
29. Borges, V.M. et al. Fisioterapia motora em pacientes adultos em terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v.21, n.4, p.446-452, 2009.
30. Jerre, G. et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v.19, n.3, p.399-407, 2007.
31. Chen K-H, Chen L-R, Wang Y-K. Contamination of medical charts: an important source of potential infection in hospitals. *PLoSOne*. 2014; 9(2):e78512.
32. Nogueira LS, Koike KM, Sardinha DS, Padilha KG, Sousa RM. Nursing workload in public and private intensive care units. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013;25(3):225-232
33. Kılıç M, Yüzkat N, Soyalp C, Gülhaş N. Cost Analysis on Intensive Care Unit Costs Based on the Length of Stay. *Turk J Anaesthesiol Reanim* 2019; 47(2): 142-5.

34. Halpern NA, Pastores SM. Critical care medicine in the United States 2000-2005: an analysis of bed numbers, occupancy rates, payer mix, and costs. *Crit Care Med* 2010;38(1):65-71.
35. Fernandes HS, Silva E, Capone Neto A e col. Gestão em terapia intensiva: conceitos e inovações. *Rev Bras Clin Med*. São Paulo, 2011 mar-abr;9(2):129-37
36. Talmor D, Greenberg D, Howell MD, et al. The costs and cost effectiveness of an integrated sepsis treatment protocol. *Crit Care Med* 2008;36(4):1168-74
37. Corrêa, TQ., Blanco, KC, Inada, NM, Hortenci, MF, Costa, AA, Silva, ES, Gimenes, PPC, Pompeu, S, Silva, RLH, Figueiredo, WM, Bagnato, VS. Manual Operated Ultraviolet Surface Decontamination for Healthcare Environments. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.35, p.666-671, 2017.
38. Carling, PC. et al, Intensive care unit environmental cleaning: an evaluation in sixteen hospital using a novel assessment tool. *Journal of Hospital Infection* (2008) 68, 39-44
39. Dancer, SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of environment and new technologies for decontamination. *Clin Microbiol Rev*. 2014;27(4):665-690.
40. Nerandzic MM, Cadnum JL, Pultz MJ, Donskey CJ. 2010. Evaluation of an automated ultraviolet radiation device for decontamination of *Clostridium difficile* and other healthcare-associated pathogens in hospital rooms. *BMC Infect. Dis*. 10:197.
41. Resendiz M, Comparative effectiveness of rapid-cycle ultraviolet decontamination to chemical decontamination on high-touch communication devices. *American Journal of Infection Control*, 2019; Volume 47, Issue 9, Pages 1135–1139.
42. Teres D, Rapoport J, Lemeshow S, Kim S, Akhras K. Effects of severity of illness on resource use by survivors and nonsurvivors of severe sepsis at intensive care unit admission. *Crit Care Med*. 2002;30(11):2413-9.
43. Moerer O, Schmid A, Hofmann M, Herklotz A, Reinhart K, Werdan K, et al. Direct costs of severe sepsis in three German intensive care units based on retrospective electronic patient record analysis of resource use. *Intensive Care Med*. 2002;28(10):1440-6
44. Nangino GO, Oliveira CD, Correia PC, Machado NM, Dias AT. Financial impact of nosocomial infections in the intensive care units of a charitable hospital in Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(4):357-61.
45. Urizzi F, et al. Caring for critically ill patients outside intensive care units due to full units: a cohort study. *Clinical Science*. 2017;72(9):568-574
46. Koenig A, Picon PD, Feijó J, Silva E, Westphal GA. Estimativa do impacto econômico da implantação de um protocolo hospitalar para detecção e tratamento precoce de sepse grave em hospitais públicos e privados do sul do Brasil. *Ver Bras Ter Intensiva*. 2010;22(3):213-219.
47. Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, Beldavs ZG, Dumyati G, Kainer MA, et al. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections. *N Engl J Med*. (2014) 370:1198–208.
48. Magill SS, O’Leary E, Janelle SJ, Thompson DL, Dumyati G, Nadle J, et al. Changes in prevalence of health care-associated infections in U.S. Hospitals. *N Engl J Med*. (2018) 379:1732–44.

49. Kloss WE & Bannerman TL. *Staphylococcus* and *Micrococcus*. In: Manual of clinical microbiology. Editor in Chief Murray PR. 9th ed. Washington: ASM Press; 2007.
50. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde. 2004.

8. Termo de consentimento livre e esclarecido

Declaro, por meio deste termo, que concordei em participar da pesquisa intitulada **Desinfecção em ambiente hospitalar por ação fotônica: solução prática e econômica para o sistema público de saúde**, desenvolvida pela fisioterapeuta Mariana de Cássia Artuni Rossi. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pela Dra Ana Gabriela Sálvio, a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário, através do telefone nº (14 – 981111121) ou pelo e-mail mariartuni@hotmail.com. Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos do estudo, que, em linhas gerais é a comparação entre o método de limpeza e desinfecção convencional dos objetos utilizados no atendimento fisioterapêutico no ambiente de terapia intensiva e o método de desinfecção em estudo, ou seja, por irradiação ultravioleta C (UV-C). Fui informado de que não há riscos em participar dessa pesquisa, já que estarei sendo submetido ao atendimento fisioterapêutico convencional que já é realizado como rotina nesse serviço conforme prescrição médica, sendo explicado também que o método de desinfecção convencional, que já é utilizado antes e após o atendimento na rotina do setor, será também realizado após o uso do dispositivo de irradiação UV-C em estudo. Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas estão submetidos às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Minha colaboração se fará de forma anônima, a ser gravada a partir da assinatura desta autorização. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pela pesquisadora e/ou sua orientadora. Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos. Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

Assinatura do(a) testemunha(a): _____

Jaú, ____ de _____ de 20____

Pesquisadora: Mariana de Cássia Artuni Rossi

Endereço: Rua João Batista Danieletto, 80 – Bocaina/SP

Email: mariartuni@hotmail.com / tel: 14 – 98111.1121

Orientadora: Ana Gabriela Salvio

Endereço: Rua Dona Silvéria, 150 – Jau/SP

Email: gasalvio@hotmail.com / tel: 14 – 99708.7397