



Ministério da Educação
Universidade Federal do Rio Grande
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde



**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM
UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL E O USO DA
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA PREVENÇÃO DE
DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E
ALIMENTAR**

Clarice Lages De La Rocha

Rio Grande, 2025

Ficha Catalográfica

R672a Rocha, Clarice Lages De La.
Avaliação da segurança dos alimentos em um restaurante institucional e o uso da radiação ultravioleta na prevenção de doenças de transmissão hídrica e alimentar / Clarice Lages De La Rocha. – 2025.
77 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Rio Grande/RS, 2025.
Orientadora: Dra. Daniela Fernandes Ramos.

1. Desinfecção de superfícies 2. Restaurante Universitário
3. Análises Microbiológicas 4. UVC 5. Descontaminação I. Ramos, Daniela Fernandes II. Título.

CDU 664:579

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344



Ministério da Educação
Universidade Federal do Rio Grande
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde



**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM
UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL E O USO DA
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA PREVENÇÃO DE
DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E
ALIMENTAR**

Clarice Lages De La Rocha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Daniela Fernandes Ramos

Rio Grande, 2025

Clarice Lages De La Rocha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM
UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL E O USO DA
RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA PREVENÇÃO DE
DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E
ALIMENTAR**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eneo Alves da Silva Jr.

Prof(a). Dr(a). Ana Paula de Souza Votto

Prof. Dr. Flávio M. R. da Silva (Suplente)

AGRADECIMENTO

Agradeço todas oportunidades, pois elas me fazem crescer, sejam elas quais forem! Todas as experiências que pude vivenciar sempre acrescentam sabor na minha vida! O mestrado não foi diferente. Tive que aprender muita coisa, inclusive Inglês, e que façanha!!! Portanto, agradeço o conhecimento. Tive que aprender a dividir o tempo, por isso agradeço a chance de aprender a priorizar. Tive a possibilidade de descobrir belas pessoas pelo caminho, sendo assim agradeço o carinho recebido. Tive o receio de estar fazendo tudo errado, no entanto agradeço a perspectiva de descobrir coisas novas. Enfim, tenho muito agradecer, mas, sem dúvida, foi a paciência e a dedicação da minha orientadora que me deram esperança em seguir. Obrigada por ter acreditado em mim!

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 7 |
| LISTA DE TABELAS | 11 |
| LISTA DE FIGURAS | 12 |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | 13 |
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO | 17 |
| 2.1 Segurança Alimentar e Nutricional e Segurança dos Alimentos: panorama mundial e nacional | 17 |
| 2.1.1 Alimentação Institucional: Programa Restaurante Universitário | 19 |
| 2.2 Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar | 20 |
| 2.3 Superfícies de contato direto e indireto com os alimentos | 25 |
| 2.4 Boas Práticas e Legislação para Serviços de Alimentação | 27 |
| 2.4.1 Desinfecção de superfícies de contato com o s alimentos | 29 |
| 3 REFERÊNCIAS | 32 |
| 4 MANUSCRITO 1 | 42 |
| 5 MANUSCRITO 2 | 60 |
| 6 CONCLUSÃO | 78 |

RESUMO

Rocha, C. L. D. L. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS EM UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL E O USO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR. Orientador(a): Daniela Fernandes Ramos. 2025. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2025.

Tendo em vista a importância da alimentação na vida humana e a preocupação mundial quanto a segurança alimentar é elementar compreender como as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) ainda causam grandes preocupações, mesmo com tantos avanços científicos. O programa Restaurante Universitário (RU) objetiva a oferta de uma alimentação subsidiada, de qualidade, nutricionalmente balanceada e segura a estudantes de nível superior. O impacto das DTHA nos RU, considerados serviços de alimentação, instigam a necessidade de desenvolver mecanismos de controle de qualidade desde a produção até a distribuição dos alimentos preparados. Ferramentas como o *checklist* de boas práticas, análises microbiológicas e métodos de controle microbiológicos podem traçar um perfil higiênico-sanitário do serviço. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a contaminação em um RU do sul do Brasil, através de ferramentas de qualidade sobre a condição higiênico-sanitária para serviços de alimentação e propor o desenvolvimento de uma estratégia inovadora na descontaminação de superfícies de contato direto e indireto com os alimentos na prevenção de DTHA, utilizando a radiação ultravioleta tipo C (UV-C). Primeiramente, foram realizadas análises do perfil higiênico-sanitário do RU, através de duas ferramentas de qualidade: análises microbiológicas da qualidade do ar, superfícies e alimentos, concomitantemente aplicação de um *checklist*, sendo, posteriormente, avaliado o potencial de um dispositivo portátil com radiação UV-C em descontaminar superfícies contaminadas experimentalmente. Os resultados encontrados na primeira etapa do estudo, quanto as análises microbiológicas dos 40 pontos de verificação elencados, demonstraram um nível de contaminação em 42,5% das amostras, com destaque para amostras que apresentaram, além de coliformes totais e termotolerantes, microrganismos potencialmente patogênicos como *Staphylococcus aureus* e *Shigella sp.* Destacamos, ainda, diversas contaminações que poderiam estar associadas a transmissão cruzada, falhas nas condutas de higiene dos manipuladores, e matéria-prima e/ou alimentos contaminados. O *checklist* evidenciou um índice de *conformidade* de 78%, porém, com algumas fragilidades em relação a diferentes áreas do

RU, tais como: Área de recepção de matéria-prima, de cocção, de distribuição de refeições, de pré-preparo e de higienização, bem como, equipamentos de proteção individual e alimentos. Partindo destes dados iniciais, foram realizados experimentos laboratoriais contaminando com *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* e *S. aureus*, três tipos de materiais representativos dos utensílios e equipamentos utilizados no RU, e submetendo-os a doses de 4.7 a 423 mJ/cm² de UV-C em 1, 2, 9 e 90 segundos a uma distância de 48 mm da superfície através de um dispositivo portátil de descontaminação. Desta forma, houve completa inativação bacteriana em relação as contaminações do inox, plástico rígido e flexível, quando utilizada dose igual ou superior a 9,4 mJ/cm² de UV-C. Estes resultados indicam que o dispositivo portátil poderia ser uma importante estratégia de descontaminação para superfícies de contato direto e indireto com os alimentos, que conjuntamente com outras ferramentas como avaliações periódicas das condições higienico-sanitárias através de análises microbiológicas em conjunto com o *checklist* favoreceriam na previsão e redução de DTHA em ambientes de alimentação tais como os RUs.

Palavras-chave: Desinfecção de superfícies. Restaurante Universitário. Análises Microbiológicas. UVC. Descontaminação.

ABSTRACT

Rocha, C. L. D. L. EVALUATION OF FOOD SAFETY IN AN INSTITUTIONAL RESTAURANT AND THE USE OF ULTRAVIOLET RADIATION IN THE PREVENTION OF WATERBORNE AND FOODBORNE DISEASES. Advisor: Daniela Fernandes Ramos. 2025. 79 p. Dissertation (Master's in Health Sciences) – School of Medicine, Federal University of Rio Grande, Rio Grande, 2025.

Given the importance of food in human life and the global concern regarding food safety, it is essential to understand how Waterborne and Foodborne Diseases (WTDs) still cause great concern, even with so many scientific advances. The University Restaurant (UR) program aims to offer subsidized, high-quality, nutritionally balanced and safe food to higher education students. The impact of WTDs on URs, considered food services, instigates the need to develop quality control mechanisms from the production to the distribution of prepared food. Tools such as the good practice checklist, microbiological analyses and microbiological control methods can outline a hygienic-sanitary profile of the service. Therefore, the objective of this study was to evaluate contamination in a UR in southern Brazil, through quality tools on the hygienic-sanitary condition for food services and to propose the development of an innovative strategy for the decontamination of surfaces in direct and indirect contact with food in order to prevent WTDs, using ultraviolet radiation type C (UV-C). First, analyses of the RU's hygienic-sanitary profile were performed using two quality tools: microbiological analyses of air, surface and food quality, and concomitant application of a checklist. Subsequently, the potential of a portable device with UV-C radiation to decontaminate experimentally contaminated surfaces was assessed. The results found in the first stage of the study, regarding the microbiological analyses of the 40 checkpoints listed, demonstrated a contamination level in 42.5% of the samples, with emphasis on samples that presented, in addition to total and thermotolerant coliforms, potentially pathogenic microorganisms such as *Staphylococcus aureus* and *Shigella* sp. We also highlight several contaminations that could be associated with cross-transmission, failures in the hygiene practices of handlers, and contaminated raw material and/or food. The checklist showed a compliance rate of 78%, but with some weaknesses in relation to different areas of the UR, such as: raw material reception area, cooking area, meal distribution area, pre-preparation area and sanitation area, as well as personal protective equipment and food. Based on these initial data, laboratory experiments were carried out contaminating three

types of materials representative of the utensils and equipment used in the UR with *Salmonella* sp., *Escherichia coli* and *S. aureus*, and subjecting them to doses of 4.7 to 423 mJ/cm² of UV-C for 1, 2, 9 and 90 seconds at a distance of 48 mm from the surface using a portable decontamination device. Thus, there was complete bacterial inactivation in relation to contamination of stainless steel, rigid and flexible plastic, when a dose equal to or greater than 9.4 mJ/cm² of UV-C was used. These results indicate that the portable device could be an important decontamination strategy for surfaces in direct and indirect contact with food, which together with other tools such as periodic assessments of hygienic-sanitary conditions through microbiological analyses together with the checklist would favor the prediction and reduction of DTHA in food environments such as URs.

Keywords: Surface disinfection. University restaurant. Microbiological analysis. UVC. Decontamination.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Perfil epidemiológico de surtos de DTHA no Brasil..... | 21 |
|--|----|

MANUSCRITO 1

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Identificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Shighella</i> e/ou <i>Samonella</i> e quantificação de mesófilos aeróbios totais das amostras identificadas em equipamentos e utensílios coletados no RU-CCMAR de Rio Grande – RS, durante o período de 20 dias (UFC/cm ²)..... | 51 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| Tabela 2 – Identificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Shighella</i> e <i>Samonella</i> e quantificação de mesófilos aeróbios totais das amostras de alimentos coletadas no RU-CCMAR de Rio Grande – RS, durante o período de 20 dias (UFC/g)..... | 52 |
|---|----|

MANUSCRITO 2

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Avaliação da atividade antimicrobiana do dispositivo portátil com radiação UV-C (mJ/cm ²) em três superfícies diferentes, frente a três bactérias, considerando a média ± desvio padrão (DP) de UFC para cada superfície contaminada em cada grupo experimental..... | 69 |
|--|----|

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de transmissão da *E. coli* na DTHA.....23

MANUSCRITO 1

Figura 1 – Planta baixa numerada da Cozinha.....49

Figura 2 – Planta baixa numerada do Refeitório.....50

MANUSCRITO 2

Figura 1 – Desenho esquemático do dispositivo portátil.....68

Figura 2 – Contagem de microrganismos (UFC) antes e após uso do dispositivo portátil com UV-C em diferentes tempos em cada material analisado (16 cm²).....70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPF – Boas Práticas de Fabricação

CCMAR – Centro de Convívio dos Meninos do Mar

CDC – Centro de Controle e Prevenção de Doenças

CONSEA – Conselho Nacional de Segurança Alimentar

DTHA – Doença de transmissão Hídrica e Alimentar

EFSA – *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FDA – *Food and Drug Administration* (Administração de Alimentos e Medicamentos)

IFES – Instituições Federais de Ensino Superior

ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PNAES – Programa Nacional de Assistência do Ensino Superior

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RU – Restaurante Universitário

SAN – Segurança Alimentar e nutricional

UFC – Unidades Formadoras de Colônias

UV – Ultravioleta

UV-C – Ultravioleta tipo C

1 INTRODUÇÃO

A alimentação sempre desempenhou um papel central na vida humana, sendo um dos principais fatores de sobrevivência e desenvolvimento das civilizações. No entanto, ao longo da história, a forma como os alimentos foram produzidos, preparados e consumidos evoluiu de maneira significativa, impactando diretamente a saúde das populações (CASCUDO, 2011).

A contaminação alimentar continua sendo uma grande preocupação, mesmo com os avanços tecnológicos, tanto nos países desenvolvidos, onde há uma crescente preocupação com a segurança alimentar e o rastreamento de alimentos, quanto em outras partes do mundo, especialmente em regiões com infraestrutura precária, onde os problemas relacionados à falta de higiene alimentar são comuns (SEIXAS E MUTTONI, 2020). Isso acarreta a disseminação de doenças, pois dentre os fatores de risco podemos descrever o aumento gradativo das populações, a presença de grupos populacionais suscetíveis ou mais evidenciados, o sistema desorganizado de urbanização e a demanda de produção de alimentos em maior proporção.

Da mesma forma, o falho controle dos órgãos públicos e privados relativo a qualidade dos alimentos oferecido a população, ampliado de outros elementos, tais como o aumento da oferta de alimentos destinados ao pronto consumo coletivo – *fast foods*, a ingesta de alimentos em vias públicas, o uso de novas maneiras de produção, a maior utilização de aditivos e a modificação de hábitos alimentares, sem deixar de pontuar as mudanças ambientais, a globalização e a praticidade atual de locomoção da população, até mesmo à nível internacional, favorece a dispersão de doenças, aumentando a ocorrência das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) (Brasil, 2010a).

Dito isto, faz-se necessária a prevenção das DTHA, muito além de acesso e garantia de alimentos saudáveis, mas a busca por uma alimentação colaborativa de segurança alimentar e nutricional sustentável. Portanto, *Segurança Alimentar e Nutricional* (SAN) é definida como o acesso garantido a alimentos suficientes e adequados, enquanto que *Segurança dos Alimentos* é garantir que os alimentos disponíveis sejam seguros para o consumo, pois alimentos contaminados ou inseguros comprometem a SAN, já que afetam a saúde das pessoas e a credibilidade dos diversos atores por ela responsáveis (NITZKE ET AL., 2012).

A agenda 2030 com suas metas para o Desenvolvimento Sustentável, impulsiona

ações de organizações internacionais, governos e indústrias alimentares, a fim de colaborar e promover práticas seguras ao longo de toda a cadeia alimentar, desde a produção até o consumo final. Para enfrentar os desafios atuais relacionados à contaminação hídrica e alimentar, é fundamental que as políticas públicas invistam em subsídios para a SAN com ampliação de programas que visem o acesso a alimentos seguros. O Programa Nacional de Assistência do Ensino Superior (PNAES) tem legislação própria com a finalidade de democratizar e garantir as condições de permanência de estudantes na educação pública federal. Para tanto conta com o programa Restaurante Universitário (RU) que visa assistência alimentar estudantil nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) com a finalidade de promover e garantir a segurança alimentar e nutricional e dispor de espaços adequados para a oferta e o consumo de alimentos seguros.

O RU é considerado um serviço de alimentação e segue a legislação nacional e os cuidados relativos ao controle higiênico-sanitário na produção de alimentos prevenindo assim as DTHA. Cabe destacar, ainda, que a distribuição dos surtos de DTHA, por local de ocorrência, no Brasil, de 2014 a 2023, demonstrou que os locais que produzem refeições e distribuem, como os restaurantes e serviços de alimentação, são responsáveis por 14,6% das ocorrências, ocupando o segundo lugar (Brasil, 2024a).

A população brasileira é acometida pelas DTHA mais frequentemente do que se quantifica tecnicamente e a existência de dificuldades nos registros de casos inconclusivos ou inconsistentes, e ainda as subnotificações, ocultam parte deste problema (Brasil, 2010a). Toda via, o adoecimento da população não se julga apenas por motivos isolados, mas pela multiplicidade de fatores de risco e ausência de hábitos adequados de saúde. Os agentes causais e, principalmente os fatores de risco, resultam em um número significativo de possibilidades para a ocorrência de infecções ou intoxicações que podem apresentar-se na forma crônica ou aguda, com características de surto ou de casos isolados, com distribuição localizada ou disseminada e com formas clínicas diversas.

Atualmente a emergência das DTHA afeta um terço da população mundial, mais de 250 tipos de doenças são conhecidas e diversos fatores contribuem para isso (Stein & Chirilã, 2017). Um dos fatores da área alimentar que contribuem na contaminação dos alimentos, são superfícies de contato direto e indireto com os alimentos que podem ser de vários tipos de materiais. Assim, superfícies que com o uso, o tempo e o desgaste, formam fendas e rachaduras acumulam mais facilmente matéria orgânica e umidade causando a proliferação de microrganismos e dificultando a ação dos desinfetantes penetrarem nessas

áreas, tornando-as focos de contaminação persistente (Hartmann et al., 2022).

Por outro lado, a higiene inadequada destas superfícies, também, pode favorecer o depósito de resíduos alimentares, e contribui para a multiplicação de microrganismos. A desinfecção eficaz das superfícies que entram em contato com os alimentos torna-se, portanto, crucial para a SAN. Com o avanço da ciência, novas tecnologias têm sido desenvolvidas para aprimorar esses processos, visando eliminar ou reduzir a presença de microrganismos patogênicos. Aliás, os principais agentes causais das DTHA são bactérias como a *Salmonella* e a *Escherichia coli*, vírus como o norovírus, além de parasitas e produtos químicos tóxicos.

Um método físico que tem sido utilizado internacionalmente é a radiação não-ionizante com comprimento de onda Ultravioleta (UV) na banda tipo C (entre 200 e 280 nm) com efeitos germicidas sobre vírus, bactérias e fungos. Órgãos como Administração de Alimentos e Medicamentos (FDA) do Estados Unidos e o Departamento de Agricultura dos EUA e a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA) indicam e orientam o uso desta tecnologia quando aplicada corretamente, com tempo e dose de exposição adequado, sendo uma alternativa sustentável e eficiente para conter microrganismos (FDA, 2013; EFSA, 2016; WHO, 2020). Contudo, essa indicação não abrange a maior parte dos países, inclusive não é preconizada no Brasil (ANVISA, 2020).

Portanto, a emergência e o impacto que as DTHAs têm tido na qualidade e segurança alimentar da população, especialmente em serviços de alimentação como os RUs, tornam ainda mais necessário que novos mecanismos de prevenção e redução de toxinfecções sejam implementados. Nesse sentido, o uso da radiação UV-C poderia figurar entre uma estratégia inovadora e importante frente a esse desafio de saúde pública, porém carece de estudos que estimulem o desenvolvimento de políticas e/ou favoreçam a adesão brasileira sobre esse processo de desinfecção que já tem sido amplamente difundido em outros países. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a contaminação em um Restaurante Universitário do sul do Brasil, através de ferramentas de qualidade sobre a condição higiênico-sanitária para serviços de alimentação e propor o desenvolvimento de uma estratégia inovadora na descontaminação de superfícies de contato com os alimentos e na prevenção de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar, utilizando a radiação UV-C.

Essa dissertação será composta por uma sessão inicial de “Referencial Bibliográfico”, descrevendo o estado da arte e alguns conceitos e dados que suportam os objetivos propostos, seguido de um primeiro manuscrito, que avaliou as condições

higiênico-sanitárias em um restaurante universitário no extremo sul do Brasil, o qual está nas normas da revista RASBRAN (Revista da Associação Brasileira de Nutrição). Logo em seguida, será apresentado um segundo manuscrito que avalia a descontaminação de superfícies de contato com os alimentos por um dispositivo portátil com radiação ultravioleta, o qual após as considerações será traduzido para a língua inglesa e submetido à revista Food Control, estando, portanto, já nas normas da revista.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e Segurança dos Alimentos: panorama mundial e nacional

Primeiramente é necessário esclarecer a definição de cada um destes conceitos para assim compreender a forma como eles se relacionam. Então, entende-se por *Segurança Alimentar*, o acesso regular e suficiente a alimentos nutritivos para todas as pessoas, se trata do direito ao alimento e da disponibilidade e acesso adequado a alimentos (OMS, 2025). A falta de segurança alimentar ocorre em situações de fome, pobreza extrema ou insegurança econômica (FAO, 2024).

Por outro lado, *Segurança dos Alimentos* diz respeito à qualidade e à integridade dos alimentos em si, ou seja, à garantia de que os alimentos consumidos são seguros, livres de contaminação e não apresentam riscos à saúde (OMS, 2025). Isso envolve o controle de contaminações químicas, biológicas e físicas nos alimentos, desde sua produção até o consumo. Em resumo, trata-se de garantir que os alimentos consumidos não causem danos à saúde (OMS, 2025).

Internacionalmente, o tema *Segurança Alimentar* ganhou destaque após a Segunda Guerra Mundial, quando organismos multilaterais como a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), fundada em 1945, desenvolveram estratégias para combater a fome e promover a segurança alimentar. Nas décadas seguintes, a *Segurança Alimentar* tornou-se um pilar do desenvolvimento sustentável, culminando na Conferência Mundial de Alimentação de 1974, que impulsionou iniciativas para garantir o acesso universal aos alimentos. Nos anos 1990, a Cúpula Mundial da Alimentação reafirmou o compromisso de reduzir a fome pela metade até 2015, objetivo posteriormente incorporado aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

(ODM) (IPEA, 2014).

Apesar dos avanços, crises econômicas, conflitos e mudanças climáticas trouxeram descontinuidades e desafios na implementação de políticas globais de SAN. A crise alimentar de 2007-2008 e o impacto da pandemia de COVID-19 evidenciaram fragilidades nos sistemas alimentares, intensificando a fome e a insegurança alimentar em diversas regiões (Brown & Albani., 2022; Elshahoryi et al., 2020; Zila et al., 2022; Pakravan et al., 2021; Fitzpatrick et al., 2023). Atualmente, a SAN está integrada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente no ODS 2, que visa acabar com a fome até 2030 (ONU, 2023). Estima-se que entre 8,9 e 9,4% da população global, podem ter enfrentado fome em 2023. Indo além da fome, a prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave permanece acima dos níveis pré-pandêmicos, com pouca mudança em quatro anos. Em 2023, estima-se que 28,9% da população global sofriam de insegurança alimentar moderada ou grave, o que significa que não tinham acesso regular a alimentos adequados (FAO, 2024).

No âmbito nacional a SAN tornou-se uma questão central na agenda política ao longo das últimas décadas, passando por avanços, retrocessos e momentos de consolidação (Ebrenz e Alexandre, 2021). A partir dos anos 1940, políticas de combate à fome e à desnutrição surgiram, mas foi somente na década de 1990 que a SAN ganhou maior relevância com a criação do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) (IPEA, 2014). Esse período foi marcado por esforços para garantir o direito humano à alimentação adequada, culminando na inclusão da SAN na Constituição Federal em 2010 (Brasil, 2010b).

Os dados do Brasil relacionados a insegurança alimentar são explicados através do “Mapa da Fome” de 2014 e sustentado até 2018. Entre 2019 e até 2022, contudo, vinha em tendência de crescimento da pobreza, extrema pobreza e crescimento da insegurança alimentar e nutricional, voltou ao Mapa da Fome no triênio 2019-2021 e se manteve no triênio 2020-2022 (Brasil, 2023a). De acordo com a Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios Contínua (PNADc) de 2023, 27,6% dos domicílios brasileiros – cerca de 21,6 milhões de domicílios – encontravam-se em algum nível de insegurança alimentar (IBGE, 2023).

Atualmente, a SAN enfrenta desafios relacionados ao aumento da insegurança

alimentar e à necessidade de políticas públicas robustas e contínuas. A adesão da SAN exige compromisso governamental e participação social para garantir a efetividade das ações, reforçando o direito à alimentação como um pilar fundamental do desenvolvimento sustentável e da promoção da saúde pública (Ebranz e Alexandre, 2021). Aguiar, Nunes e Abreu (2021) confirmam a essencialidade da *Segurança Alimentar* através do serviço realizado pelo Restaurante Universitário (RU), e que este motivo é considerado qualidade de vida para os estudantes universitários. Em contrapartida, parece haver redução da qualidade nutricional da refeição daqueles estudantes que não utilizam os RUs, especialmente, os estudantes vulneráveis, comprovando que a alimentação subsidiada pelo RU é saudável e necessária para a manutenção da qualidade de vida desses indivíduos (Araújo, 2016).

Contudo, é válido considerar que além da importância do acesso a alimentos saudáveis através dos RUs, estes têm o compromisso com a oferta de alimentos seguros, ou seja, distribuir refeições em condições satisfatórias quanto a qualidade sanitária.

2.1.1 Alimentação Institucional: Programa Restaurante Universitário

O Restaurante Universitário é um dos componentes essenciais do Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES), instituído pela Lei nº 14.914/2024. Seu principal objetivo é garantir e ampliar as condições de permanência dos estudantes no ensino superior e na educação profissional, científica e tecnológica pública e federal, facilitando a conclusão dos cursos acadêmicos (Brasil, 2024b). Como parte das políticas afirmativas voltadas para a democratização do ensino superior, o RU se destaca como uma das ações mais utilizadas (Ravanello et al., 2022; de Souza, 2024).

O principal objetivo do RU é disponibilizar refeições de baixo custo ou gratuitas, atendendo especialmente estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Dessa forma, o programa contribui significativamente para a redução dos gastos com alimentação, garantindo melhores condições de permanência estudantil (Rodrigues et al., 2017; Santos et al., 2015; de Souza, 2024). Geralmente o RU está localizado dentro dos *campi* universitários e oferece refeições completas, promovendo maior praticidade e agilidade no tempo gasto pelos estudantes com deslocamento e preparo de alimentos. Essa estrutura estimula o uso do serviço, permitindo que os alunos tenham mais tempo para se dedicarem às atividades acadêmicas e pessoais (de Souza, 2024).

Além de acessibilidade financeira, o RU busca oferecer uma alimentação segura e nutricionalmente equilibrada. Sua estruturação segue as diretrizes do Programa de Alimentação Saudável na Educação Superior (PASES), que visa garantir a segurança alimentar e nutricional dos estudantes durante suas atividades acadêmicas (Brasil, 2024b). A oferta de refeições balanceadas é essencial para o bem-estar dos alunos dessas instituições, contribuindo diretamente para seu desempenho acadêmico, sua concentração e sua saúde ao longo da jornada universitária (de Souza, 2024).

Além disso, o serviço de alimentação do RU adota padrões de qualidade conforme a legislação em busca de condições higiênico-sanitárias adequadas aos alimentos servidos (Silva Jr, 2020). Isto constitui uma ferramenta fundamental para evitar surtos e provável relação com as notificações atuais sobre DTHA.

2.2 Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar

Segundo a OMS (2007-2015) e Silva Jr (2020), as doenças transmitidas por alimentos englobam todas as manifestações clínicas resultantes do consumo de alimentos contaminados por microrganismos patogênicos, substâncias químicas, objetos lesivos ou componentes naturalmente tóxicos. Em outras palavras, são enfermidades causadas pela ingestão de alimentos que contêm perigos biológicos, químicos ou físicos, os quais podem comprometer a saúde dos consumidores e levar a quadros de intoxicação, toxinfecção ou outras complicações, onde dentro de um ou dois dias depois do consumo do alimento contaminado, os sintomas podem aparecer. Eles dependem do tipo e quantidade de microrganismo ou toxina encontrado, mas incluem diarreia, náusea, vômito, febre, dores abdominais, dificuldades de engolir, vertigens e até paralisias respiratórias (Brasil, 2010a).

As DTHA não possuem números exatos de casos por ano. De acordo com *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), em 2024 estima que a cada ano 48 milhões de pessoas adoecem por doenças transmitidas por alimentos, 128.000 são hospitalizadas e 3.000 morrem nos Estados Unidos. Por outro lado, no Brasil, conforme o Ministério da Saúde (MS), o número de surtos de DTHA notificados em 2023 foi de 1.162 casos (Tabela 1). A diferença entre estes dois países, Estados Unidos e Brasil, quanto a notificação dos casos causam dúvidas quanto a subnotificações. É fato que existem dificuldades nos registros de casos inconclusivos ou inconsistentes, e ainda com as subnotificações, que ocultam parte deste problema das DTHA (Brasil, 2010a). Em virtude desta precariedade

de informações disponíveis, vários países da América Latina estão implantando sistemas nacionais de Vigilância Epidemiológica das DTHA (VE-DTHA). Foi criado, no Brasil, um Manual Integrado de Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos que visa normatizar ações e instrumentalizar equipes, a nível municipal, estadual e federal com orientações e suporte técnico, proporcionando um trabalho integrado no controle aos surtos (BRASIL, 2010a).

Tabela 1. Perfil epidemiológico de surtos de DTHA no Brasil entre 2014 e 2023

| Ano | N° de surtos | N° de expostos | N° de doentes | N° de hospitalizações | N° de óbitos | Letalidade |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| 2014 | 886 | 124359 | 15700 | 2524 | 9 | 0,06 |
| 2015 | 673 | 37165 | 10676 | 1453 | 17 | 0,16 |
| 2016 | 538 | 200896 | 9935 | 1406 | 7 | 0,07 |
| 2017 | 598 | 47409 | 9426 | 1439 | 12 | 0,13 |
| 2018 | 597 | 57297 | 8406 | 916 | 9 | 0,11 |
| 2019 | 771 | 17388 | 9586 | 1301 | 10 | 0,10 |
| 2020 | 292 | 10548 | 4600 | 595 | 6 | 0,13 |
| 2021 | 546 | 17076 | 8278 | 639 | 10 | 0,12 |
| 2022 | 811 | 33977 | 14336 | 630 | 10 | 0,07 |
| 2023 | 1162 | 27854 | 19671 | 1443 | 31 | 0,16 |
| Total | 6874 | 573969 | 110614 | 12346 | 121 | 0,11 |

Fonte: Sinan / SVSA / Ministério da Saúde (2024)

Importante também mencionar que no período de dez anos a região Sul foi a terceira no quantitativo de surtos de DTHA (150 surtos), antecedida pelas regiões Nordeste e Sudeste com, respectivamente, 300 e 600 surtos, no mesmo ano (Brasil, 2024a). A maior incidência destes surtos tem sido relatada em ambiente doméstico, com uma taxa de 34% de casos notificados, seguido de locais como padarias, lanchonetes, bares e restaurantes com uma taxa de 14,6% no período acumulado de 10 anos.

Diversos estudos confirmam que os RUs no Brasil apresentam alimentos impróprios para consumo, assim como há equívocos nos procedimentos relacionados às Boas Práticas de Fabricação (BPF) de alimentos (Pereira et al., 2014; Santos et al., 2015; Dias et al., 2017; Rodrigues et al., 2017; Nogueira et al., 2021; De Figueiredo et al., 2021). De forma geral, podemos observar nos estudos mencionados, o fato que as condições de saúde e os hábitos de higiene favorecem a transferência de contaminação aos alimentos que serão servidos aos estudantes universitários.

Segundo o FDA existem cinco fatores principais contribuintes para surtos de DTHA: a) o cozimento insuficiente; b) tempo e temperatura inadequados; c) equipamentos contaminados; d) falta de higiene pessoal dos manipuladores; e) alimentos de fontes inseguras (FDA,2009). Estudos conduzidos em RUs como o de Santos et al. (2015) na Paraíba e Dias et al. (2017) na Bahia, corroboram com esta proposição, uma vez que identificaram descongelamento inapropriado de carnes e a falta de higiene pessoal, respectivamente.

Por outro lado, quando avaliada as condições microbiológicas de RUs em Minas Gerais, por, Pereira et al. (2014) e De Figueiredo et al. (2021), não foram constatadas inadequações em relação aos padrões recomendados em vários documentos propostos pela legislação brasileira. Cabe destacar, porém, que De Figueiredo et al. (2021) encontraram microrganismos mesófilos em equipamentos e utensílios na unidade de alimentação institucional, e quantificaram mais de 50 UFC/cm² em um processador manual de alimentos e na faca de corte, indicando falhas nos procedimentos de limpeza e corroborando com os riscos de contaminação em equipamentos indicados pelo FDA (2009) e com o quantitativo de referência de Silva Jr (2020) onde valores maiores de 50 UFC/cm², para equipamentos e utensílios que entram em contato com os alimentos, são de alto risco de contaminação e classificados como insatisfatório.

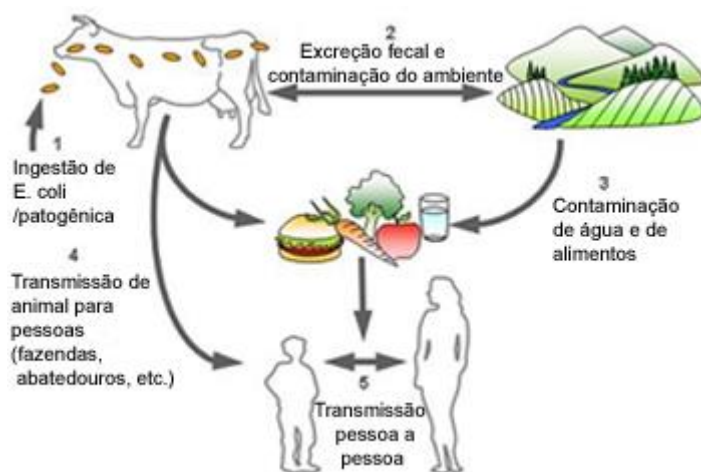
A água é o maior causador de surto alimentar, seguida pelos alimentos mistos e múltiplos alimentos (BRASIL, 2024a). Para exemplificar situações complexas relacionadas às DTHA, Stein & Chirilã (2017), em sua revisão, relatam que o surto mais típico de DTHA tem sido relacionado a manipuladores de alimentos contaminados, que de forma cruzada, contaminam outros alimentos ou superfícies de contato com os alimentos.

Na União Europeia em 2015, a maioria dos surtos notificados foram causados por agentes bacterianos (33,7% de todos os surtos), em particular *Salmonella sp.* (21,8% de todos os surtos) e *Campylobacter sp.*, (8,9% de todos os surtos). Sendo os domicílios, o local de exposição mais frequente em surtos de origem alimentar, e a *Salmonella Sp.*, o agente mais comum evidenciado (BINTSIS, 2017).

Por outro lado, no Brasil, conforme o Ministério da Saúde, a distribuição dos agentes etiológicos mais identificados em surtos de DTHA, no período entre 2014 e 2023, foram *E. coli* (34,8%), seguido por *Staphylococcus sp* (9,7%) e logo após *Salmonella sp* (9,6%).

Considerando os dados nacionais, podemos supor que a relação entre água contaminada e surtos de *E. coli* podem estar intimamente relacionados (figura 1), levando em conta que ela está associada a contaminação por fonte de dejetos do homem e de animais, assim como da água de rios. Também pode ocorrer por contaminação cruzada entre alimentos crus e cozidos, utensílios não desinfetados e mãos não higienizadas. Além de veicular contaminação no leite não pasteurizado, hortaliças regadas com água contaminada, assim como em verduras e legumes crus ou mal cozidos (Green et al., 2020; Silva Jr, 2020).

Figura 1 – Ciclo de transmissão da *E. coli* na DTHA



Fonte: <https://siteantigo.faperj.br/?id=830.2.9>

A figura 1 mostra o ciclo de transmissão da bactéria *E. coli* que pode ocorrer através da ingestão de *E. coli* patogênica pelo animal, este pode contaminar as pessoas e através da excreção fecal contamina o ambiente, este ambiente contaminado, contamina a água e os alimentos, estes por sua vez, fazem transmissão pessoa a pessoa. Rossi (2006) relata que as frutas e os vegetais, representam importante fonte de contaminação, por microrganismos patogênicos. Em especial, saladas que apresentam ingredientes crus foram identificadas como veículos de surtos de diarreia, acometendo turistas em visitas a países em desenvolvimento. Assim como Ekman (2012) confirmou que a ingestão de vegetais, mas não de carne ou água, foi associada com a incidência de surto por ocistos de *Toxoplasma gondii*, e esses dados reforçam a importância do controle sanitário em restaurantes industriais e a necessidade de melhoria no controle de qualidade sobre vegetais em risco de contaminação.

Os dados sobre agentes etiológicos do Brasil são semelhantes ao da Coreia, onde segundo Lee e Yoon (2021), *E. coli* é o patógeno que causa o maior número de casos para DTHA. No Japão os surtos graves foram relacionados aos agentes etiológicos como a *E.coli*, *Salmonella* e *S. aureus* e estes autores relataram que a contaminação anual por *E. coli* de 2012 e 2014, reduziu, comparado a 2010, 2016 e 2018, e relacionaram a proibição pela vigilância sanitária local do comércio de fígado bovino cru, que era utilizado em um restaurante da Coreia.

A presença de *S. aureus* em alimentos pode ser considerado um perigo para a saúde pública devido à sua capacidade de produzir toxinas e ao risco de intoxicação alimentar subsequente. Os humanos são o principal reservatório deste agente, e a contaminação dos alimentos pode ocorrer por contato direto, indiretamente por fragmentos de pele ou através de gotículas do trato respiratório, sendo a maioria dos casos atribuída à contaminação dos alimentos durante o preparo devido a refrigeração inadequada, cozimento ou aquecimento inadequado ou higiene pessoal deficiente (BINTSIS, 2017). Bintsis (2017) também encontrou relação com a *Samonella sp.*, onde em 2015, foram notificados por 28 estados membros da União Europeia, 94.625 casos de Salmonelose (126 fatais), resultando numa taxa de notificação de 21,2 casos por 100.000 habitantes (BINTSIS, 2017).

Um estudo que envolveu voluntários de uma empresa alimentar em Portugal revelou que cerca de 20% e 11% dos seus manipuladores de alimentos eram colonizados por *S. aureus* nas vias aéreas e mãos, respectivamente (Stein e Chirilã, 2017). Outro estudo, conduzido em um restaurante universitário no Paraná, constatou que a maioria

das saladas que não passaram por tratamento térmico estavam impróprias para consumo (Rodrigues et al., 2017), pois apresentaram mais de 10^3 UFC de *S. aureus* em cada grama de alimento, superando a recomendação prevista na RDC nº 12/2001 (Brasil, 2001).

Existem diversos fatores que contribuem para a ocorrência de DTHA, subnotificações, perfil epidemiológico, falhas no processo de controle de um serviço de alimentação, assim como seus utensílios de cozinha, pois precisam de um controle higiênico-sanitário suficiente para prevenir a transmissão de micróbios possivelmente patogênicos (Silva Jr, 2020).

2.3 Superfícies de contato direto e indireto com alimentos

Observando o cenário mundial de DTHA relacionada com locais de ocorrência, alimento e agente etiológico, é natural pensar no quanto isso gera de gastos na saúde pública. Anualmente, perdem-se 110 milhões de dólares em produtividade e despesas médicas resultantes de alimentos não seguros em países de baixo e médio rendimento (WHO, 2022). E ainda, estudo realizado apontou toxinfecções alimentares como as DTHA mais comuns, entre as quais mais de 60% dos casos decorrem de técnicas inadequadas de manipulação, processamento e contaminação dos alimentos em restaurantes (Rossi et al., 2020).

Dimensionar o risco de contaminação cruzada associado a várias etapas no processo de preparação de alimentos pode fornecer uma base científica em esforços de gerência de riscos em cozinhas domésticas e em serviços de alimentação (KUSUMANINGRUM et al., 2003). Caracterizar as superfícies que entram em contato com os alimentos é fundamental para compreender como elas facilitam a proliferação de microrganismos, levando em consideração que ambientes alimentares geralmente têm condições ideais para o crescimento de microrganismos, como temperatura (zona de perigo entre 5°C e 60°C) e umidade elevada (ABERC, 2013).

As superfícies que entram em contato direto com os alimentos podem estar relacionadas aos móveis, equipamentos e utensílios de uma cozinha e devem ser mantidas em condições adequadas de higiene (Rodrigues et al., 2017). Por outro lado, as superfícies de contato indireto, são aquelas que, embora não entrem em contato diretamente com os alimentos, podem servir como vetor de contaminação, como maçanetas, embalagens ou partes externas de equipamentos (Patel, 2016).

A legislação brasileira exige que “equipamentos, móveis, utensílios possuam

design higiênico que permita a adequada higienização”, assim como devem se apresentar como “superfícies em contato com alimentos, lisas, íntegras, impermeáveis, isentas de rugosidades, resistentes à corrosão, de fácil higienização e de material não contaminante” (Brasil, 2004; Brasil, 2023b). Portanto, uma superfície em mal estado de conservação, independente do material, caracterizada por possuir pequenas aberturas e fendas que podem reter umidade e resíduos orgânicos, criam um ambiente perfeito para o crescimento de microrganismos como bactérias, fungos e vírus, gerando um risco microbiológico associado ao contato com alimentos (Legnani, 2004; Silva, 2011; Patel, 2016; Rodrigues, 2017; Guimarães et al., 2018; Garvey e Rowan, 2019).

O aço inoxidável, de acordo com a RDC nº216/2004 e a Portaria nº799/2023, tem sido um material de escolha para cozinhas devido a sua resistência mecânica e à corrosão, assim como a durabilidade. No entanto, mesmo que as partículas de alimentos sejam removidas adequadamente destas superfícies, as bactérias, que não são visíveis a olho nu, podem estar presas a estas superfícies, tornando-se problemáticas se estas superfícies não forem mantidas higienizadas corretamente (Kusumaningrum et al., 2003; Rodrigues et al., 2017).

O estudo de Kusumaningrum et al. (2003) demonstrou que *S. aureus* e *Salmonella enteritidis* (acima de 100 UFC/cm²) permaneceram viáveis em aço inoxidável seco à temperatura ambiente por quatro dias, apresentando riscos de contaminação cruzada. Determinou também contaminação cruzada entre a transferência desses patógenos da esponja de cozinha para superfícies de inox e dessas para os alimentos, com taxas de transferência de 25 a 100%, demonstrando o risco microbiano envolvido em ambientes domésticos.

As tábuas de corte, amplamente utilizadas na área alimentar, constituídas de um plástico rígido, como o polietileno de alta densidade, ou polipropileno podem desgastar ou arranhar ao longo do tempo, especialmente em uso intensivo, formando fendas onde microrganismos podem se alojar. Além disso, plásticos desgastados podem liberar microplásticos em alimentos, aumentando o risco de contaminação física. Um estudo relatou a incidência de *Listeria monocytogenes* e *Listeria spp.* em superfícies utilizadas para manipulação de salsichas pós-cozimento de dois estabelecimentos industriais, os quais atribuíram os resultados às falhas durante o processo de higienização das superfícies, seja pelo mau estado de conservação ou pelo inadequado processo de limpeza e sanitização (Cesar et al., 2011).

Certas superfícies são amplamente estudadas quanto aos riscos de contaminação

em diversas situações. Hartmann et al. (2022) encontraram em superfícies desgastadas de corte de carne uma contagem elevada de coliformes totais associada à presença de *Listeria sp* em açougues de supermercados de Curitiba no Paraná. Assim como Pinheiro et al. (2010) identificaram que 90% das tábuas de corte utilizadas na preparação de alimentos estavam contaminadas, em uma instituição de ensino superior em São Carlos - São Paulo.

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) são considerados superfícies de contato indireto com os alimentos. Aventais de napa (policloreto de vinila - PVC) são muito usados e têm a vantagem de serem impermeáveis e mais fáceis de limpar em comparação com outros materiais. Os aventais permitem conforto e facilidade de movimento para o manipulador, sendo tratado como maleável. No entanto, o risco microbiológico ocorre principalmente pela transferência de microrganismos através das mãos, utensílios e superfícies, levando à contaminação cruzada de alimentos (Patel, 2016).

Os manipuladores representam um dos principais fatores relacionados a DTSA, portanto é de suma importância garantir capacitações e atualizações sobre higiene pessoal, relacionando a importância da higiene das mãos e o cuidado dos vícios de comportamento, como tocar nariz e provar comida com a mão. A higiene do ambiente, com os cuidados na diluição dos produtos de limpeza e desinfecção, e a manipulação adequada de alimentos são pontos fundamentais no cuidado para evitar a contaminação cruzada, priorizando uma conduta correta através da observação diária e de avaliações contínuas de qualidade, evitando surtos de DTSA (Stein e Chirilã, 2017; Guimarães et al, 2018; Nogueira et al., 2021; Hartmann et al., 2022).

Portanto, a manutenção rigorosa da limpeza e da higienização de todas as superfícies, assim como o cuidado e a correta descontaminação de móveis, equipamentos e utensílios em serviços de alimentação são fundamentais para evitar a propagação de patógenos e garantir a SAN.

2.4 Boas Práticas e Legislação para Serviços de Alimentação

O gasto em restaurantes nos Estados Unidos custa praticamente a metade de cada dólar gasto em alimentos (Frederick, 2006). Enquanto que no Brasil o gasto com alimentação representa 30%, do salário do mês, pelas famílias brasileiras. O aumento da demanda pelas refeições fora de casa vem impulsionando o desenvolvimento do setor de serviços de alimentação (Duarte et al., 2013). Esses dados sugerem uma necessidade

crítica de ação focada na prevenção da transmissão de doenças dentro da indústria de serviços alimentícios (Frederick et al., 2006), assim como é necessário o estudo sério da complexidade de cada caso que exige uma combinação de conhecimentos e habilidade interdisciplinar (BINTSIS, 2017).

Doenças transmitidas por alimentos são comuns em todo mundo, mas evitáveis. No Brasil, aspectos relacionados à segurança dos alimentos em serviços de alimentação tem como base medidas de controle higiênico-sanitária através das BPF de alimentos e ações educativas, determinadas por órgãos regulamentadores como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde, através da Resolução nº216/2004 que dispõe sobre regulamentos técnicos de boas práticas para serviço de alimentação, com o objetivo de oferecer um alimento seguro e saudável (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004; Brasil, 2023b).

Ao utilizar ferramentas de qualidade como a avaliação das boas práticas de fabricação, Pereira et al. (2014), em Minas Gerais, verificaram, através do *checklist*, 60% de conformidades, onde, de acordo com o padrão da legislação deveria ser 75% (Brasil, 2002; Brasil, 2004), relacionadas a problemas na estrutura física, a falta de registros de controle, a limpeza e organização inadequadas e aos equipamentos sucateados. Da mesma forma Santos et al. (2015) em estudo conduzido em RU na Paraíba encontraram 37,3% de conformidades, e problemas diversos com esgoto a céu aberto, produtos perecíveis mal acondicionados, presença de objetos não comuns ao setor e descongelamento de carnes em temperatura ambiente (inadequado) em local incorreto.

Ainda sobre o *checklist*, estudo conduzido recentemente por Dias et al. (2017), encontrou resultados semelhantes ao de Pereira et al. (2014), com 69% de conformidades em dois restaurantes universitários da Bahia, porém os problemas relatados neste estudo, estavam relacionados aos manipuladores de alimentos, com destaque para uniformes com sujidades, unhas compridas e pintadas, uso de adornos e barba, além de atitudes como falar sobre os alimentos (Dias et al., 2017). Por outro lado, Nogueira et al. (2021) no Rio Grande do Norte também obtiveram resultados abaixo do padrão no *checklist*, com 68,4% de conformidades, mas diferentemente de Dias et al. (2017) relacionados a problemas de documentação e registro de operações.

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) (2024), buscando simplificar informações a cerca das boas práticas, descreveu 10 “regras de ouro” sobre a preparação inócua dos alimentos, buscando orientar na redução de risco de contaminação,

sobrevivência e proliferação de microrganismos patogênicos em alimentos e superfícies de contato com os alimentos. São elas: 1) Escolher alimentos tratados de forma higiênica; 2) Cozinhar bem os alimentos; 3) Consumir imediatamente os alimentos cozidos; 4) Armazenar cuidadosamente os alimentos cozidos; 5) Reaquecer bem os alimentos cozidos; 6) Evitar o contato entre os alimentos crus e cozidos; 7) Lavar as mãos constantemente; 8) Manter cuidadosamente limpas todas as superfícies da cozinha; 9) manter os alimentos fora do alcance de insetos, roedores e outros animais; 10) Utilizar água pura (OPAS, 2024).

Portanto, independentemente do cenário mundial em que os serviços de alimentação se apresentem é imprescindível a aplicação das BPF na produção de alimentos, sendo este o ponto de partida para toda e qualquer atividade alimentar que prime por inocuidade dos alimentos, preservando assim a saúde dos consumidores e mantendo o serviço de alimentação ativo ou no mercado (Dias et al., 2017). Ademais, o desenvolvimento de ações educativas, objetivando a promoção da educação em saúde, no tocante à qualidade e segurança dos alimentos, significa qualificar a equipe de manipuladores, que fazem parte da sociedade, podendo melhorar a produção de alimento nas residências. Devides et al. (2014) concluíram, através de curso de capacitação ofertado para 192 manipuladores de alimentos, que o aperfeiçoamento em BPF é uma boa medida de instrução e envolvimento para a segurança dos alimentos e requer constância.

Assim sendo, as boas práticas de fabricação dos alimentos são nada menos que condutas para a prevenção das contaminações alimentares com cuidados específicos na preservação dos alimentos, assim como na prática da higiene em cozinhas, através da higiene ambiental, dos alimentos e das mãos. Delinear planos de prevenção no combate a DTHA é conseqüentemente proceder na avaliação dos surtos, compreendendo que itens como temperatura, tempo, técnica e higiene são fundamentais.

2.4.1 Desinfecção de superfícies de contato com os alimentos

São diversos os fatores que interferem na higienização e desinfecção em cozinhas. Dentre eles podemos destacar a exposição das superfícies para limpeza, tipos de desinfetantes, tempo de contato do desinfetante, local adequado para higienização e armazenamento pós-desinfecção, cruzamento e retorno de fluxo no local da limpeza e restos de matéria orgânica nas superfícies a serem desinfetadas (Silva Jr, 2020).

Portanto, as superfícies que entram em contato com os alimentos são relevantes

em estudos microbiológicos, pois fazem parte das instalações, equipamentos, móveis e utensílios que devem ser mantidos em condições higiênico-sanitárias apropriadas, através das operações de limpeza e/ou de desinfecção na produção de alimentos, conforme os procedimentos descritos na Portaria SES nº799/2023 (Brasil, 2023b).

O informe técnico N°51/2012 da ANVISA esclarece sobre os produtos destinados à desinfecção e lavagem na área de alimentos e define como “agente de controle de microrganismos” aquele com propriedade de controlar e/ou inibir o desenvolvimento de microrganismos em determinada fase do processo de fabricação do alimento.

Os agentes químicos comumente utilizados para controlar o crescimento de microbiológico em superfícies e alimentos, reduzem as populações microbianas em níveis seguros ou removem as formas vegetativas dos patógenos, sendo que, cada desinfetante tem um uso apropriado dependendo da circunstância. O *cloro* (Cl_2), possui ação germicida causada pelo ácido hipocloroso (HOCl), que impede o funcionamento de boa parte do sistema enzimático celular. O composto de cloro, o *hipoclorito de sódio* (NaOCl) é amplamente difundido como desinfetante pela ANVISA. As concentrações variam de 0,02% a 1%, para desinfecção de superfícies fixas (Brasil, 2010c).

Por outro lado, o uso de produtos químicos, como o cloro, pode ser tóxico para o organismo animal, por viabilizar a formação de substâncias organocloradas (Siva Jr, 2020). Também pode favorecer resistência bacteriana aos antimicrobianos, além de levar a poluição química dos alimentos como consequência da limpeza de superfícies e não conferem eficácia garantida contra bactérias patogênicas (Garvey e Rowan, 2019).

A radiação ultravioleta (UV), é uma tecnologia descoberta em 1801, mas que ganhou notoriedade na Pandemia pela COVID-19 devido ao seu potencial germicida (CEPOF, 2024). Esse método físico alternativo de controle microbiano, emergiu como promissor para o processamento de alimentos por ser um método ecologicamente correto e econômico. Certas agências internacionais, como o FDA, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA), já aprovaram a utilização de radiação UV para controlar microrganismos em produtos alimentares (SINGH, 2021).

No Brasil, de acordo com a nota técnica nº 82/2020 da ANVISA não é regularizado o uso de equipamentos com tecnologias baseadas em UV para desinfecção de ambientes públicos e de superfícies em geral. De acordo com a nota técnica nº 32/2021 da ANVISA “vários estudos realizados comprovam a eficácia do emprego da luz UV como desinfetante em condições conformacionais muito específicas e em ambientes bem

controlados”, pois exige exposição controlada em superfícies lisas e livre de bloqueio à exposição dos microrganismos à radiação ultravioleta (UV) para que o mecanismo de concretize. O documento ainda destaca, “o equipamento emissor de radiação UV é um complemento às práticas de desinfecção existentes e não uma substituição ou modificação de tais práticas”.

A radiação UV é uma radiação não-ionizante que abrange os comprimentos de onda abaixo da luz visível, variando de 200 a 400 nanômetros (nm). Essa fração é ainda subdividida em três tipos: UVA (320 a 400 nm), UVB (280 a 320 nm) e UV-C (200 a 280 nm).

Especialmente a faixa UV-C é a mais deletéria, ou seja, considerada a faixa germicida, isto é, de destruição microbiana, com pico de emissão de 254 nm. Este comprimento de onda é absorvido pelo material genético (ácido nucleico) dos microrganismos, provocando alterações bioquímicas e um rearranjo da informação genética, que interfere com a capacidade de reprodução da célula (Corrêa et al., 2017). Desse modo, a radiação UV-C inviabiliza os microrganismos, levando-os à morte ou tornando-os incapazes de se replicar e de causar doenças, mesmo que ainda estejam metabolicamente vivos (Corrêa et al., 2017).

Por possuir a característica germicida, a radiação UV-C tem sido utilizada na desinfecção de superfícies de clínicas, laboratórios e, também nas indústrias alimentícias, entre outros ambientes. O uso desta tecnologia depende da intensidade e do tempo de radiação devido à complexidade de cada microrganismo (Corrêa et al., 2017).

Alguns estudos relatam que a radiação UV-C é uma ferramenta eficaz para inativar *S. aureus*, assim como outros patógenos como *E. coli*, *Salmonella* e *Listeria*. Quando aplicada diretamente sobre a superfície sem qualquer barreira física, com tempo de exposição adequado e garantindo a cobertura completa da superfície, ela pode ser uma alternativa sustentável e eficiente para desinfecção em ambientes comerciais e residenciais (Nyhan et al., 2021).

Diferentes materiais das superfícies (aço inoxidável, plástico, vidro, madeira) podem ter diferentes respostas à desinfecção por radiação UV-C, pois a estrutura da superfície afeta como os microrganismos se fixam e como a radiação UV-C interage com eles. Nyhan *et al* (2021) inativou quatro bactérias (*L. monocytogenes*, *E. coli*, *Bacillus subtilis* e *Salmonella Typhimurium*) que foram expostas a UV-C com pico de emissão de 254 nm (lâmpada de mercúrio) com doses 20, 40, 80 e 160 mJ/cm², respectivamente 5, 10, 20 e 40 segundos sobre uma superfície plástica. Biasin et al. (2021) utilizou radiação

UV-C e obteve inativação do vírus SARS COV-2 com uma dose de UV-C de apenas 3,7 mJ/cm². Portanto, estruturar modos de uso da radiação UV-C em outras áreas que necessitam do controle de infecções, como a dos alimentos, é de suma importância pois complementam o processo de descontaminação no controle das DTHA (Yang et al., 2019; Garvey & Rowan, 2019; Singh et al., 2021; Rocha et al., 2024).

Dito isto, com o intuito de propor o uso de novas tecnologias para a área alimentar e unir conhecimentos acerca da interação entre os diversos tipos de superfícies e os microrganismos, comumente envolvidos em surtos alimentares, comprometendo a produção de alimentos seguros, este estudo se propõem a avaliar o uso da radiação ultravioleta na prevenção de DTHA em um Restaurante Institucional do sul do país.

3 REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Nota técnica n° 82/2020/SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA**. Uso de luz ultravioleta (UV) para desinfecção de ambientes públicos e hospitalares. Brasília: Anvisa, 2020. Disponível em: <http://buscajuventude.ibict.br:8080/jspui/handle/anvisa/404?mode=full>.

AGUIAR, R. S. de; NUNES, I. T.; ABREU, D. S. Sentidos da assistência estudantil no ensino superior: o que pensam os universitários em situação de pobreza. *In*: LOPES, V.; ABREU, D. S.; RIOS, G. (org.). **Quando gira a roda da história: o Programa Bolsa Família e seus beneficiados**. 1. ed. Campinas: Pontes Editores, 2021, p. 252.

ANGULO, F. J.; JONES, T. F.; ANGULO, F. J. Eating in Restaurants: A Risk Factor for Foodborne Disease? **Clinical Infectious Diseases**, v. 43, n. 10, p. 1324–1328, 15 nov. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/508540>.

ARAÚJO, A. C. C. **A percepção discente sobre a Residência Universitária no Brasil e o programa auxílio moradia no Campus da UFC em Sobral**. 2016. 94 f. – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior, Fortaleza (CE), 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS (ABERC). **Manual ABERC de práticas de elaboração e serviço de refeições para coletividades**. 10. ed. São Paulo: ABERC, 2013.

BINTSIS, T. Foodborne pathogens. **AIMS Microbiology**, v. 3, n. 3, p. 529–563, 2017. Disponível em: <https://www.aimspress.com/article/10.3934/microbiol.2017.3.529>.

BRASIL. Lei nº 14.914, de 3 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Assistência Estudantil (PNAES). **Diário Oficial da União**, Brasília, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14914.htm.

BRASIL. Lei nº 7.234, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil - PNAES. **Diário Oficial da União**, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm. Acesso em: 11 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004**. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar**: Informe - 2024. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de**

doenças transmitidas por alimentos. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança do paciente em serviços de saúde: limpeza e desinfecção de superfícies/** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Anvisa, 2010. 116p.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social. Mapa da Fome da ONU: insegurança alimentar severa cai 85% no Brasil em 2023. gov.br, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/07/mapa-da-fome-da-onu-inseguranca-alimentar-severa-cai-85-no-brasil-em-2023>.

BRASIL. Secretaria Extraordinária De Combate À Pobreza E À Fome. **Monitoramento da fome no Brasil:** análises preliminares dos resultados da EBIA na PNADC 2023. Brasília: Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome, 2023.

BROWN, H.; MILLS, S.; ALBANI, V. Socioeconomic risks of food insecurity during the Covid-19 pandemic in the UK: findings from the Understanding Society Covid Survey. **BMC Public Health**, v. 22, p. 590, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-12964-w>.

CESAR, A. P. R. et al. Listeria spp. e Listeria monocytogenes na produção de salsichas tipo hotdog. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 2, p. 339–352, abr./jun. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7452>.

CODE OF FEDERAL REGULATIONS (CFR). Title 21 — Food and Drugs. Chapter I — Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. Subchapter B — Food for Human Consumption. **ECFR**, 2025. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/current/title-21>.

CORREA, T. Q. et al. Manual operated ultraviolet surface decontamination for healthcare environments. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 35, n. 12, p. 666–671, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29023187/>.

CUNHA, J. C. M. BACTÉRIAS: Escherichia coli (E. coli), cepa Mortal na Europa, e seu ciclo de transmissão. **Projetos e educação**, 2011. Disponível em: <https://projetoead.blogspot.com/2011/06/bacterias-escherichia-coli-e-coli-cepa.html>.

DIAS, R. M. F.; SANTOS, I. C. B. Aplicação das boas práticas em restaurantes e lanchonetes localizados em instituição de ensino superior de Salvador, BA. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 270/271, jul./ago. 2017. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/31-\(2017\)-270-271/aplicacao-das-boas-praticas-em-restaurantes-e-lanchonetes-localizados-/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/31-(2017)-270-271/aplicacao-das-boas-praticas-em-restaurantes-e-lanchonetes-localizados-/).

DUARTE, F. M.; ALMEIDA, S. D. S. de; MARTINS, K. A. Alimentação fora do domicílio de universitários de alguns cursos da área da saúde de uma instituição privada. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 288–298, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-756276>.

EBRENZ, J. R.; ALEXANDRE, T. V. **A insegurança alimentar no Brasil, oito décadas de história**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Nutrição Emília de Jesus Ferreira, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2021.

EFSA NDA PANEL (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific opinion on the safety of UV-treated milk as a novel food pursuant to Regulation (EC) No 258/97. **EFSA Journal**, v. 14, n. 1, p. 4370, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4370>.

EKMAN, C. C. J. et al. Case-control study of an outbreak of acute toxoplasmosis in an industrial plant in the state of São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 54, n. 5, p. 239–244, set./out. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rimtsp/a/HkG9V4DxDxDrjTwTmR9Dzy7xs/?lang=en>.

ELSAHORYI, Nour et al. Effect of Covid-19 on food security: A cross-sectional survey. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 40, p. 171-178, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.09.026>.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2024** – Financing to End Hunger, Food Insecurity and Malnutrition in All Its Forms. Rome: FAO, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/3/cd1254en/online/cd1254en.html>

FIGUEIREDO, A. C. F. de et al. Avaliação da implementação das ferramentas de qualidade em uma unidade de alimentação e nutrição institucional. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e172101220195, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20195>.

FITZPATRICK, K. M. et al. Place still matters: social vulnerabilities, place-level disadvantage, and food insecurity during COVID-19. **Nutrients**, v. 15, p. 1430, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu15061430>.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Report on the Occurrence of Foodborne Illness Risk Factors in Selected Institutional Foodservice, Restaurant, and Retail Food Store Facility Types**. New Hampshire: FDA, 2009.

GARCIA, S. N.; OSBURN, B. I.; JAY-RUSSELL, M. T. One health for food safety, food security, and sustainable food production. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00001>.

GARVEY, M.; ROWAN, N. J. Pulsed UV as a potential surface sanitizer in food production processes to ensure consumer safety. **Current Opinion in Food Science**, v. 26, p. 65–70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.003>.

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Portaria SES nº 799/2023**. Estabelece procedimentos de boas práticas para serviços de alimentação complementares à Resolução RDC ANVISA nº 216, de 15 de setembro de 2004, e aprova a Lista de Verificação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Porto Alegre, 2023.

GUIMARÃES, B. S.; FERREIRA, R. S.; SOARES, L. S. Perfil microbiológico de utensílios em unidade de alimentação e nutrição comercial e institucional de Salvador,

BA. **Higiene Alimentar**, v. 32, n. 284/285, set./out. 2018. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-965453>.

HARTMANN, I. F. et al. Contagem de coliformes totais e presença de *Listeria monocytogenes* em superfícies de corte de carnes. **Archives of Veterinary Science**, v. 27, n. 2, p. 54–64, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/86383>.

INCT DE ÓPTICA BÁSICA E APLICADA ÀS CIÊNCIAS DA VIDA. Desinfecção por Ultravioleta. Cepof, [s.d.]. Disponível em: <https://cepof.ifsc.usp.br/desinfeccao-por-ultravioleta/>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Texto para discussão**. Brasília: Ipea, 2014.

INTERAGENCY FOOD SAFETY ANALYTICS COLLABORATION. Foodborne Illness Source Attribution Estimates – United States, 2022. CDC, 2024. Disponível em: <https://www.cdc.gov/ifsac/php/data-research/annual-report-2022.html>.

KUSUMANINGRUM, H. D. et al. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 85, p. 227–236, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12878381/>.

LEE, Heeyoung; YOON, Yohan. Agentes etiológicos implicados em doenças transmitidas por alimentos mundialmente. **Ciência Alimentar de Recursos Animais**, v. 41, n. 1, p. 1–7, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e75>.

LEGNANI, P. et al. Hygienic control of mass catering establishments, microbiological monitoring of food and equipment. **Food Control**, v. 15, p. 205–211, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222424035_Hygienic_control_of_mass_catering_establishments_microbiological_monitoring_of_food_and_equipment.

MELLO, J. et al. Avaliação das condições de higiene e da adequação às boas práticas em unidades de alimentação e nutrição no município de Porto Alegre – RS. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 2, p. 175-182, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marisa-Da-Costa/publication/259872891_AVALIACAO_DAS_CONDICOES_DE_HIGIENE_E_DA_ADEQUACAO_AS_BOAS_PRATICAS_EM_UNIDADES_DE_ALIMENTACAO_E_NUTRICAO_NO_MUNICIPIO_DE_PORTO_ALEGRE_-_RS/links/0a85e52e5683bd9481000000/AVALIACAO-DAS-CONDICOES-DE-HIGIENE-E-DA-ADEQUACAO-AS-BOAS-PRATICAS-EM-UNIDADES-DE-ALIMENTACAO-E-NUTRICAO-NO-MUNICIPIO-DE-PORTO-ALEGRE-RS.pdf

NITZKE, J. A. et al. Segurança alimentar – retorno às origens **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 02-10, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012005000044>.

NOGUEIRA, J. P. et al. Restaurantes de instituições públicas de ensino: um olhar sobre desempenho ambiental e condições higiênico-sanitárias. **Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 3, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/229335>.

NYHAN, L. et al. Investigating the use of ultraviolet light emitting diodes (UV-LEDs) for the inactivation of bacteria in powdered food ingredients. **Foods**, v. 10, p. 797, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10040797>.

PAKRAVAN-CHARVADEH, M. R. et al. Determinants of household vulnerability to food insecurity during COVID-19 lockdown in a mid-term period in Iran. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 7, p. 1619-1628, 2021. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/determinants-of-household-vulnerability-to-food-insecurity-during-covid19-lockdown-in-a-midterm-period-in-iran/DE2499CC6861410EED187C47D092E84C>.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. WHO "Golden Rules" for Safe Food Preparation. Paho, [s.d.]. Disponível em: <https://www.paho.org/en/health-emergencies/who-golden-rules-safe-food-preparation>.

PATEL, D. et al. A survey of microbial contamination on restaurant nonfood-contact surfaces. **Journal of Food Safety**, v. 37, n. 1, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299602067_A_Survey_of_Microbial_Contamination_on_Restaurant_Nonfood-Contact_Surfaces.

PEREIRA, T. L.; BRAGA, A. C. Avaliação de boas práticas de fabricação no processo de refeições de restaurante universitário. **Revista Espacios**, v. 35, n. 5, 2014. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a14v35n05/14350410.html>.

PINHEIRO, M. B.; WADA, T. C.; PEREIRA, C. A. M. Análise microbiológica de tábuas de manipulação de alimentos de uma instituição de ensino superior em São Carlos, SP. **Revista Simbio-Logias**, v. 3, n. 5, dez. 2010. Disponível em: <https://simbiologias.ibb.unesp.br/index.php/files/article/view/77>.

RAVANELLO, R. P. et al. Avaliação Dos Serviços Em Restaurantes Universitários Na Universidade Federal De Santa Maria/RS. **Revista de Administração FACES Journal**, v. 21, n. 4, 2022. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/facesp/article/view/9342>.

ROCHA, C. de la et al. Highly effective decontamination in a hospital environment: an easy-to-operate, low-cost prototype. **Photochemistry and Photobiology**, v. 00, p. 1–6, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38572693/>.

RODRIGUES, J. M. et al. Avaliação das condições microbiológicas de alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo de refeições em um restaurante universitário. *In*: OLIVEIRA, A. F.; SHIRAI, M. A. **Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos - Vol. 3**: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher Open Access, 2017. p. 157-186.

RODRIGUES, K. L. et al. Intoxicação estafilocócica em restaurante institucional. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 297–299, jan. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000100049>.

ROSSI, E. M. et al. Consumer knowledge and efficiency of laundry and disinfection

methods of lettuce (*Lactuca sativa*) commercialized in supermarkets in a southern city of Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019245, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.24519>.

SANTOS, R. M. S. et al. Avaliação de restaurante universitário por meio do regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 5, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7304169>.

SEIXAS, P.; MUTTONI, S. M. P. Doenças transmitidas por alimentos, aspectos gerais e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos: uma revisão. **Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.59171/nutrivisa-2020v7e9381>.

SEVERO DE SOUSA, L. P.; SOARES, M. E. Políticas de permanência estudantil no ensino superior: a importância do programa restaurante universitário. **SciELO Preprints**, 2024. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/10208>.

SEVERO DE SOUSA, L. P.; SOARES, M. E. Políticas de permanência estudantil no ensino superior: a importância do programa restaurante universitário. **SciELO Preprints**, 2024. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/10208>.

SILVA JR, E. A. da. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos**. 8. ed. ampliada. Rio de Janeiro: Varela, 2020.

SILVA, N. B. N. da et al. Avaliação microbiológica de equipamentos e utensílios utilizados em laticínios da região de Rio Pomba - MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 378, 2011. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/149>.

SINGH, H. et al. UVC radiation for food safety: an emerging technology for the microbial disinfection of food products. **Chemical Engineering Journal**, v. 417, p. 128084, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128084>.

STEIN, R. A.; CHIRILĂ, M. Chapter 3: Routes of transmission in the food chain. *In*: DODD, C. E. R.; ALDSWORTH, T.; RIEMANN, H. P. (Eds.). **Foodborne Diseases**. 3. ed. Academic Press, 2017.

TORTORA, G. J. **Microbiologia** [recurso eletrônico]. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Disponível em: <https://archive.org/details/microbiologia-gerard-j.-tortora-berdell-r.-funke-etc./page/n1/mode/2up>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19**: Interim guidance. Geneva: WHO, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19**: Interim guidance. Geneva: WHO, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Food safety. WHO, [s.d.] Disponível em: https://www.who.int/health-topics/food-safety#tab=tab_1.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global report on infection prevention and control**. Geneva: WHO, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO estimates of the global burden of foodborne diseases**: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Geneva: WHO, 2015.

YANG, J.-H. et al. Effectiveness of an ultraviolet-C disinfection system for reduction of healthcare associated pathogens. **Journal of Microbiology, Immunology and Infection**, v. 52, p. 487–493, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmii.2017.08.017>.

ZILA-VELASQUE, J. P. et al. Prevalence and factors associated with food insecurity in eight high-altitude cities in Peru during the second wave of the COVID-19 pandemic: a retrospective, cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 1962, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-022-14372-6>.

4 MANUSCRITO 1

O presente manuscrito após considerações será submetido à revista RASBRAN (Revista da Associação Brasileira de Nutrição), o qual está nas normas da revista.

Avaliação de ferramentas de qualidade em um restaurante universitário no extremo sul do Brasil

Evaluation of quality tools in a university restaurant in the extreme south of Brazil

Clarice Lages De La Rocha¹ e Daniela Fernandes Ramos Soares¹

¹Laboratório de Desenvolvimento de Novos Fármacos (LADEFA), Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande do Sul, Brasil

Resumo

Os Restaurantes Universitários devem oferecer segurança alimentar e nutricional a comunidade, garantindo a segurança dos alimentos, e auxiliando na redução das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), destacando-se na saúde e na permanência dos estudantes nas universidades. Com o objetivo de avaliar a qualidade do alimento oferecido em um Restaurante Universitário do sul do país, duas ferramentas foram aplicadas: um *checklist* para avaliar as condições higiênico-sanitárias e análises microbiológicas. Foi possível evidenciar que 78% dos itens estavam em conformidade, mesmo apresentando problemas relacionados a higiene dos equipamentos e dos manipuladores, matérias primas, ingredientes e embalagens sem critérios de avaliação dos fornecedores e perigo de contaminação cruzada por alimentos crus, semipreparados e prontos para consumo, além de ingredientes perecíveis expostos à temperatura ambiente e inadequações no tempo de descongelamento dos alimentos. Além disso, 40 amostras foram coletadas para realização de análises microbiológicas de diversas superfícies de contato direto e indireto com os alimentos, sendo identificado algum tipo de contaminação bacteriana em 42,5%. Cabe destacar que, 70,6% das amostras apresentaram indicativo de contaminação por *S. aureus* e 47% por *Shighella sp.* A superfície de contato indireto com maior contagem de microrganismos por cm², foi a torneira da área do fogão (121,1 x 10³ UFC/cm² de *Shighella sp.*), enquanto que a tábua de corte (contato direto), apresentou 358 UFC/cm², superando a recomendação de até 50 UFC/cm². A partir dessas análises foi possível evidenciar condições higiênico-sanitárias insatisfatórias e até mesmo impróprias ao consumo, indicando risco para surtos de DTHA.

Palavras-chave: Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Restaurante Institucional. Segurança dos alimentos.

Abstract

University restaurants must provide food and nutritional security to the community, ensuring food safety and helping to reduce waterborne and foodborne diseases (HFDs), standing out in the health and retention of students at universities. To evaluate the quality of the food offered in a university restaurant in the south of the country, two tools were applied: a checklist to assess hygienic and sanitary conditions and microbiological analyses. It was possible to show that 78% of the items were in compliance, despite presenting problems related to the hygiene of equipment and handlers, raw materials,

ingredients and packaging without evaluation criteria from suppliers and risk of cross-contamination by raw, semi-prepared and ready-to-eat foods, in addition to perishable ingredients exposed to room temperature and inadequacies in the defrosting time of foods. In addition, 40 samples were collected for microbiological analyses of various surfaces in direct and indirect contact with food, with some type of bacterial contamination being identified in 42.5%. It is worth noting that 70.6% of the samples showed signs of contamination by S. aureus and 47% by Shighella sp. The indirect contact surface with the highest count of microorganisms per cm² was the faucet in the stove area (121.1x10³ CFU/cm² of Shighella sp.), while the cutting board (direct contact) showed 358 CFU/cm², exceeding the recommendation of up to 50 CFU/cm². From these analyses, it was possible to demonstrate unsatisfactory hygienic-sanitary conditions and even unfit for consumption, indicating a risk for DTHA outbreaks.

Keywords: Foodborne Diseases. University Restaurant. Food Safety.

1 INTRODUÇÃO

O Programa Restaurante Universitário (RU) integrante do Programa Nacional de Assistência Estudantil (PNAES) da Lei nº 14.914/2024, que objetiva “ampliar e garantir as condições de permanência dos estudantes na educação superior e na educação profissional, científica e tecnológica pública e federal e de conclusão dos respectivos cursos” (1). Ela atua como componente fundamental das políticas afirmativas de democratização do ensino superior, sendo uma das ações da assistência mais usufruídas pelos estudantes (2, 3).

O RU normalmente é localizado dentro dos *campi* da universidade e oferece uma refeição completa, oportunizando ao estudante facilidade no deslocamento e redução no tempo preparo com refeições. O estudante, portanto, é estimulado a usufruir desta estrutura, pois terá mais tempo para dedicação aos estudos acadêmicos, assim como para atividades pessoais (3).

O RU tem por finalidade oferecer refeições de baixo custo e até gratuitas em quantidade adequada, isto contribui, principalmente, ao estudante que se encontra em vulnerabilidade social e econômica, porque reduz os gastos do estudante com alimentação (3, 4, 5). Além disso, fornece aos estudantes uma alimentação nutricionalmente balanceada e segura, pois é estruturada dentro de um Programa de Alimentação Saudável na Educação Superior (PASES) que objetiva “promover e garantir a segurança alimentar e nutricional dos estudantes ao desenvolverem atividades de ensino, pesquisa e extensão no âmbito do espaço acadêmico” (1).

Considerando que o RU é um espaço de alimentação, este deve utilizar ferramentas de controle de qualidade em concordância com a legislação brasileira (6, 7),

buscando assegurar um alimento suficientemente satisfatório em relação as condições higiênico-sanitárias (8).

Por isso, é fundamental que o ambiente de produção de alimentos do RU seja estudado, avaliado e planejado, priorizando uma refeição em condições higiênicas adequadas livre de contaminação, pois, se elaborada sem qualidade será veículo de doenças, fazendo com que a ocorrência de surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) impacte diretamente na saúde da comunidade acadêmica (4).

Dados sobre surtos de DTHA em comunidades estudantis, como as atendidas pelos RUs, são documentadas na literatura científica. Estudos constataam a produção de alimentos inseguros e relatam a importância da implementação de ferramentas de qualidade, assim como capacitação constante aos manipuladores (4, 5, 6, 10, 11, 12, 13) e ainda é fato a negligência das Boas Práticas de Fabricação de Alimentos (BPF), em serviços de alimentação, mesmo após duas décadas da existência e exigência de regulamentos que primam pela segurança dos alimentos. No Brasil, a incidência de DTHA ultrapassa as expectativas (9), e como indicado nos estudos muitos RUs apresentam deficiências nos protocolos de segurança alimentar, oferecendo alimentos inadequados para o consumo (4, 5, 6, 10, 11, 12, 13). Essas falhas nos procedimentos do BPF evidenciam a necessidade de reforço nas práticas de controle de qualidade e higiene, garantindo que os RUs operem de maneira segura e dentro dos padrões exigidos pela legislação, garantindo a qualidade dos alimentos oferecidos e a proteção da saúde do estudante.

Por tudo isso, é possível considerar a notável importância do RU por viabilizar a permanência no ensino superior de estudantes oriundos de famílias de menor poder econômico, quanto preservar a saúde através de uma alimentação saudável e sustentável, pois isso é fonte vital aos estudantes destas instituições que primam pelo desenvolvimento sustentável no Brasil.

Visando mitigar os efeitos que possam ser gerados pelas DTHAs e primar pela inocuidade dos alimentos, este trabalho se propôs avaliar ferramentas de qualidade dos alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo das refeições de um restaurante universitário do extremo sul do Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo experimental transversal desenvolvido em um Restaurante Universitário da Universidade Federal do Rio Grande, no período de 20 dias, no mês de setembro de 2022. Foram utilizadas duas ferramentas de avaliação da qualidade do serviço de alimentação: a lista de verificação (6); e análise microbiológica de alimentos, superfícies e equipamentos.

2.1 Descrição do local de estudo

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) fez sua adesão ao Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e ao Sistema de Seleção Unificada (SISU) o que resultou em sua rápida e efetiva expansão. O restaurante escolhido (RU-CCMAR), localiza-se na área central da cidade de uma cidade litorânea do sul do Rio Grande do Sul, Rio Grande-RS. Além da comunidade acadêmica, atende jovens de 14 a 17 anos em situação de vulnerabilidade sócio-econômico-ambiental, através do projeto que oferta cursos pré-profissionalizantes, desenvolvido, desde 2008, o Centro de Convívio dos Meninos do Mar (CCMAR). Neste espaço foi dimensionada uma cozinha industrial com capacidade para o preparo de 800 refeições/dia e conta com a fiscalização da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) com o auxílio da Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA), por meio de licitação pública, sendo atendido por uma empresa terceirizada, como prestadora de serviços. Desta forma, esta estrutura atende os estudantes do CCMAR, os estudantes universitários da área da saúde, a comunidade acadêmica e o público em geral, bem como, tem sido utilizado como ambiente de aprendizado para o Curso de Culinária do CCMAR.

O contrato de prestação do serviço conta com uma nutricionista, que é responsável pela qualidade higiênico-sanitária do restaurante como um todo. Normalmente são fornecidas, no período letivo, em média, 750 refeições/dia de segunda a sexta-feira, entre almoço e jantar, e aos sábados 100 almoços. O cardápio do almoço e jantar devem conter arroz, feijão, 3 tipos de saladas, uma guarnição, 3 pratos principais proteicos, 1 opção vegana e 1 fruta de sobremesa.

Dessa forma, o RU-CCMAR foi o cenário escolhido para realização de um estudo a fim de avaliar as condições higiênico-sanitárias através de um *checklist* e de análises microbiológicas dos pontos de verificação deste serviço de alimentação, e propor estratégias de prevenção e controle para minorar os perigos relacionados às DTHA.

2.2 Identificação de pontos de verificação e coleta de amostras

Mediante a planta baixa da cozinha e do refeitório do RU-CCMAR, gentilmente cedida pela PROINFRA da FURG, foram elencados alguns pontos de verificação de superfícies: equipamentos, utensílios e mobiliário de contato direto e indireto com os alimentos, alimentos (de acordo com o cardápio do dia), um equipamento de proteção individual, bem como a qualidade do ar no refeitório, também foi avaliado.

De acordo com o mapeamento, 40 pontos de verificação foram coletados para a realização das análises microbiológicas, sendo estes relacionados em áreas, são elas: a) Área de recepção de matéria-prima: Tanque de lavagem de vegetais, Freezer de frango, Freezer de porco, Freezer de preparações, Freezer de carne de rês, Freezer de peixe, Refrigerador inox de carnes; b) Área de instalações sanitárias: Maçaneta de porta banheiro masculino, Maçaneta de porta banheiro feminino; c) Área de cocção: Fogão, Chapa bifeteira, Fritadeira, Forno Turbo, Torneira da área quente, Balcão de inox área quente, Lixeira área quente; d) Área de distribuição de refeições: Refrigerador vertical fogão, Refrigerador vertical lanches, Passa pratos quente, Passa pratos frio; e) Área de pré-preparo: Torneira da área da salada, Tábua de corte vermelha, Processador de legumes; f) Área de higienização (processamento e pratos): Torneira da área suja; g) Refeitório: Talher de servir o buffet, Buffet quente, Buffet frio, Cadeira, Mesa, Ar e Torneira do bebedouro; h) Estruturas fixas: Câmara fria; i) Equipamentos: Aranha (cortador de legumes); j) EPI: Avental de napa; k) Alimentos.

Todas as amostras foram coletadas de acordo com um cronograma organizado onde a média de 13 amostras por semana foram analisadas totalizando 40 amostras no período do estudo. Duas amostras foram coletadas para avaliação da qualidade do ar, através de placas de petri com ágar nutriente expostas ao ar do refeitório e da câmara fria durante 30 minutos. Posteriormente, estas foram encaminhadas ao laboratório e incubadas a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h, sendo, então caracterizadas microbiologicamente.

Trinta e quatro amostras de superfícies foram coletadas friccionando um *swab* estéril, com pressão constante, em movimentos giratórios. A parte manuseada da haste do *swab* foi descartada antes de mergulhar os microrganismos aderidos no frasco contendo 10 mL de meio *skim milk*, sendo, armazenadas sob refrigeração, a 4°C , até o processamento para análises microbiológicas posteriores.

Por outro lado, quatro amostras de alimento foram coletadas no momento em que estavam nos equipamentos aguardando o uso em preparações ou para distribuição, sendo estes, embalados individualmente em sacos de amostras estéreis identificados e fechados. Ao chegarem ao Laboratório de Desenvolvimento de Novos Fármacos da faculdade de

medicina da FURG, 2 gramas de cada amostra de alimento foram pesadas e uma solução preparada em 20 mL de água destilada estéril. A fim de determinar o quantitativo de unidades formadoras de colônias pela técnica do Número Mais Provável (NMP), sucessivas diluições (até 1:10000) foram realizadas e 1 mL dessa diluição final semeado em meio ágar nutriente para contagem de microrganismos mesófilos.

2.3 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas para identificação e quantificação, utilizando meios seletivos e diferenciais, sugestivos de coliformes totais, termotolerantes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp./Shighella sp.* Além disso, para a contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios procedeu-se a semeadura em meio ágar Nutriente com posterior incubação a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h. Transcorrido o tempo de incubação das amostras alimentícias fez-se a contagem do número de colônias, multiplicou-se a média aritmética das duplicatas pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em UFC/g ou ml de alimento, caracterizando-se as colônias em brancas leitosas e opacas.

Para identificação de *S. aureus*, tanto a amostra alimentícia como para equipamentos e superfícies, foram feitas semeaduras das amostras em meio seletivo ágar Sal Manitol, sendo o crescimento amarelado caracterizado como positivo para esse patógeno, enquanto o meio *Shighella / Salmonella* (SS) foi utilizado para identificação, uma vez que inibe outros microrganismos e permite diferenciar estes dois microrganismos. A posterior as placas foram colocadas em estufa a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h.

Para avaliação da presença de coliformes totais e termotolerantes para as amostras alimentícias, equipamentos e superfícies realizou-se inoculação de cada material coletado em Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), sendo estes, incubados em estufa bacteriológica a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h, sendo considerado presuntivamente positivos os tubos com turbidez e formação de gás no tubo de Durhan e produção de ácido evidenciado pela formação de cor amarela. Além disso, as amostras foram, também, inoculadas em Caldo verde Brilhante Lactose Bile 2% (CVBLB) e incubação a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h, como teste confirmativo de coliformes totais, sendo considerados positivos os tubos com turbidez e produção de gás no tubo de Durhan. O teste confirmativo para coliformes termotolerantes foi realizado com Caldo *E. coli* (Caldo EC) com incubação em estufa a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por até 48h, sendo considerado positivos para coliformes termotolerantes os tubos com turbidez

e produção de gás no tubo de Durhan.

Logo após analisar e quantificar as unidades formadoras de colônias (UFC) desses patógenos, cada material foi classificado conforme a RDC n° 724 (14), Instrução Normativa n° 161 (15), assim como através do Manual da Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (16) e do Manual de Controle Higiênico-sanitário em Alimentos (8).

2.4 Checklist

Por meio da observação participante, foi aplicada a lista de verificação das condições higiênico-sanitárias para serviços de alimentação de acordo com o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação da RDC n° 216 através de um *checklist* que foi criado para verificar as BPFs, disponível na RDC n° 275 (6).

Esta legislação é vigente em todo país e todo serviço de alimentação precisa atender ao menos 75% dos itens apresentados no *checklist*, que prevê avaliação das estruturas fixas e móveis (instalações e utensílios), controle integrado de vetores e pragas urbanas, abastecimento de água, manejo de resíduos, conferência de saúde dos manipuladores e também a higiene pessoal, condições das etapas de recebimento, armazenamento e preparo dos alimentos, controle na exposição ao consumo do alimento preparado, documentos e registros que devem estar acessíveis tanto aos funcionários quanto à autoridade sanitária de fiscalização, assim como ter um responsável pelas atividades, devidamente capacitado (6).

2.5 Promoção da Educação em Saúde

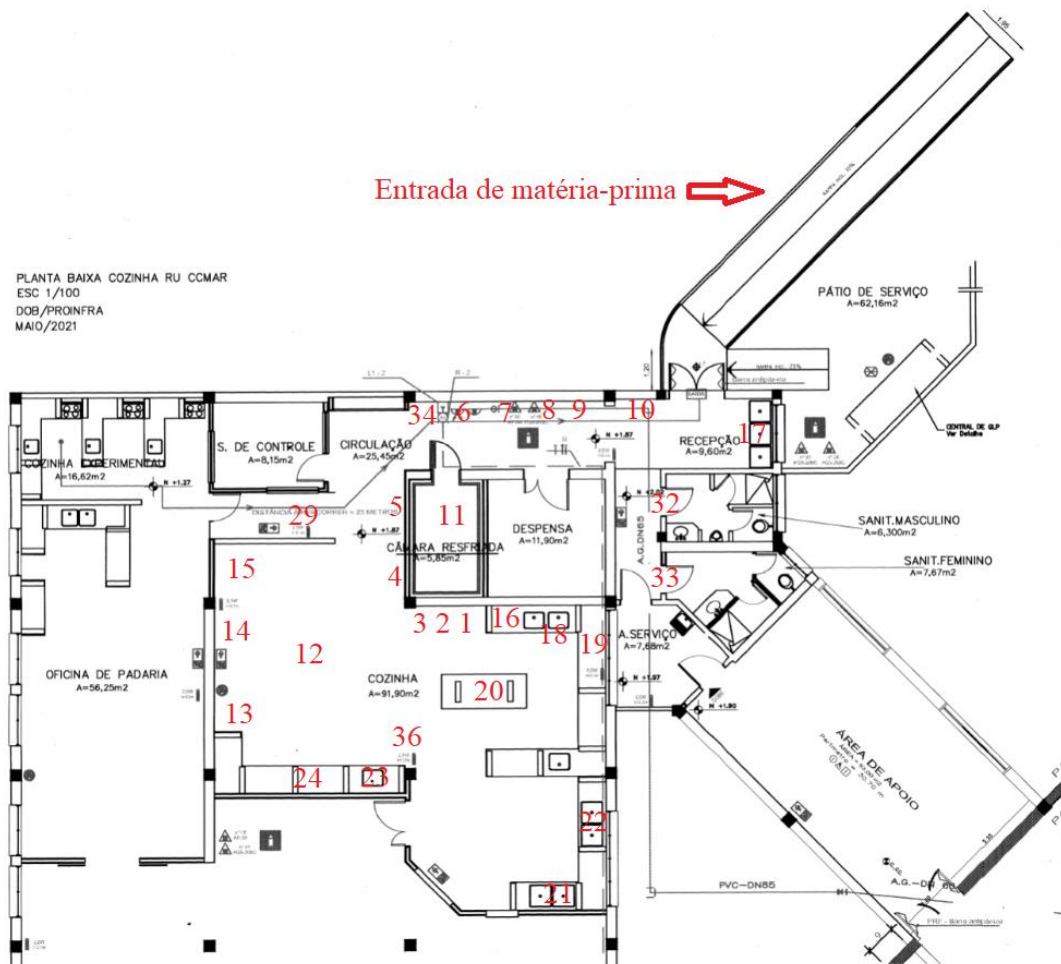
O desenvolvimento de práticas educativas, objetivando a promoção da educação em saúde, no tocante à qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, superfícies e equipamentos foi realizada através de capacitações aos colaboradores do RU-CCMAR com a adoção de metodologias participativas que orientava sobre as BPF qualificando os hábitos culturais destes indivíduos que constituem a sociedade local e podem ser bons exemplos na área de produção de alimentos (17).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Delineamento dos pontos de verificação na planta baixa da cozinha e do

refeitório do RU-CCMAR

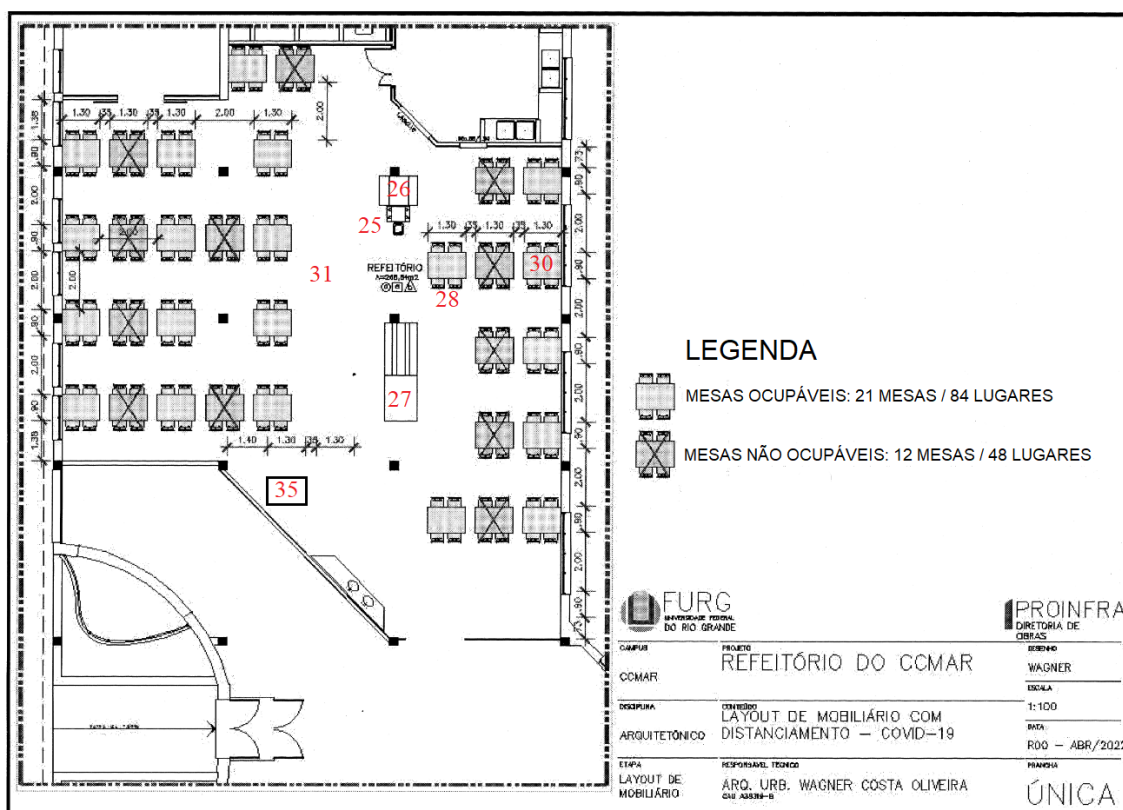
A partir da planta baixa do RU-CCMAR, foram identificados, durante o período do estudo, 36 pontos de verificação amostrais (Figuras 1 e 2), além de 4 alimentos escolhidos (carne moída crua, alface higienizada, porco cru e peixe cru) conforme o cardápio do dia para avaliação técnica de matéria prima *in natura*. Ao utilizar a planta baixa para identificação dos pontos de verificação para coleta de amostras, foram evidenciadas as superfícies, equipamentos, utensílios e mobiliários de contato direto ou indireto com os alimentos através de uma legenda numerada na planta baixa, que permitiu organizar um cronograma de execução da rotina do estudo. Este cronograma conta com a descrição do dia, o alimento, os pontos de coleta, as rotinas como aplicação da lista de verificação, e observações. Gradativamente, ao longo da execução do estudo foram coletadas 40 amostras para análises microbiológicas.



Fonte: PROINFRA / DOB / FURG, 2021.

Figura 1 – Planta baixa numerada da Cozinha: (1) Passa pratos frio; (2) Passa pratos quente; (3) Refrigerador vertical; (4) Refrigerador vertical lanches; (5) Refrigerador inox

de carnes; (6) Freezer de frango; (7) Freezer de porco; (8) Freezer de preparações; (9) Freezer de carne de rês; (10) Freezer de peixe; (11) Câmara fria; (12) Fogão; (13) Chapa bifeteira; (14) Fritadeira; (15) Forno Turbo; (16) Processador de legumes; (17) Tanque de lavagem de vegetais; (18) Torneira da área da salada; (19) Tábua de corte vermelha; (20) Balcão inox curso culinária; (21) Torneira da área suja; (22) Torneira da área suja; (23) Torneira da área quente; (24) Balcão de inox área quente; (29) Aranha (cortador de legumes); (32) Maçaneta de porta banheiro masculino; (33) Maçaneta de porta banheiro feminino; (34) Avental de napa; (36) Lixeira área quente.



Fonte: PROINFRA / DOB / FURG, 2021.

Figura 2 – Planta baixa numerada do Refeitório: (25) Talher de servir o buffet; (26) Buffet quente de distribuição; (27) Buffet frio de distribuição; (28) Cadeira; (30) Mesa; (31) Ar; (35) Torneira do bebedouro.

3.2 Análises microbiológicas

A cada dia de execução do estudo, eram preenchidas fichas de registro de cada amostra com os resultados laboratoriais quanto a quantificação e característica da amostra. Tanto a legislação quanto estudos classificam padrões microbiológicos seguros nos alimentos, equipamentos e utensílios. Aos alimentos a IN nº161 (15) descreve

padrões microbiológicos específicos para alimentos. Com relação as superfícies de contato direto e indireto com os alimentos a indicação é de 50 bactérias/cm² e 100 bactérias/cm², respectivamente (8, 14, 15, 16).

Das 40 amostras coletadas, dezessete (42,5%) apresentaram alguma contaminação microbiológica. Destas dezessete (Tabelas 1 e 2), onze (64,7%) foram positivas em caldo LST quanto CVBLB, indicando contaminação ambiental (geralmente relacionada a condições sanitárias inadequadas), enquanto sete (41,2%) foram positivas em caldo EC indicando contaminação fecal (animal, homem e solo/água contaminada), dez (58,8%) cresceram em ágar Manitol indicando contaminação por microrganismos patogênicos, como o *S. aureus*, e sete (41,2%) cresceram em ágar SS indicando a presença de *Shighella sp.*

Considerando as onze amostras positivas nos testes que permitiram a identificação da presença de coliformes totais e termotolerantes, destacam-se: torneira da área do fogão, tábua de corte, balcão de pia fogão, porco cru, alface higienizada, avental de napa, refrigerador vertical da área quente, carne rês moída, processador, peixe cru e lixeira da área do fogão. Além disso, 41,2% foram confirmadas em relação a presença de coliformes termotolerantes, através do caldo EC positivo: torneira da área do fogão, tábua de corte, balcão de pia do fogão, porco cru, carne rês moída, alface higienizada e peixe cru. Dez (58,8%) apresentaram crescimento indicativo de *S. aureus*, o qual é reportado constantemente como condições higiênico-sanitárias insatisfatórias.

A partir dessas análises foi possível identificar indicadores de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, onde pode haver maior risco de proliferação de microrganismos patogênicos, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2 abaixo.

Tabela 1. Identificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus*, *Shighella* e/ou *Samonella* e quantificação de mesófilos aeróbios totais das amostras identificadas em equipamentos e utensílios coletados no RU-CCMAR de Rio Grande – RS, durante o período de 20 dias (UFC/cm²).

| Superfície | Mesófilos aeróbios totais | Coliformes totais | Coliformes termotolerantes | <i>S. aureus</i> | <i>Salmonella/Shighella</i> |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 19 Tábua de corte | 358 | + | + | 8 | 13,6 x 10 ³ |
| 24 Balcão de pia | S/C | + | + | 84 | S/C |
| 23 Torneira do fogão | 57,7 x 10 ³ | + | + | 73,3 x 10 ³ | 121,1 x 10 ³ |
| 4 Refrigerador vertical | 16 x 10 ³ | + | S/C | 30 | S/C |

| | | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----|-----|------------------------|-----|
| 34 Avental de napa | 48 | + | + | S/C | S/C |
| 16 Processador | S/C | + | S/C | S/C | S/C |
| 10 Freezer recepção | 3,55 x 10 ³ | S/C | S/C | S/C | S/C |
| 17 Tanque lavagem vegetais | 44 | S/C | S/C | S/C | 17 |
| 11 Câmara fria | 7,66 x 10 ³ | S/C | S/C | 1,66 x 10 ³ | S/C |
| 22 Torneira higienização | 143 x 10 ³ | S/C | S/C | 102 x 10 ³ | S/C |
| 18 Torneira saladas | 137 x 10 ^{3#} | S/C | S/C | 6,6 x 10 ³ | S/C |
| 35 Bebedouro | 35,5 x 10 ³ | + | S/C | S/C | S/C |
| 36 Lixeira área quente | 140 | + | S/C | 10 | S/C |

Legenda: (+) presença; (-) ausência; (S/C) sem crescimento; (¹) sem gás.

Tabela 2. Identificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus*, *Shighella* e *Samonella* e quantificação de mesófilos aeróbios totais das amostras de alimentos coletadas no RU-CCMAR de Rio Grande – RS, durante o período de 20 dias (UFC/g).

| Superfície | Mesófilos aeróbios totais | Coliformes totais | Coliformes termotolerantes | <i>S. aureus</i> | <i>Salmonella/Shighella</i> |
|----------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Carne rês moída crua | S/C | + | + | S/C | S/C |
| Alface higienizada | 630 | + | + ¹ | 10 | 180 |
| Porco Cru resfriado | 50 | + | + | S/C | S/C |
| Peixe cru resfriado | 130 | + ¹ | + ¹ | 20 | S/C |

Legenda: (+) presença; (-) ausência; (S/C) sem crescimento; (¹) sem gás.

Entre os alimentos (Tabela 2), a alface higienizada se destacou com relação a outros alimentos por apresentar uma contaminação superior e imprópria para consumo em relação as demais amostras alimentícias (crescimento sugestivo de 180 UFC/g de *Shighella* sp. em meio SS).

Quanto aos equipamentos e superfícies de contato direto com os alimentos (Tabela 1), a tábua de corte apresentou uma contagem acima do esperado segundo Legnani et al. (2004) (13,6 x 10³ UFC/cm²), especialmente, relacionado ao crescimento em meio SS, sugerindo maior risco de DTHA, devido a condição higiênico-sanitária insatisfatória, além de estar imprópria para uso por apresentar microrganismos patogênicos. Outra superfície em condições semelhantes a tábua de corte, foi a torneira da pia do fogão (121,1x10³ UFC/cm² no meio SS) com o diferencial que esta ocasiona contaminações por contato indireto, assim como o balcão de pia do fogão, também classificado como

equipamento de contato indireto, mas não apresentou crescimento de microrganismos patogênicos.

A prevenção das DTHA inicia antes mesmo da elaboração do cardápio, pois a estrutura operacional de uma cozinha denota uma filosofia de trabalho, que entre tantos determinantes físicos define fornecedores, colaboradores, tipo de gerência, tipo de acompanhamento médico-laboral, enfim dimensiona uma estrutura que irá fiscalizar as condutas dentro da cozinha que, sendo composta por móveis, equipamentos e utensílios recebe a matéria-prima (alimento) e operacionaliza processos de produção para uma refeição que irá sair da cozinha podendo se apresentar ao consumidor final contaminada ou não (8). No entanto, para um adequado estudo epidemiológico na avaliação das DTHAs, a análise microbiológica confere a possibilidade de examinar as condições higiênicas e sanitárias dos alimentos, assim como do ambiente de preparação dos alimentos (16).

Considerando as análises microbiológicas seis pontos obtiveram destaque para perigo de contaminação alimentar, o ponto 19 - Tábua de corte utilizada para carnes cruas, foi possível evidenciar crescimento de todas as bactérias analisadas, com destaque para a presença de *Shigella* ($13,6 \times 10^3$ UFC/cm²), que supera a quantidade adequada recomendada no Manual Associação Brasileira de Empresas de Alimentação Coletiva (ABERC) e no Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos (≤ 50 bactérias / cm²) (8, 16), representando um risco maior de favorecer a ocorrência de surtos ocasionados por DTHA.

Além disso, a presença de coliformes totais são indicadores de condição sanitária insatisfatória, enquanto os coliformes termotolerantes, são indicadores de condições higiênico-sanitária insatisfatória, assim como a presença de *S. aureus*.

É importante lembrar que no abate de animais, este pode transmitir microrganismos, se sua condição estiver inadequada. Outra situação é quando o alimento é contaminado antes de ser colhido, que é o caso dos hortifrutigrangeiros, ou seja, neste caso o alimento será contaminado através do solo ou da água contendo microrganismos patogênicos como a *Salmonella* (8).

O ponto 24 - Balcão de pia em inox, está localizado na área quente da cozinha e utilizado como bancada de apoio para alimentos e preparações durante a cocção. A superfície deste balcão apresentou presença de todas as bactérias avaliadas, com destaque para a presença de *S. aureus*, que predominantemente coloniza a região nasal e pele do homem, assim como está no ambiente. Este microrganismo contamina o alimento ao

entrar em contato após cocção ou desinfecção dos alimentos, tossir e espirrar, ou utilizar panos para o contato das preparações.

O ponto 23 - Torneira de metal da área do fogão, também da área quente, muito utilizada pelo cozinheiro e auxiliar no momento do preparo dos alimentos, apresentou crescimento de todas as bactérias avaliadas, indicando condição higiênico-sanitária insatisfatória, novamente com destaque para a presença de *Shighella*, sendo este o microrganismo com a maior contagem entre os pontos avaliados ($121,1 \times 10^3$ UFC/cm²).

O ponto 4 - Puxador do refrigerador vertical, localizado próximo ao fogão tem a função de acondicionar os insumos durante o preparo das refeições, sendo repetidamente utilizado. O equipamento apresentou uma contagem expressiva de microrganismos mesófilos (16×10^3 UFC/cm²), coliformes totais e termotolerantes, porém com uma baixa contagem de *S. aureus*, e ausência de *Salmonella/Shighella*, o que indica contaminação cruzada entre alimentos crus com alimentos cozidos, mãos e utensílios não higienizados entre um uso e outro, para gêneros de alimentos diferentes e após utilizar o banheiro.

O ponto 34 - Avental de napa, do manipulador de saladas, apresentou a presença de coliformes totais e termotolerantes, através das análises microbiológicas realizadas, sendo estes indicadores de condição sanitária insatisfatória, sendo considerado um perigo conforme recomenda a ABERC e no Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos (≤ 100 bactérias / cm²), mas não excedendo o recomendado (16, 8). A manutenção e limpeza de superfícies sem contato direto com os alimentos não é estritamente regulamentada por agências de saúde nacionais, no entanto, elas podem representar um reservatório para patógenos de origem alimentar e desencadear um risco, entrando em contato com as mãos, que conseqüentemente entram em contato com os alimentos (20).

Dentre os 4 alimentos analisados, carne moída crua, alface higienizada, porco cru e peixe cru, todos apresentaram presença de microrganismos, mas a alface, mesmo tendo sido higienizada com hipoclorito de sódio 2,5% por 15 minutos, teve evidenciada a contaminação por *Shighella sp.*, que conforme Warren et al. (2007) relata que é comum a contaminação de alimentos por este patógeno através de manipuladores infectados por prática de higiene precária (21).

A maioria das contaminações está associada a utensílios de contato indireto com os alimentos e isso pode estar associado a falta de controle na qualidade do serviço de alimentação com relação a aspectos da equipe, dos materiais e da higienização de alimentos e equipamentos. Basicamente a maior debilidade apresentada foi na cozinha

entre móveis, equipamentos, utensílios e EPI, vale salientar que a *design* de pequenas curvas das torneiras dificulta a higienização. Portanto, este estudo demonstrou que superfícies diversas, se não forem higienizados adequadamente ou por estarem desgastadas, podem abrigar uma alta carga microbiana. Assim sendo, a avaliação das boas práticas de manipulação na produção de alimentos e as análises microbiológicas, são estratégias sobre segurança dos alimentos para reduzir os perigos de contaminação e prevenir as DTHA. Compreender a estrutura de uma cozinha para que tenha condições de operacionalizar a matéria prima e a mão de obra na preparação dos alimentos com higiene, técnica, tempo e temperatura adequada é promover a segurança alimentar (8).

3.3 Aplicação do *checklist*

Além de identificar os pontos de verificação e realizar as análises microbiológicas destes, foi aplicada uma lista de verificação (apêndice A da RDC n° 275/2002), com 82 itens avaliados, subdivididos em: Instalações; Equipamentos; Controle integrado de vetores e pragas urbanas; Abastecimento de água; Manejo de resíduos; Manipuladores; Matérias-primas, ingredientes e embalagens; Preparação do alimento; Armazenamento e transporte do alimento preparado; Exposição ao consumo do alimento preparado; Documentação e registro.

Mediante a observação participante avaliando a rotina laboral dos manipuladores de alimentos, a lista de verificação foi respondida, constatando que 78% dos itens estavam em *conformidade* (C), 12% dos itens em *não conformidade* (NC) e 10% não se aplicam ao estabelecimento (NA). Entre os itens em “não conformidade” com a legislação (Brasil, 2002), estão:

a. Instalações – piso com imperfeições e higienização inadequada, porta despensa sem fechamento automático, instalações sanitárias contendo objetos em desuso e portas sem fechamento automático;

b. Equipamentos – Tábuas de corte sem especificação da frequência de higiene;

c. Matérias Primas, Ingredientes e Embalagens – não possui critérios de avaliação dos fornecedores;

d. Preparação do alimento – perigo de contaminação cruzada por alimentos crus, semipreparados e prontos para consumo, matéria prima e ingredientes perecíveis expostos à temperatura ambiente além do tempo mínimo de 30 minutos, o descongelamento dos alimentos (carnes) são efetuados em temperatura ambiente.

A produção de alimentos está sujeitada a vigilância sanitária e as boas práticas para serviços de alimentação, seja ele uma padaria, um restaurante institucional ou comercial. Acima de tudo, estes locais devem certificar que o alimento tenha seu processamento adequado, garantindo um produto seguro, isto é, que não apresente perigos à saúde dos consumidores (13).

De acordo com o resultado dos itens *não conformidade* necessitam de readequação por meio de esclarecimentos aos manipuladores de alimentos com relação a higiene adequada das instalações, adaptação do sistema de fechamento automático das portas, organização adequada dos sanitários e fixação de escala de higiene das tábuas de corte, de contato direto com os alimentos, ou seja, realizar manutenção dessa superfície com a efetiva desinfecção para controlar ou evitar a proliferação de microrganismos patogênicos. É necessário rever a estrutura de avaliação de fornecedores e atualizar os manipuladores através de treinamentos ou capacitações quanto ao preparo dos alimentos e os perigos de contaminação que desencadeiam uma DTHA.

Outra questão relevante sobre o conjunto de informações colhidas é que se não existe critério de avaliação de fornecedores, a alface, por exemplo, pode vir contaminada, acrescido do fato de que, o processo de sanitização não foi adequado, e ainda, se o avental de napa que entra em contato com alimentos higienizados e *in natura*, isso, pode aumentar o perigo potencial de contaminação. Com relação as tábuas de polipropileno, se não existe especificação na frequência de limpeza estas em contato com alimentos sem refrigeração adequada, acrescido da inadequada higiene das mãos, pode propiciar o desenvolvimento e a multiplicação de microrganismos patogênicos. É de suma importância agir em prol de alimentos seguros através das BPF, pois mesmo que os resultados não estejam oferecendo riscos à saúde, nesse momento e sob essas condições, são indicadores de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias.

A falha na desinfecção de superfícies em restaurantes que entram em contato com alimentos, direta ou indiretamente, como equipamentos, utensílios, superfícies de preparação dos alimentos, recipientes, móveis e demais estruturas causam impacto na qualidade higiênico-sanitária das preparações, pois superfícies desgastadas com frestas e ranhuras são um depósito para alimento e microrganismos que aproveitam a interação e consequentemente a formação de biofilme bacteriano (4, 16, 18, 19).

Portanto alimento saudável compreende não só a qualidade nutricional e sensorial, mas também abarca critérios como a qualidade higiênico-sanitária com que este alimento foi elaborado. Dito isto, é fundamental o cuidado com o alimento na preparação para

evitar a contaminação por microrganismos patogênicos que causam surtos de DTHA, desencadeados pelo próprio homem de forma direta ou indireta, estando ele doente ou saudável ou ainda por meio da contaminação ambiental (8).

3.4 Promoção da educação em saúde

Diversas atividades de educação em saúde para a produção de alimentos seguros no serviço de alimentação do RU-CCMAR, foram realizadas com a intenção de capacitar e educar a empresa terceirizada através de seus manipuladores de alimentos assim como o público que frequenta do RU-CCMAR, que são estudantes e comunidade acadêmica. Todos podem e devem ser estimulados nos locais de produção de alimentos, assim como em ambientes que promovem educação a compreender como aplacar os perigos invisíveis contidos na preparação dos alimentos. Visando reduzir os efeitos gerados pelas DTHAs foi realizada uma capacitação com os manipuladores de alimentos do RU-CCMAR sobre BPF, esta ação gerou uma melhora de 10% nas conformidades do *checklist* exigido pela legislação.

O CCMAR oferece quatro cursos que possuem relação direto com os microrganismos, panificação, culinária, manicure e agricultura. Especialmente, os estudantes destes cursos tiveram uma capacitação que permitiu aos estudantes compreenderem, ainda mais, o papel deles na contaminação de suas atividades e nas boas práticas.

O RU-CCMAR é um ambiente aberto ao público em geral e atende aos estudantes da área da saúde da FURG como descrito anteriormente. Portanto, observando o acesso de alguns estudantes/trabalhadores da área da saúde com roupa profissional de uso no ambiente hospitalar foi realizada uma ação educativa sobre Infecção Relacionada à Assistência em Saúde (IRAS) devido ao uso impróprio de EPI por eles fora do ambiente profissional.

É crucial a promoção da saúde em serviços de alimentação a avaliação microbiológica e a aplicação de medidas de controle de qualidade faz-se ideia fundamental (13). Todas estas abordagens de educação em saúde foram realizadas no ambiente que o RU-CCMAR está instalado e concretizadas a partir de observações e críticas construtivas para que o RU-CCMAR se constitua um exemplo prático e eficiente de estratégias e abordagens que primam pelo cuidado constante e pelo aprimoramento de todos que convivem neste espaço.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que as condições higiênico sanitárias da cozinha se encontram inadequadas, podendo ser focos de contaminação, mesmo apresentando um *checklist* conforme, a avaliação microbiológica avaliada demonstrou cargas microbianas inaceitáveis e fora da recomendação nacional, para os microrganismos analisados. A análise microbiológica pode estar dentro de um programa de qualidade periódico nos serviços de alimentação, onde se busca relacionar itens importantes para a prevenção de surtos de DTHA, acrescenta-se a isso condutas relacionadas aos manipuladores de alimentos, através de exames laboratoriais, treinamentos e técnicas culinárias adequadas, assim como no ambiente de trabalho, através do cuidado com os equipamentos e utensílios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil. Lei nº 7.234, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Assistência Estudantil - PNAES. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7234.htm. Acesso em: 11 dez. 2023.
2. Ravello, Renata Pase, et al. "Avaliação dos serviços em restaurantes universitários na universidade federal de Santa Maria/RS." *Revista de Administração FACES Journal* (2022).
3. de Sousa, Laiana Paula Severo, and Maria Elias Soares. "Políticas de permanência estudantil no ensino superior: a importância do programa restaurante universitário."
4. Rodrigues, Jaqueline Milão et al. Avaliação das condições microbiológicas de alimentos, superfícies e utensílios utilizados no preparo de refeições em um restaurante universitário. *Tópicos em ciências e tecnologia de alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas*, p. 157-186, 2017.
5. Santos, Rebeca Moraes Silva et al. Avaliação de restaurante universitário por meio do regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 2, p. 5, 2015.
6. Brasil. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.
7. Brasil. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.
8. Silva Jr, Eneo Alves da. *Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos*. 8ª edição ampliada, 2020. Editora: Varela.
9. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. *Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil*. Informe: março de 2024.

10. Pereira, Tafael Lucas; Braga, Ana Carolina. Avaliação de boas práticas de fabricação no processo de refeições de restaurante universitário. *Revista Espacios* | Vol. 35 (Nº 5) Año 2014, 2014.
11. Dias, Rose M. Feliciano; Santos, Isabella Costa Bandeira dos. Aplicação das boas práticas em restaurantes e lanchonetes localizados em instituição de ensino superior de salvador, BA. *Revista Higiene Alimentar*, v. 31, n. 270/271, 2017.
12. Nogueira, Josimara Pereira et al. Restaurantes de instituições públicas de ensino: um olhar sobre desempenho ambiental e condições higienicossanitárias. *Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente*, v. 8, n. 3, p. 265-278, 2021.
13. De Figueiredo, Andreza Campos Ferreira et al. Avaliação da implementação das ferramentas de qualidade em uma unidade de alimentação e nutrição institucional. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e172101220195-e172101220195, 2021.
14. Brasil. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 724, de 1º de julho de 2022a – Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação.
15. Brasil. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 161, de 1º de julho de 2022b - Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos.
16. Manual ABERC de Práticas de Elaboração e Serviço de Refeições para Coletividades – Associação Brasileira das Empresas de refeições Coletivas, 2013.
17. Devides, G.G.G.; Maffei, D.F.; Catanozi, M.P.L.M. Perfil socioeconômico e profissional de manipuladores de alimentos e o impacto positivo de um curso de capacitação em Boas Práticas de Fabricação. *Brazilian Journal of Food Technology Jun 2014, Volume 17 Nº 2 Páginas 166 - 176*. <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.014>
18. Cardoso, R., Souza, E., Santos, P. Unidades de alimentação e nutrição nos campi da Universidade Federal da Bahia: um estudo sob a perspectiva do alimento seguro. *Rev. Nutr., Campinas*, v.18 (5), p.669-680, 2005.
19. Teixeira, Pilar, et al. "O impacto de biofilmes microbianos na higiene e segurança alimentar." *Boletim de biotecnologia* 2.6 (2015): 31-34.
20. Patel, D., Stansell, J., Jaimes, M., Ferris, K. and Webb, G. (2017), A Survey of Microbial Contamination on Restaurant Nonfood-Contact Surfaces. *Journal of Food Safety*, 37: e12287. <https://doi.org/10.1111/jfs.12287>
21. Warren, BR, Parish, ME, & Schneider, KR (2006). Shigella como um patógeno transmitido por alimentos e métodos atuais para detecção em alimentos. *Críticas críticas em ciência e nutrição de alimentos* , 46 (7), 551–567. <https://doi.org/10.1080/10408390500295458>

5 MANUSCRITO 2

O presente manuscrito após considerações será submetido à revista FOOD CONTROL, o qual está nas normas da revista.

Dispositivo portátil com radiação ultravioleta para segurança dos alimentos

Clarice Lages de La Rocha^a; Anderson Favero Porte^b; Marcelo Moraes Galarça^b; Ana Carolina Velloso de Almeida^b; Daza de Moraes Vaz Batista Filqueira^c; Ana Paula de Souza Votto^c; Daniela Fernandes Ramos^{d*}

^a Laboratório de Desenvolvimento de Novos Fármacos (LADEFA), Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande do Sul, Brasil

^b Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

^c Laboratório de Cultura Celular – pós-graduação em Ciências Fisiológicas, Instituto de Ciências Biológicas - FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

^d Laboratório de Desenvolvimento de Novos Fármacos (LADEFA), Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande do Sul, Brasil

*Autor correspondente: Núcleo de Desenvolvimento de Novos Fármacos – NUDEFA, Rua General Osório, s/nº, Campus Saúde, 2º andar, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: daniferamos@gmail.com

Contribuições dos autores

Clarice Lages de La Rocha: conceitualização, análise formal, investigação e escrita

Anderson Favero Porte: administração de projetos e recursos

Marcelo Moraes Galarça: administração de projetos e recursos

Ana Carolina Velloso de Almeida: criação

Daza de Moraes Vaz Batista Filqueira: conceitualização e investigação

Ana Paula de Souza Votto: conceitualização e investigação

Daniela Fernandes Ramos: curadoria de dados, aquisição de financiamento, metodologia, supervisão e escrita

Fontes de financiamento

Este projeto terá o financiamento de outros projetos aprovados pelos órgãos de fomento, além de materiais já disponíveis no LADEFA.

Glossário

DTHA – Doença de Transmissão Hídrica e Alimentar

E – Irradiância

EFSA – European Food Safety (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)
EPI – Equipamento de Proteção Individual
EUA – Estados Unidos da América
FAO – Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
FDA – Food and Drug Administration
ICB – Instituto de Ciências Biológicas
IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul
MS – Ministério da Saúde
OMS – Organização Mundial da Saúde
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
UFC – Unidades Formadoras de Colônias
UV – Ultravioleta
UV-C – Ultravioleta banda tipo C
WHO – World Health Organization

Resumo

As Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA), impedem o desenvolvimento socioeconômico sobrecarregando os sistemas de saúde, prejudicando a economia mundial e contribuem para as elevadas taxas de morbimortalidade mundiais. Neste sentido, novas tecnologias têm sido propostas para minimizar os danos que as contaminações na área alimentar podem causar aos indivíduos, inclusive indo ao encontro de um dos objetivos do desenvolvimento sustentável que prevê a segurança alimentar. Portanto, este estudo investigou o potencial descontaminante de um dispositivo portátil com UV-C (245 nm) como método físico de controle microbiano sobre superfícies de contato com alimentos (inox, plástico rígido e plástico flexível), contaminadas com três espécies bacterianas associados a DTHA (*Salmonella enterica typhimurium*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*). Estes materiais contaminados foram submetidos a tratamento cujas doses variam entre 4.7 e 423 mJ/cm², mantendo a distância de 48 mm, sendo possível reduzir significativamente a contaminação na maioria dos tratamentos, independentemente do tipo de superfície ou bactéria contaminante (p<0,05). Além disso, houve inativação total de contaminantes no inox contaminado com as bactérias *S. aureus* e *E. coli*, assim como no plástico rígido contaminado pelas bactérias *S. aureus* e *Salmonella*, quando expostos a dose igual ou superior a 9,4 mJ/cm². Este estudo ressalta

que o dispositivo portátil com UV-C desenvolvido, é uma importante estratégia para descontaminação manual de superfícies de contato direto e indireto com os alimentos, propiciando uma redução significativa no risco de contaminações alimentares, garantindo a segurança ao operador e ao meio ambiente, de forma eficaz, prática, rápida e sustentável.

Palavras-chave: descontaminação, superfícies, dispositivo e radiação UVC.

Introdução

A alimentação remonta a pré-história e se desenvolve, há milênios no planeta, adquirindo notoriedade através da eficiência extraordinária do homem e as descobertas científicas, em diversas áreas do conhecimento, alterando radicalmente os costumes alimentares fatos estes, que contribuíram positivamente na manutenção da saúde dos indivíduos, desenvolvendo cuidados específicos acerca dos alimentos para o consumo humano (Mezomo, 2015).

A segurança alimentar foi definida pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como; "A segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos que atendem às suas necessidades alimentares e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável. Com base nessa definição, quatro dimensões de segurança alimentar podem ser identificadas: disponibilidade de alimentos, acesso econômico e físico aos alimentos, utilização de alimentos e estabilidade ao longo do tempo" (FAO, 2017).

Em contrapartida, os dados atuais revelam que milhões de pessoas adoecem todos os anos e muitas morrem como resultado do consumo de alimentos impróprios. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) em todo mundo uma em cada 10 pessoas adoecem ao comer alimentos contaminados todos os anos e há 600 milhões de casos de doenças com origem alimentar, além de 420 mil mortes (WHO, 2022).

Por certo, o adoecimento da população não se julga apenas por motivos isolados, mas pela diversidade de fatores envolvidos. O crescimento da população apresenta desafios quanto ao acesso a alimentos seguros, nutritivos e saudáveis. A tendência global é a supernutrição, produzindo assim uma sobrecarga dos recursos naturais com consequências no solo, na biodiversidade e na poluição, ou seja, no equilíbrio do planeta (Penga e Berry, 2019).

A urbanização e as condições econômicas de cada país e seus habitantes, tem relevância para a sanidade ambiental que abrange os alimentos, desde a produção até o consumo. Portanto a agricultura urbana é excepcionalmente capaz de aprimorar o acesso alimentar, mas a produção normalmente acontece em ambientes poluídos que rodeiam riscos à saúde (Filippini et al., 2019).

Além disso, as facilidades atuais de deslocamento da população, inclusive à nível internacional, e o acontecimento de eventos adversos, como incêndios e inundações, fornecem rumos diversos a patógenos, produtos químicos e poluentes que contaminam a água e os alimentos e podem causar infecções na forma crônica ou aguda, com características de surto ou de casos isolados. Por isso a necessidade de uma ação multidisciplinar, onde governo, academia e indústria, estimulem a divulgação e a educação da população no tocante a importância e complexidade quanto a segurança dos alimentos, assim como a saúde animal e a sustentabilidade na produção de alimentos (Garcia, Osburn, & Jay-Russell, 2020).

Outros determinantes, tais como a maior exposição das populações a alimentos destinados ao pronto consumo coletivo – *fast food*, o consumo de alimentos em vias públicas, a utilização de novas modalidades de produção, o aumento do uso de aditivos e a mudança de hábitos alimentares facilitam a disseminação de doenças e aumentam a ocorrência das DTHA (Gallo et al., 2020).

Junta-se a isso, a existência de grupos populacionais vulneráveis ou mais expostos, o processo de urbanização desordenado e a necessidade da produção de alimentos em grande escala, também são fatores que contribuem para a emergência das DTHA, onde um terço da população mundial é afetada por mais de 250 doenças de origem alimentar conhecidas (Stein & Chirilã, 2017).

Conforme o Ministério da Saúde (MS), no Brasil, de acordo com o perfil epidemiológico de 2014 a 2023, foram 6.874 casos de surtos por DTHA, onde 34% da distribuição dos casos registrados da ocorrência de surtos é em residências, os outros 66% estão distribuídos em Restaurantes/Padarias, depois em Creches/Escolas e demais locais. Sendo três espécies de bactérias responsáveis por esses surtos, a *Echerichia coli*, seguido pelos *Staphylococcus spp* e logo após a *Salmonella spp* (Brasil, 2024).

Levando em consideração que a maioria dos patógenos excretados no meio ambiente geralmente morre, alguns deles podem atingir dedos, fluidos, novos hospedeiros, como moscas, e pisos ou superfícies usadas para preparar ou comer alimentos. A partir de qualquer um desses locais, os patógenos podem atingir os alimentos

e infectar um novo hospedeiro humano (Stein & Chirilă, 2017).

Complementarmente, esclarecer sobre as práticas de limpeza e desinfecção de superfícies de contato com os alimentos, altamente regulamentadas, pois tem a propriedade de controlar e/ou inibir o desenvolvimento de microrganismos em determinada fase do processo de fabricação do alimento (Patel et al., 2017).

Segundo Biasin et al. (2021), a radiação ultravioleta (UV), ou seja, a fração de espectro eletromagnético que abrange os comprimentos de onda abaixo da luz visível (variando de 200 a 400 nm), é uma tecnologia descoberta em 1801, mas que ganhou notoriedade na Pandemia pela COVID-19 devido ao seu potencial bactericida, emergindo como um método físico alternativo de controle microbiano, ecologicamente correto e econômico.

Agências como a Administração para Alimentos e Medicamentos (FDA) dos Estados Unidos da América (EUA), o Departamento de Agricultura dos EUA e a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA), já aprovaram a utilização de radiação UV-C para controlar microrganismos em produtos alimentares (FDA, 2013; EFSA, 2016). Porém, essa recomendação ainda não é abrangente para a grande maioria dos países, inclusive não tem sido proposta no contexto nacional.

Compreender as características e os modos de transmissão significa reconhecer os cuidados com estes microrganismos, tornando-se essencial a proteção à saúde pública, prevenindo e controlando surtos de doenças infecciosas em ambientes alimentares. Dito isto, com o intuito de propor o uso de novas tecnologias para a área alimentar este estudo investiga a ação descontaminante de um dispositivo portátil com radiação UV-C com pico de emissão de 254 nm, por 1 (4,7 mJ/cm²), 2 (9,4 mJ/cm²), 9 (42,3 mJ/cm²) e 90 (423 mJ/cm²) segundos a uma distância de 48 mm da superfície. É um método físico de controle microbiano de superfícies de contato com alimentos, contaminadas intencionalmente com microrganismos frequentemente associados a DTHA.

Materiais e métodos

Dispositivo portátil

Construção do dispositivo

Para a realização dos ensaios, foi construído um dispositivo portátil pelo Instituto

Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). A construção se deu a partir do conceito de praticidade e risco controlado, utilizando uma lâmpada e uma estrutura resistente e leve, que pudesse oferecer ao operador segurança, praticidade e efetividade em um pequeno espaço de tempo, tendo como foco a prevenção de infecções, principalmente relacionadas ao ambiente de produção de alimentos.

O dispositivo portátil funciona com energia elétrica (110 V), e foi constituído por uma impressora Sethi3D S3 ® tendo por base plástico sintético, revestido com manta de alumínio e operável com auxílio de uma haste. Utiliza como método físico de desinfecção uma lâmpada OSRAN Germicidal ® de 8W com comprimento de onda na faixa de radiação UV-C, com pico de emissão de 254 nm.

Segurança e validação do dispositivo portátil

Após a construção do dispositivo, a segurança de operação e a validação deste foi realizado no Laboratório de Cultura Celular do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) através do radiometro/fotometro ILT2400 *Optical Meter – International Light Technologies*. Buscando a segurança de operação no uso do dispositivo, foram realizadas leituras de emissão de radiação UV-C na parte externa, a fim de avaliar o espalhamento da radiação, o que pode ocasionar exposição do operador.

A validação do dispositivo é quantificada em termos de irradiância (E), que é o fluxo radiante que atinge uma superfície e será medida em mW/cm^2 . De acordo com o tempo de exposição à radiação UV-C, a superfície avaliada terá a incidência de uma dose, medida em mJ/cm^2 a uma distância de 48 mm da superfície. Portanto, o conjunto destas análises serão utilizadas na fórmula: Tempo de exposição (minutos) = dose prescrita (J/cm^2) x 1000 / 60 x irradiância medida (mW/cm^2), segundo Diffey (2002), que é frequentemente usada para calcular a dose de radiação UV-C em superfícies ou em organismos expostos, também é bastante aplicada em estudos de eficácia de radiação UV-C na desinfecção.

Superfícies avaliadas

Foram eleitas três superfícies relacionadas ao contato direto e indireto com os alimentos: o inox, o plástico rígido e o plástico flexível. O inox e o plástico rígido sendo representados respectivamente, através das bancadas de inox e as tábuas de corte em

polietileno e são superfícies de contato direto com os alimentos. O plástico flexível representando uma superfície de contato indireto com os alimentos, sendo o avental de napa em PVC, utilizado pelos manipuladores de alimentos.

As superfícies foram adquiridas no comércio local, cortadas com área total de 16 cm², medindo 4 cm² de comprimento por 4 cm² de largura e cada uma com uma espessura específica, sendo o inox com 1,92 mm, o plástico rígido com 3,2 mm e o plástico flexível com 0,3 mm.

Para garantir a esterilidade dos materiais antes dos experimentos, as superfícies foram submetidas a dois métodos. Para o inox e o plástico rígido foi utilizado o método de esterilização por vapor úmido, a 121°C por 45 minutos, em autoclave vertical CS Primatec ®. O plástico flexível foi descontaminado mantendo o material exposto a radiação ultravioleta em cabine de segurança biológica nível II modelo PA 420 marca Pachane ® por quinze minutos de cada lado.

Determinação da eficiência do dispositivo

Preparação do inóculo bacteriano

Três cepas bacterianas foram utilizadas para contaminar as superfícies: *Salmonella enterica typhimurium* (ATCC 14.028), *Escherichia coli* (ATCC 25.922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 12.598), sendo uma suspensão de cada microrganismo-teste preparada a partir de culturas de cada microrganismo-teste crescidas a $37 \pm 2^\circ \text{C}$ *overnight* em meio Mueller Hinton Agar KASVI ® (CAT:K25- 1058). Algumas Unidades Formadoras de Colônias (UFC) foram suspensas em solução de cloreto de sódio (NaCl) a 0,85%, agitado no vórtex por, aproximadamente, dez segundos, e a densidade óptica foi ajustada até atingir entre 0,08 a 0,1 no espectrofotômetro a 600 nm (10^8 UFC/ml). A partir dessa suspensão bacteriana um inóculo foi preparado a partir de uma diluição de 100 UFC/ml de cada microrganismo-teste.

Avaliação da ação antibacteriana

Para avaliar a atividade antimicrobiana do dispositivo portátil durante sua operação, as superfícies foram embebidas individualmente em 50 ml de inóculo bacteriano, conforme mencionado no item 2.3.1 acima, com aproximadamente 312 UFC

de cada microrganismo-teste, para cada superfície, sendo avaliados os seguintes grupos experimentais: Controle de esterilidade (material esterilizado), Controle de crescimento do microrganismo-teste (material contaminado), Controle positivo (material previamente contaminado e descontaminado com hipoclorito de sódio 2% por quinze minutos, conforme legislação nacional RDC 216/2004) e tratamentos com o dispositivo por 1 (4,7 mJ/cm²), 2 (9,4 mJ/cm²), 9 (42,3 mJ/cm²) e 90 (423 mJ/cm²) segundos (material previamente contaminado e descontaminado com UV-C).

Após o processamento de cada grupo experimental descrito acima, os materiais foram impressos em meio Mueller Hinton Agar, e levados para incubação em estufa bacteriológica por 24 horas a 35°C ±2, obtendo-se as UFC em relação ao material testado (16 cm²) e avaliados conforme critérios de conformidade para superfícies padronizadas por Legnani et al. (2004).

Análise estatística

Foi realizada uma ANOVA duas vias para avaliar as diferenças entre os grupos em relação ao UV-C, seguida de um teste de Bonferroni para comparações múltiplas. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Os gráficos foram construídos usando o software GraphPad Prism 5.0.

Resultados

Dispositivo portátil

Construção do dispositivo

O dispositivo portátil de desinfecção com radiação UV-C (Figura 1) foi desenvolvido baseado em estudo prévio (Rocha et al., 2024) que propõe praticidade, economia e sustentabilidade no uso. Após a construção deste equipamento foi possível obter um dispositivo portátil de 33 cm de comprimento adicionado de 10 cm de haste e 48 mm de altura entre o centro da lâmpada e a superfície, com peso de aproximadamente 780g, conforme Figura 1.

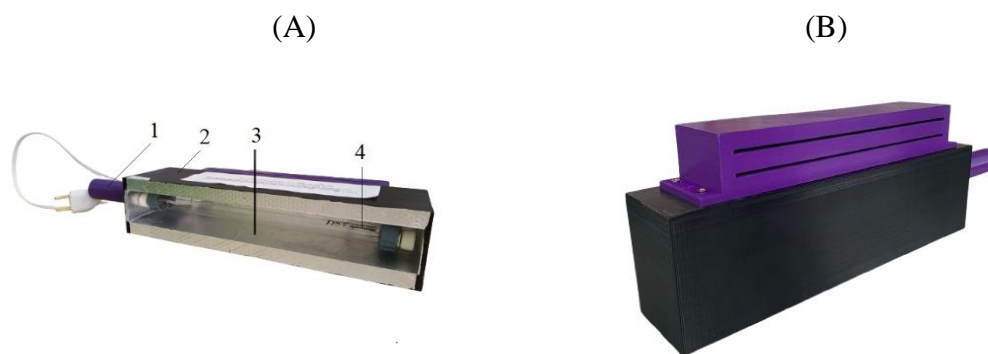


Figura 1. Desenho esquemático do dispositivo portátil. (A) Vista frontal do dispositivo portátil com indicação das partes que o constituem: 1. Haste; 2. Corpo do equipamento; 3. Manta refletida de alumínio; 4. Lâmpada UV-C. (B) Dispositivo portátil em sua posição de uso.

Segurança e validação do dispositivo

Conforme as medições realizadas pelo radiometro/fotometro ILT2400 Optical Meter®, o dispositivo portátil não apresentou espalhamento de fluxo radiante externo, mantendo a segurança do operador. Mesmo assim sugere-se utilizar equipamento de proteção individual (EPI) como luva, manguito e óculos pelo operador, por segurança e por causa da reflexão. A lâmpada leva 10 minutos para estabilizar o fluxo radiante.

Logo após, foi realizada a validação da parte interna do dispositivo quantificado pela irradiância (E) e apresentou: 5,7 mW/cm² (centro); 5,51 mW/cm² (lado da haste); 3,9 mW/cm² (extremo da haste); 5,0 mW/cm² (ponta inversa da haste); 3,3 mW/cm² (extrema ponta inversa da haste). Portanto, o dispositivo possui uma média de $E = 4,7$ mW/cm² ao longo da lâmpada a uma distância de 48 mm da superfície.

Considerando a fórmula simplificada de Diffey, onde Dose (mJ / cm²) = Irradiância (mW / cm²) x Tempo (s), nesta condição específica, teremos em 1 segundo (s) a dose de 4,7 mJ / cm², 2 s (9,4 mJ / cm²), 9 s (42,3 mJ / cm²) e 90 s (423 mJ / cm²).

Determinação da eficiência do dispositivo

Avaliação da ação antibacteriana

Levando em consideração os testes para mensurar a atividade antibacteriana do dispositivo, nos diferentes tempos sob superfícies contaminadas com diferentes bactérias,

foi possível constatar que, independentemente do tipo de superfície ou bactéria contaminante, a maioria dos tratamentos foi significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação da atividade antimicrobiana do dispositivo portátil com radiação UV-C (mJ/cm^2) em três superfícies diferentes, frente a três bactérias, considerando a média \pm desvio padrão (DP) de UFC para cada superfície contaminada em cada grupo experimental

| Bactérias testadas (UFC) | Controle crescimento (sem exposição) (16 cm^2) | 4,7 mJ/cm^2 (1 s) | 9,4 mJ/cm^2 (2 s) | 42,3 mJ/cm^2 (9 s) | 423 mJ/cm^2 (90 s) |
|--------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Inox | | | | | |
| <i>S. aureus</i> | 30 \pm 10 | 2 \pm 1 | 2 \pm 3 | 0 \pm 0 | 2 \pm 3 |
| <i>E. coli</i> | 25 \pm 16 | 2 \pm 3 | 1 \pm 1 | 1 \pm 1 | 0 \pm 0 |
| <i>Salmonella spp</i> | 55 \pm 36 | 1 \pm 2 | 2 \pm 2 | 2 \pm 3 | 1 \pm 1 |
| Plástico rígido | | | | | |
| <i>S. aureus</i> | 35 \pm 11 | 4 \pm 6 | 0 \pm 1 | 2 \pm 1 | 2 \pm 3 |
| <i>E. coli</i> | 39 \pm 25 | 3 \pm 3 | 1 \pm 1 | 1 \pm 2 | 1 \pm 1 |
| <i>Salmonella spp</i> | 60 \pm 31 | 11 \pm 11 | 4 \pm 5 | 1 \pm 1 | 0 \pm 0 |
| Plástico flexível | | | | | |
| <i>S. aureus</i> | 50 \pm 33 | 4 \pm 1 | 6 \pm 3 | 4 \pm 3 | 5 \pm 2 |
| <i>E. coli</i> | 39 \pm 37 | 7 \pm 3 | 3 \pm 1 | 2 \pm 2 | 1 \pm 2 |
| <i>Salmonella spp</i> | 35 \pm 22 | 12 \pm 8 | 11 \pm 8 | 6 \pm 3 | 5 \pm 3 |

Outro achado importante, foi com relação a comparação entre o uso de hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos e o dispositivo com radiação UV-C em qualquer dose testada, apresentando respectivamente 100% e 92% de redução microbiana, não encontrando diferença significativa entre estes métodos de descontaminação. Portanto, em um segundo ($4,7 \text{ mJ}/\text{cm}^2$) o dispositivo portátil apresenta ação semelhante ao hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos, indiferente da superfície, conforme Figura 2.

Considerando as diferentes espécies microbianas como contaminantes das superfícies de contato direto e indireto na produção de alimentos, pudemos observar que o dispositivo mostrou uma diferença entre o microrganismo contaminante e a superfície em que foi exposta (Figura 2). Em geral, a bactéria que melhor se adaptou aos diferentes tratamentos com o dispositivo, possibilitando contagens superiores na maioria dos

substratos foi a *Salmonella*, exibindo em relação ao inox e plástico rígido um maior potencial de contaminação (quase 2x) do que as demais bactérias avaliadas ($p \leq 0,05$).

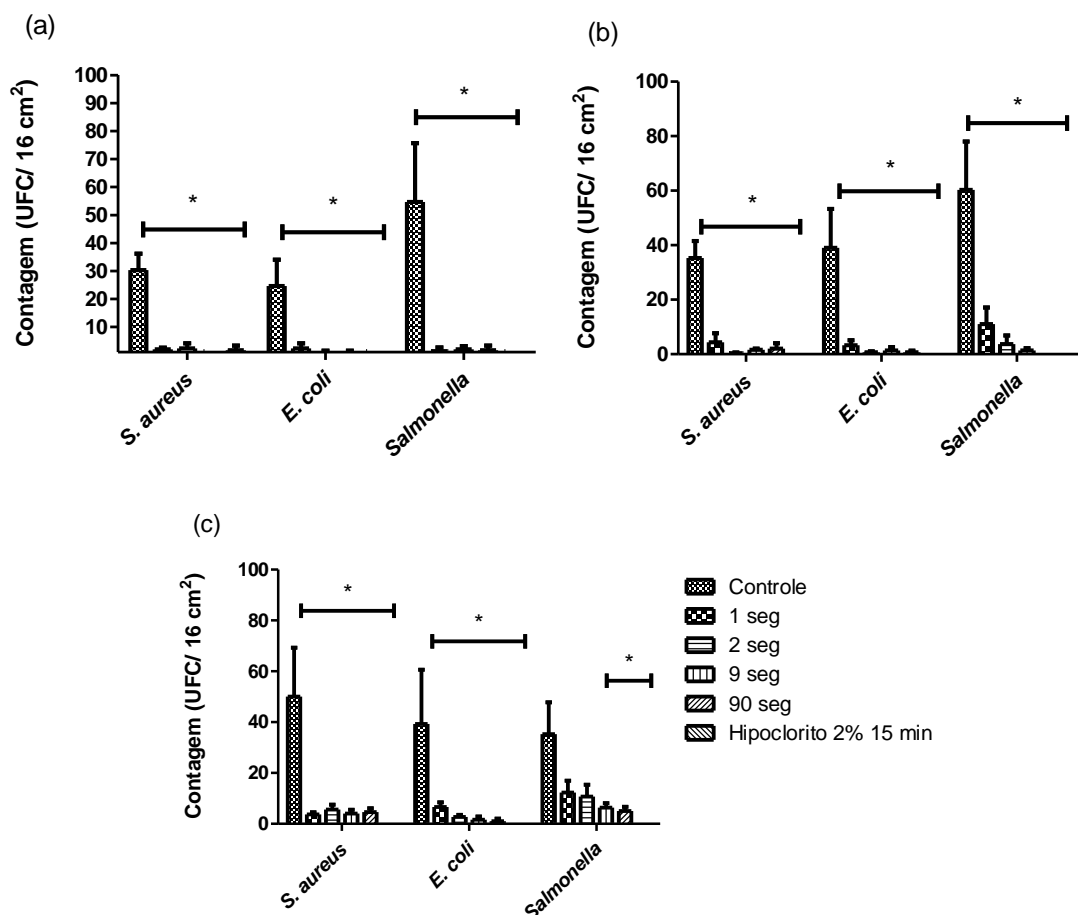


Figura 2. Contagem de microrganismos (UFC) antes e após uso do dispositivo portátil com UV-C em diferentes tempos em cada material analisado (16 cm²): (a) Inox; (b) Plástico rígido; (c) Plástico flexível. * *P* valor determinado através de ANOVA duas vias com 95% de significância estatística ($p \leq 0,05$).

A ação do dispositivo com radiação UV-C em diferentes doses sobre a superfície de inox contaminada com diferentes bactérias demonstrou uma redução entre 92 e 100%, seguido pelo plástico rígido entre 82 e 100% e pelo plástico flexível entre 66 e 97%, sendo este último mais susceptível a contaminação por *S. aureus* (50 UFC/16 cm²), enquanto, que, foi a superfície em que houve menor contagem de UFC de *Salmonella* (35 UFC/16 cm²).

Levando em consideração a exposição a UV-C através da descontaminação promovida pelo dispositivo a partir de um segundo (dose = 4,7 mJ/cm²) de exposição ($E = 4,7$ mJ/cm²) já foi possível reduzir de 66 a 98% a contaminação por diferentes microrganismos na maioria dos materiais de maneira significativa ($p < 0,05$). A maior

redução foi observada no inox contaminado por *Salmonella* (98%), porém, quando houve contaminação do plástico flexível pela mesma bactéria não houve diferença estatística em relação ao controle DE ? ($p > 0,05$), com uma redução de apenas 66%.

A descontaminação por dois segundos (dose = 9,4 mJ/cm²) promoveu redução significativa ($p < 0,05$) para a maioria dos tratamentos, variando entre 69 e 100%, onde se observa a descontaminação total por *S. aureus* do plástico rígido ($p < 0.01$), mas na descontaminação através do dispositivo o plástico flexível contaminado por *Salmonella* não apresentou significância estatística por dois segundos ($p > 0,05$).

A partir de nove segundos de exposição (dose = 42,3 mJ/cm²) os índices de descontaminação mantiveram-se significativos em relação ao controle sem tratamento, obtendo-se 100 % ($p < 0.01$) de redução para o inox contaminado por *S. aureus*, 98% ($p < 0.001$) para o plástico rígido contaminado com *E. coli* e *Salmonella*, assim como 83% ($p < 0.05$) para o plástico flexível contaminado com *Salmonella*.

A média de descontaminação encontrada pelo dispositivo portátil com noventa segundos de exposição (dose = 423 mJ/cm²) foi de 95%. Obtendo significância ($p < 0.05$) com relação a todas as superfícies indiferente da bactéria contaminante. A ação descontaminante do dispositivo sobre o plástico flexível apresentou menor percentual de descontaminação para *S. aureus* e *Salmonella*, respectivamente 90 e 86%.

Discussão

Este estudo avaliou a ação de um dispositivo portátil com radiação UV-C (254 nm) na descontaminação de três tipos de superfícies de contato direto e indireto com os alimentos, contaminadas artificialmente com três bactérias diferentes. Os dados obtidos através de experimento microbiológico evidenciaram que o dispositivo a uma distância de 48 mm da superfície, com uma irradiância média de 4,7 mW/cm², através das doses de 4,7 a 423 mJ/cm² (de 1 a 90 segundos de exposição), promoveu redução significativa das contaminações bacterianas sobre diferentes superfícies.

A segurança dos alimentos é essencial para a manutenção da saúde dos indivíduos, e isto impulsiona-nos a buscar formas de prevenir as DTHA, levando em consideração questões como comportamento humano, agentes etiológicos, cadeia alimentar e sustentabilidade (Garcia et al., 2020). Tendo em vista as condições higiênico-sanitárias na produção de alimentos, especificamente aquelas que entram em contato direto com os alimentos, a utilização de desinfetantes químicos, ainda utilizado em larga escala, tem

suas limitações e atualmente se discute sobre resistência microbiana proporcionada pelo seu uso inadequado referente a contaminação humana e ambiental através de sua toxicidade e geração de resíduos (Garcia et al., 2020).

Desta forma, a importância da segurança alimentar e dos alimentos pela abordagem *One Health* tem sido amplamente discutida, principalmente com foco na preservação do meio ambiente e seus produtos com vistas a unir esforços entre agricultores, consumidores, pesquisadores, agências governamentais e grupos de defesa do consumidor nas práticas sustentáveis de produção de alimentos, assim como em tecnologias inovadoras (Garcia et al., 2020).

A radiação UV-C tem sido, portanto, uma alternativa mundialmente estudada para diversas áreas, por sua ação germicida e sustentável (Garcia et al., 2020). FDA tem recomendado desde 2013, o uso de radiação UV-C na produção, processamento e manuseio de alimentos com dosagens que variam entre 300 até 4.400 mJ/ cm² para alimentos como carnes, ovos, crustáceos e verduras frescas, enquanto para embalagens a irradiância recomendada deve estar entre 50 até 6.000 mJ/ cm² (FDA, 2013). Além disso, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) indicou, em uma orientação provisória sobre limpeza e desinfecção de superfícies do ambiente no contexto da COVID-19, o uso de dispositivos de radiação UV, com observações sobre os fatores relacionados a sua eficácia (WHO, 2020).

O dispositivo portátil desenvolvido e avaliado neste estudo garante a segurança de operação e demonstrou capacidade significativa na descontaminação de superfícies após, apenas um segundo de exposição, semelhante aos resultados evidenciados pelo método químico, utilizando hipoclorito de sódio 2% por quinze minutos, tornando o processo ainda mais demorado, pois é necessário enxaguar. Sem falar nos efeitos nocivos ao ambiente com impactos importantes na atmosfera e no ambiente aquático (Arya et al., 2023).

Este estudo demonstrou que o dispositivo apresentou redução maior no inox e no plástico rígido para todas as bactérias. O inox teve uma redução de bactérias contaminantes em 94% após 1s de exposição, o plástico rígido e o plástico flexível, reduziram em 88% e 80% a contaminação após o mesmo tempo de irradiação com o dispositivo portátil, respectivamente. Compreender a relação existente entre o tipo de superfície e a bactéria contaminante auxilia no estudo de métodos de descontaminação eficazes. Mesmo que nosso estudo não tenha apresentado resultado significativo na descontaminação de superfície de plástico flexível contaminada por *Salmonella*

typhumurium, com a exposição por 1 e 2 segundos, doses maiores a partir de nove segundos (42,3 mJ/cm²) reduziram de forma significativa (p<0.05) a contaminação por esse microrganismo nesse material, semelhante aos achados de Nyham et al. (2021), cuja exposição a um comprimento de onda de 254 nm (UV-C) na dose de 20 mJ/cm² (5 segundos) , foi capaz de reduzir significativamente a carga bacteriana em superfícies plásticas.

Devido ao crescente número de relatos de Salmonelose, especialmente relacionadas a surtos e contaminações na produção de alimentos (Bintsis, 2017; Garvey & Rowan, 2019), a higienização de superfícies, tem sido apontada como uma das principais estratégias para reduzir o impacto destas DTHA, porém, a eficácia dos processos de desinfecção parecem depender de uma série de parâmetros operacionais, ambientais e biológicos inter-relacionados, com a fluência total (dose) relatada como decisiva, o que corrobora com os nossos achados, indicando a necessidade de doses maiores frente a *Salmonella* sp. diferentemente dos resultados para as demais espécies.

Exposições iguais ou superiores a 42,3 mJ/cm² utilizando um dispositivo com uma lâmpada de 8W e mantendo uma distância de 48 mm por 9 segundos, promoveram erradicação de *S. aureus* e *E. coli* em inox, assim como *S. aureus* e *Salmonella* em plástico rígido, o que permite a obtenção de resultados significativos com irradiâncias inferiores as mínimas recomendadas pelo FDA (50 mJ/ cm²), e onde Garvey & Rowan (2019) sugerem que pesquisas futuras devem considerar 12 J/ cm² (12.000 mJ/ cm²) como fluência superior recomendada para tratamentos com luz pulsada para superfície de alimentos. Outros estudos têm documentado o uso de diferentes lâmpadas (baixa e alta pressão; mercúrio e led; contínua e pulsada), intensidade luminosa (30 W), doses (3,7 a 160 mJ/cm²), tempo (de 5 segundos a 60 minutos), distância e tipo de material (madeira, teflon, inox, polietileno) para estabelecer processos de descontaminação adequados na produção de alimentos (Legnani et al., 2004; Yang et al., 2019; Anelich et al., 2020; Singh et al., 2021; Biasin et al., 2021; Nyhan et al., 2021; Calle et al., 2021). Neste sentido, deve-se ainda considerar que as superfícies podem apresentar desgaste e rugosidades que permitem acumular matéria orgânica e aumentam a proliferação de microrganismos (Brasil, 2004), enquanto, que, superfícies íntegras e lisas, como as investigadas neste estudo, dificultam a aderência e permanência deles.

Este estudo ressalta o dispositivo portátil desenvolvido como uma importante estratégia para descontaminação manual de superfícies de contato direto e indireto com os alimentos, propiciando uma redução significativa no risco de contaminações

alimentares, e, garantindo de forma eficaz, prática, rápida e segura uma metodologia com ação antimicrobiana sustentável.

Desta forma, existem algumas limitações que devem ser consideradas neste estudo, já que utilizamos uma metodologia experimental com contaminação laboratorial e um inóculo bacteriano estimado, pois não existem padrões de contagem de cada microrganismo em cada superfície relatada até o momento, porém, mesmo que o desenho experimental não reflita diretamente a contaminação alimentar e das superfícies das cozinhas na rotina cotidiana, permite a identificação do potencial deste dispositivo para reduzir e eliminar contaminantes importantes relacionados a DTHA. Além disso, as condições ambientais de uma cozinha como temperatura, nível de umidade, quantidade de manipuladores de alimentos, bem como concorrência de mais de uma espécie microbiana contaminando superfícies, e seus potenciais em manter-se a elas, como formação de biofilmes podem influenciar nas condições higiênico-sanitárias de cada material, assim como na necessidade de alteração da irradiância e do tempo de uso do dispositivo.

Conclusão

O dispositivo portátil com radiação UV-C é ambientalmente benéfico, já que não gera rejeitos de produtos químicos no meio ambiente, com consequente redução de gastos com desinfetantes químicos, e tempo para garantir a segurança na produção de alimentos. Apresenta praticidade, de modo que não necessita capacitação especial na operação, uma vez ele foi desenvolvido para atuar somente sobre a superfície exposta, mesmo assim, não descartamos a necessidade de alertar sobre os impactos que poderá causar caso a lâmpada de UV-C entre em contato direto com a pele e os olhos do operador. Apresentou eficiência na descontaminação de diferentes superfícies, tais como inox e plástico promovendo redução significativa de bactérias frequentemente relacionadas à DTHA (*E. coli*, *S. aureus* e *Salmonella*) em um curto espaço de tempo (variando entre 1 e 90 segundos). Onde, exposições iguais ou superiores a 42,3 mJ/cm² utilizando o dispositivo com uma lâmpada de 8W de pico de emissão de 254 nm, com uma distância de 48 mm da superfície por nove segundos, promoveu erradicação de *S. aureus* e *E. coli* em inox, assim como *S. aureus* e *Salmonella* em plástico rígido. Assim como, a média de redução microbiana encontrada pelo dispositivo portátil com dose de 423 mJ/cm², ou seja, noventa segundos de exposição foi de 95%, em relação a todas as superfícies indiferente

da bactéria contaminante. Independente de tudo podemos sugerir o uso do dispositivo portátil com uma lâmpada de 8W com pico de emissão de 254 nm a uma distância de 48 mm da superfície, na dose de 42,3 mJ/cm² por nove segundos na descontaminação de superfícies de contato com os alimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES e CNPq (306806/2022-3—Daniela Fernandes Ramos).

ORCID

Daniela Fernandes Ramos <https://orcid.org/0000-0001-6888-9553>

Referências

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2020). Nota técnica nº 82/2020/SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA: Uso de luz ultravioleta (UV) para desinfecção de ambientes públicos e hospitalares (Processo nº 25351.923277/2020-13). Anvisa.
- Anelich, L. E., Lues, R., Farber, J. M., & Parreira, V. R. (2020). SARS-CoV-2 and risk to food safety. *Frontiers in Nutrition*, 7, 580551. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.580551>.
- Arya, Satyajee, Gupta, Sonam, Thakur, Sunidhi & Mishra, Ajay Kumar (2023). Impacts of Sodium Hypochlorite on Humans and Environment. *International Journal of Environment and Climate Change*. Volume 13, Issue 10, Page 3200-3217, 2023; Article no.IJECC.103895.
- Biasin, M., Bianco, A., Pareschi, G., Cavalleri, A., Cavatorta, C., Fenizia, C., ... & Clerici, M. (2021). UV-C irradiation is highly effective in inactivating SARS-CoV-2 replication. *Scientific Reports*, 11(1), 6260. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85425-w>.
- Bintsis, T. (2017). Foodborne pathogens. *AIMS microbiology*, 3(3), 529. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6604998/>
- Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2004). Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004: Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas

- Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União. https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html.
- Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. (2024). Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar: Informe - 2024. Ministério da Saúde.
- [Calle](#), Alexandra, Fernandez, [Mariana](#), Montoya, [Brayan D.](#), [Schmidt](#), Marcelo, [Thompson](#), J. E. (2021). UV-C LED Irradiation Reduces Salmonella on Chicken and Food Contact Surfaces, 10(7), 2304-8158. <http://dx.doi.org/10.3390/foods10071459>.
- Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica (CEPOF). (n.d.). Desinfecção por ultravioleta. Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. <https://cepof.ifsc.usp.br/desinfeccao-por-ultravioleta/>.
- Corrêa, T. Q., Blanco, K. C., Inada, N. M., Hortenci, M. D. F., Costa, A. A., Silva, E. D. S., ... & Bagnato, V. S. (2017). Manual operated ultraviolet surface decontamination for healthcare environments. *Photomedicine and laser surgery*, 35(12), 666-671. <https://doi.org/10.1089/pho.2017.4298>.
- Diffey, B. L. (2002). What is light? *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 18(2), 68–74. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0781.2002.180203.x>.
- EFSA (2016). Safety of UV-treated milk as a novel food pursuant to Regulation (EC) N° 258/97 Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4370>.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2017. The State of Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Rome, FAO.
- FDA, Irradiação na produção, processamento e manuseio de alimentos. Código de Regulamentações Federais, 21 CFR 179, Administração de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos, 2013.
- Filippini, Rosalia, Mazzocchi, Chiara, Corsi, Stefano, The contribution of Urban Food Policies toward food security in developing and developed countries: A network analysis approach, *Sustainable Cities and Society*, Volume 47, 2019, 101506, ISSN 2210-6707, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101506>.
- Figueiredo, A. C. F., Paiva, L. C., Veiga, S. M. O. M., Pereira, W. X., & Boas, A. F. V. (2021). Avaliação da implementação das ferramentas de qualidade em uma unidade de alimentação e nutrição institucional. *Research, Society and Development*, 10(12), e172101220195-e172101220195. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20195>.

- Gallo, M., Ferrara, L., Calogero, A., Montesano, D., & Naviglio, D. (2020). Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety. *Food Research International*, 137, 109414. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109414>
- Garcia, S. N., Osburn, B. I., & Jay-Russell, M. T. (2020). One health for food safety, food security, and sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00001>.
- Garvey, M., & Rowan, N. J. (2019). Pulsed UV as a potential surface sanitizer in food production processes to ensure consumer safety. *Current Opinion in Food Science*, 26, 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.003>.
- Legnani, P. I. E. R., Leoni, E., Berveglieri, M., Mirolo, G., & Alvaro, N. (2004). Hygienic control of mass catering establishments, microbiological monitoring of food and equipment. *Food control*, 15(3), 205-211. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(03\)00048-3](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(03)00048-3).
- Mezomo, I. F. de B. (2015). Os serviços de alimentação: Planejamento e administração (6th ed., rev. & updated). Manole. 343 p.
- Nyhan, L., Przyjalowski, M., Lewis, L., Begley, M., & Callanan, M. (2021). Investigating the use of ultraviolet light emitting diodes (Uv-leds) for the inactivation of bacteria in powdered food ingredients. *Foods*, 10(4), 797. <https://doi.org/10.3390/foods10040797>.
- Patel, D., Stansell, J., Jaimes, M., Ferris, K. and Webb, G. (2017), A Survey of Microbial Contamination on Restaurant Nonfood-Contact Surfaces. *Journal of Food Safety*, 37: e12287. <https://doi.org/10.1111/jfs.12287>.
- Penga, W. & Berryc, E. M. (2019). The concept of food security. *Encyclopedia of food security and sustainability*. Volume 2. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22314-7>.
- Rocha, C., Caprara, C. D. S. C., Poester, V. R., Xavier, M. O., Porte, A. F., Galarça, M. M., ... & Ramos, D. F. (2024). Highly effective decontamination in a hospital environment: An easy-to-operate, low-cost prototype. *Photochemistry and Photobiology*. <https://doi.org/10.1111/php.13945>.
- Silva Junior, E. A. (1992). Contaminação microbiológica como indicadora das condições higiênicas-sanitárias de equipamentos e utensílios de cozinhas industriais, para determinação de pontos críticos de controle (Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://repositorio.usp.br/item/000737135>.
- Silva Júnior, E. A. D. (2020). Manual de controle higiênico-sanitário: Serviços de

alimentação. Varela.

- Silva, N. B. N., Cahaves, K. F., Gravina, C. S., Mendes, A. C. G., de Oliveira Martins, A. D., & Martins, M. L. (2011). Avaliação microbiológica de equipamentos e utensílios utilizados em laticínios da região de rio pomba-MG. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 66(378), 5-10. <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/149>.
- Singh, H., Bhardwaj, S. K., Khatri, M., Kim, K. H., & Bhardwaj, N. (2021). UVC radiation for food safety: An emerging technology for the microbial disinfection of food products. *Chemical Engineering Journal*, 417, 128084.
- Stein, R. A., & Chirilă, M. (2017). Routes of transmission in the food chain. In *Foodborne diseases* (pp. 65-103). Academic Press.
- World Health Organization. (2015). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. World Health Organization.
- World Health Organization. (2020). Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19: Interim guidance. World Health Organization.
- World Health Organization. (2024). Food safety. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
- Yang, J. H., Wu, U. I., Tai, H. M., & Sheng, W. H. (2019). Effectiveness of an ultraviolet-C disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 52(3), 487-493. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmii.2017.08.017>.

6 CONCLUSÃO

O controle adequado dos microrganismos patogênicos e deteriorantes em restaurantes institucionalizados é um pré-requisito para a promoção da segurança alimentar e fundamental na manutenção do padrão de higiene para uma boa saúde da comunidade acadêmica. As avaliações realizadas através do *checklist* e das análises microbiológicas tem demonstrado eficiência na elaboração do perfil higiênico sanitário de serviços de alimentação, e neste estudo evidenciou relevância da supervisão minuciosa, principalmente em função de que o *checklist* atingiu a avaliação mínima necessária conforme legislação, mas ainda assim, evidencia situações de risco. Com as análises microbiológicas foi possível atestar esta situação de risco, pois a presença de

coliformes totais e termotolerantes assim como de *S. aureus*, *Shigella*, foram evidenciadas em diversos pontos de verificação.

Em face da natureza dinâmica das atividades, e da presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, uma vez que, isso remete a falhas durante o procedimento de higienização, assim como pode haver contaminação cruzada em equipamentos e superfícies, o tratamento com radiação UV-C é uma tecnologia inovadora que tem demonstrado potencial na indústria alimentícia, por ser uma técnica alternativa não química para inativar os agentes patogênicos e de deterioração em alimentos, bebidas e superfícies de contato com os alimentos.

O dispositivo portátil mostrou efetividade e praticidade neste estudo, com relação a superfícies de inox, plástico rígido e flexível contaminadas por *E. coli*, *S. aureus* e *Salmonella*. Além disso obteve resultado semelhante a ação do hipoclorito de sódio 2%, um produto químico que se não utilizado adequadamente pode ser tóxico, mas ainda amplamente usado em serviços de alimentação. Sendo assim o dispositivo portátil é útil como sanitizante auxiliar contra microrganismos patogênicos em superfícies de contato com os alimentos.

Apesar das vantagens associadas ao dispositivo portátil com UV-C, certas desvantagens podem restringir sua aplicação na desinfecção de superfícies. Por exemplo, superfícies desgastadas, com frestas, que apresentem curvas e reflitam sombreamento para a ação UV-C ficam comprometidas para receber a radiação e atuar nos microrganismos.

Diante do exposto, combinar controles de qualidade e mecanismos de higiene em serviços de alimentação, com o propósito de avaliar e identificar riscos de contaminação alimentar e implementar novas tecnologias, aliadas a educação em saúde, traduz a importância de uma abordagem eficaz na obtenção de uma refeição de alta qualidade, segura, nutritiva e sustentável.