

Automação de *dispenser* de antissépticos utilizando a plataforma Arduino

Automation of antiseptic dispenser using the Arduino platform

Automatización de dosificadores de antisépticos utilizando la plataforma Arduino

Recebido: 01/01/2023 | Revisado: 24/01/2023 | Aceitado: 25/01/2023 | Publicado: 30/01/2023

Anderson Alberto Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3210-195X>
Faculdade de Botucatu UNIBR, Brasil
E-mail: anderson.spn07@gmail.com

Elaine Cristina Faggian

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3214-2199>
Faculdade de Botucatu UNIBR, Brasil
E-mail: faggianelaine@gmail.com

Marco Aurélio Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3701-867X>
Faculdade de Botucatu UNIBR, Brasil
E-mail: marco.rocha@pro.unibrbotucatu.com.br

Enzo Dal Pai

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0570-8644>
Faculdade de Botucatu UNIBR, Brasil
E-mail: enzo.dalpai@pro.unibrbotucatu.com.br

Resumo

As mãos constituem a principal via de transmissão de microrganismos. A higienização das mãos com o uso de reservatórios de álcool gel exige contato físico das mãos com o dispositivo de acionamento, geralmente um botão ou alavanca, para liberação de uma pequena quantidade de álcool gel. Caso algum usuário deste dispositivo não faça o correto uso e higienização das mãos, microrganismos podem ser depositados no botão de acionamento do reservatório de álcool em gel, podendo levar contaminantes às mãos de outros usuários do dispositivo. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um reservatório (*dispenser*) de álcool gel para as mãos que não necessite contato físico para ativação (automático), com intuito de se averiguar se o contato físico (ou sua ausência) podem interferir na contagem microbiana. A construção do dispositivo demonstrou-se viável. Houve redução na carga de bactérias (unidades formadoras de colônias) no dispositivo automatizado em comparação ao não automatizado.

Palavras-chave: Arduino; Álcool em gel; Higiene das mãos; Automação.

Abstract

Hands are the main route of microorganisms's transmission. Hand hygiene with the use of alcohol gel reservoirs requires physical contact between the hands and the triggering device, usually a button or lever, to release a small amount of alcohol gel. If any user of this device does not correctly use and wash their hands, microorganisms can be deposited on the button that activates the alcohol gel reservoir, which may lead to contaminants on the hands of other users of the device. The objective of this work was to develop a reservoir (*dispenser*) of alcohol gel for hands that does not require physical contact for activation (automatic), with the aim of investigating whether physical contact (or its absence) can interfere with microbial counts. The construction of the device proved to be feasible. There was a reduction in the bacterial load (colony forming units) in the automated device compared to the non-automated one.

Keywords: Arduino; Alcohol in gel; Hand hygiene; Automation.

Resumen

Las manos son la principal vía de transmisión de microorganismos. La higiene de manos con el uso de reservorios de alcohol en gel requiere contacto físico entre las manos y el dispositivo de disparo, generalmente un botón o palanca, para liberar una pequeña cantidad de alcohol en gel. Si algún usuario de este dispositivo no usa y se lava las manos correctamente, se pueden depositar microorganismos en el botón que activa el depósito de alcohol en gel, lo que puede provocar contaminantes en las manos de otros usuarios del dispositivo. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un reservorio (*dispensador*) de alcohol en gel para manos que no requiera contacto físico para su activación (automático), con el fin de investigar si el contacto físico (o su ausencia) puede interferir en los conteos microbianos. La construcción del dispositivo demostró ser factible. Hubo una reducción en la carga bacteriana (unidades formadoras de colonias) en el dispositivo automatizado en comparación con el no automatizado.

Palabras clave: Arduino; Alcohol en gel; Higiene de las manos; Automatización.

1. Introdução

As mãos constituem a principal via de transmissão de microrganismos. Revestidas por pele, órgão este considerado como um reservatório para tais agentes biológicos, as mãos acabam sendo potenciais responsáveis por infecções cruzadas pois, podem transferir os microrganismos, inclusive multirresistentes, de uma superfície para outra, por meio de contato direto (pele com pele), ou indireto, através do contato com objetos e superfícies contaminadas. (Prescott et al, 2020).

De acordo com estudos, uma medida primária e simples como o hábito da higienização das mãos, tem sido considerada como um dos pilares na prevenção da disseminação de agentes infecciosos, tanto na assistência à saúde, onde têm grande impacto, quanto na vida cotidiana (Alzyood et al, 2020, Ejemot-Nwadiaro et al, 2021).

A higienização básica das mãos ocorre por meio de processos como a lavagem com água e sabão e da fricção mecânica com preparação alcoólica. Na área da saúde além dos produtos citados, é comum a utilização de outros antissépticos além do álcool, como a clorexidina e o iodóforo (PVPI) (Allegranzi et al, 2021, Fox et al, 2015).

Conforme a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa (Anvisa, 2022), tais procedimentos de higienização devem ser realizados de modo correto, ou seja, de acordo com as técnicas e tempos necessários para cada produto utilizado na ocasião para que se tenha êxito, pois, quando usados de forma inapropriada, além de se tornarem ineficientes, podem se tornar fontes de bactérias multirresistentes.

Com a instalação da Pandemia da Covid-19, em âmbito mundial, a adoção em larga escala de um eficiente antisséptico para as mãos, o álcool em gel, passou a ser feita não apenas por profissionais da saúde nos locais da realização de procedimentos médicos, mas em todos os setores existentes no serviço de saúde. Passou também a fazer parte do cotidiano das pessoas e dos mais diversos ramos de atividades como uma das medidas preventivas da contaminação pelo Sars CoV-2 (Nascimento et al, 2023). Para acesso rápido ao referido produto, foram instalados recipientes de dispensação de álcool em gel em pontos considerados estratégicos de modo a permitir que todas as pessoas possam fazer uso, isto nos serviços de saúde, comércio, escolas, fábricas, entre outros. Podemos citar como exemplo o Decreto do município de Botucatu nº 12.059 de 10 de agosto de 2020, que em seu Art. 3º, Parágrafo IV, determina a disponibilização de álcool em gel 70% em todos os pontos onde é realizado o atendimento ao público, para uso de funcionários e clientes (Botucatu, 2020).

O aumento do uso de antissépticos durante a pandemia obrigou a sociedade a se acostumar com os termos “higienização” e “limpeza”. Nesse contexto, ainda há o termo “esterilização”. Esses termos parecem ter o mesmo significado, mas não têm. Perante a microbiologia, “Limpeza” geralmente tem significado mais superficial, baixando a carga microbiana em aproximadamente 80%. “Higienização” corresponde a uma redução da carga microbiana em 99%; “Esterilização” corresponde a uma redução da carga microbiana em 100% (Vermeil et al, 2019). Em geral, quando lavamos as mãos com água e sabão obtemos uma boa “limpeza” das mãos. Quando utilizamos álcool em gel nas mãos conseguimos uma boa “higienização”. A esterilização é muito mais complicada devido às diferentes estratégias de sobrevivência dos microrganismos (bactérias, vírus, fungos e protozoários), sendo mais restrita geralmente ao interior de centros cirúrgicos e unidades de terapia intensiva (Madigan et al, 2016, Tortora et al, 2017).

A higienização das mãos com o uso de reservatórios de álcool gel exige contato físico das mãos com o dispositivo de acionamento, geralmente um botão ou alavanca, para liberação de uma pequena quantidade de álcool gel. Caso algum usuário deste dispositivo não faça o correto uso e higienização das mãos, microrganismos podem ser depositados no botão de acionamento do reservatório de álcool em gel, podendo levar contaminantes às mãos de outros usuários do dispositivo. A automação é uma resposta que se apresenta a este problema: no mundo atual inúmeras são as ferramentas tecnológicas que auxiliam a rotina humana. Uma dessas ferramentas é a plataforma Arduino. Arduino é um pequeno controlador lógico programável capaz de realizar a ligação de praticamente qualquer dispositivo eletrônico, desde que em pequena escala (opera com 5 Volts) (Arduino, 2020).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi desenvolver um reservatório (*dispenser*) de álcool gel para as mãos que não necessite contato físico para ativação, com intuito de se averiguar se o contato físico (ou sua ausência) podem interferir na contagem microbiana. Para o desenvolvimento foi empregada a plataforma “Arduino”, considerada de baixo custo e de fácil elaboração, tanto em nível de “*hardware*” quanto em nível “*software*”.

2. Materiais e Métodos

O trabalho constará na construção de um dispenser de álcool em gel automático. É uma pesquisa experimental e envolverá a construção e averiguação de desempenho de um protótipo. Na averiguação de seu funcionamento, o trabalho realizará um teste laboratorial de contagem de colônias de bactérias na superfície de contato do dispenser (Ryser & Schuman, 2015). Este teste não indica qual bactéria específica está presente; este teste apenas fornece uma contagem de bactérias – contagem que permite se ter ciência do número de bactérias ali presentes. Essas bactérias que geralmente ficam em superfícies de contato e tem possibilidade de serem carregadas entre usuários geralmente apresentam elevada capacidade de sobrevivência no ambiente: geralmente maior em relação à maioria dos seres patogênicos. A ausência dessas bactérias em uma superfície diminui drasticamente a possibilidade de haver um elemento patogênico em uma superfície (Ryser & Schuman, 2015).

O delineamento do experimento foi realizado objetivando-se respeitar as propriedades estatísticas representatividade, suficiência e aleatoriedade (Severino, 2016).

2.1 Automação do reservatório/*dispenser* de álcool gel

A automatização dos recipientes de dispensação de álcool em gel para higienização das mãos fará com que os usuários não precisem tocar em sua estrutura física: apenas a aproximação de suas mãos junto ao sensor neste instalado acionará o mecanismo, dispensando o volume necessário do produto para que seja feita a assepsia.

O sensor instalado para a detecção da presença da mão próxima ao sensor é um sensor Ultrassônico HC-SR04, baseado no princípio do tempo de ida e volta de um feixe sônico, obtendo-se por calculo a distância. Este sensor tem resolução de 3mm e alcance mínimo de 2 cm. (GitHub, 2022). Este sensor é ilustrado na Figura 1:

Figura 1 - Sensor Ultrassônico HC-SR04 utilizado na montagem.



Fonte: GitHub (2022).

O dispositivo dosador utilizado foi um pequeno motor Servo Mg995 Tower Pro e um pedaço de mangueira Cristal Transparente PVC, diâmetro 8mm, espessura 1mm. O motor Servo Mg995 Tower Pro é representado na Figura 2:

Figura 2 - Motor Servo Mg995 Tower Pro utilizado na montagem.



Fonte: GitHub (2022).

O Motor Servo Mg995 Tower Pro possui rotação limitada a 1 volta (360°) mas apresenta elevado poder de torque, mesmo com suas pequenas dimensões. No experimento, uma peça acoplada ao eixo do motor pressiona a mangueira transparente trazendo o álcool gel: a rotação programada do motor permite a passagem da quantidade pré-determinada correta de álcool pela mangueira, quantidade essa que é dispensada nas mãos que estão abaixo do dispositivo. A ativação do motor é realizada pelo sinal do sensor ultrassônico.

A quantidade de álcool gel dispensada por aplicação no *dispenser* não automatizado utilizado é de aproximadamente 1mL. O *dispenser* automatizado foi calibrado para disponibilizar uma quantidade igual ao do *dispenser* testemunha. Essa aferição foi realizada com base em massa, utilizando-se balança de precisão. 1 mL de álcool em gel tem massa aproximada de 0,8 grama. Foi utilizado o tempo de 3s entre cada operação e o acionamento foi configurado para distâncias menores a 10 cm (entre 2 e 10 cm de distância das mãos até o dispositivo há ativação do dispositivo).

Para realizar o controle de todos os processos foi usada uma placa Arduino Uno. Este dispositivo é um microcontrolador que permite, dentro de suas limitações de tamanho e memória, um grande número de aplicações digitais. É de grande utilidade para controles simples, como “liga-desliga”, “timer” e acionamento remoto. Na Figura 3 é apresentada a imagem de uma placa Arduino Uno.

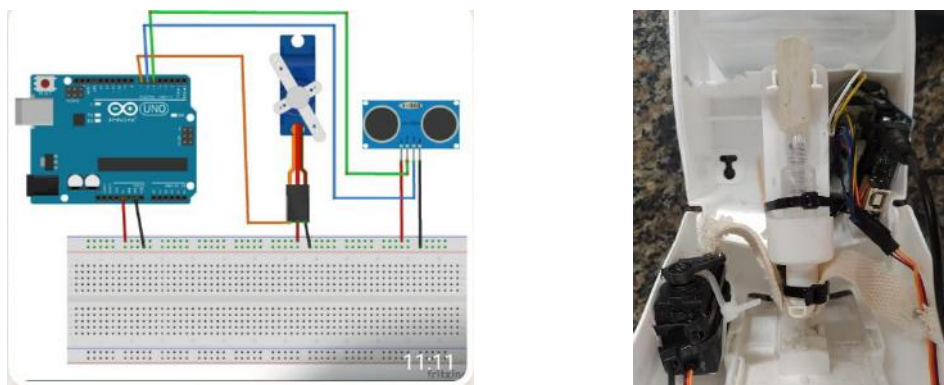
Figura 3 - Arduino Uno.



Fonte: Arduino (2022).

Na Figura 4 são apresentados o diagrama de montagem e uma foto do interior do protótipo:

Figura 4 - Esquema de ligação (esquerda) (Fritzin, 2022) e Arduino e motor Servo montados no interior do *dispenser* de álcool em gel (direita).



Fonte: Autores (2022).

Na Tabela 1 são apresentadas as principais características de cada dispositivo, obtidos de seus respectivos fabricantes:

Tabela 1 – Dispositivos utilizados.

Dispositivos	Características
Sensor Ultrassônico HC-SR04	Alimentação: 5V DC Corrente de Operação: 2mA Ângulo de efeito: 16 graus Alcance: 2 cm e 4 m Precisão: 3 mm
Motor Servo Tower Pro MG995	Tensão de Operação: 4,8-7,2V Velocidade de Operação (4,8V sem carga): 0,17seg/60 graus Velocidade de Operação (6,0V sem carga): 0,13seg/60 graus Torque: 13 kg.cm (4,8V) e 15kg.cm (6,0V) Faixa de Rotação: 180 graus Tipo de Engrenagem: Metálica
Arduino Uno R3	Microcontrolador : ATmega328 Tensão de Operação: 5V Tensão de Entrada: 7-12V Portas Digitais: 14 (6 podem ser usadas como PWM) Portas Analógicas: 6 Corrente Pinos I/O: 40mA Corrente Pinos 3,3V: 50mA

Principais características dos dispositivos utilizados na automação, obtidos do *datasheet* de cada fabricante. Fonte: Autores (2022).

2.2 Instalação do reservatório/*dispenser* de álcool em gel

Para averiguação do experimento foram instalados reservatórios idênticos de álcool em gel, tanto automatizados quanto não automatizados (em dias diferentes), visando obter-se contagem microbiana para comparação. Com isso, obtemos dois tratamentos distintos: automatizados e testemunhas (com contato físico). Neste trabalho serão designados AUT e TES, respectivamente.

Para obtenção de valores comparáveis, o local escolhido para instalação destes reservatórios de álcool em gel foi o Hospital das Clínicas HC de Botucatu, da Faculdade de Medicina de Botucatu - FMB, localizado no município de Botucatu-SP-Brasil. Os reservatórios de álcool em gel foram colocados ao lado do relógio de ponto de entrada dos funcionários. O local escolhido apresenta algumas propriedades convenientes para o trabalho: é no interior de um hospital, local onde presume-se

que a utilização de antissépticos seja grande; o relógio de ponto do hospital é do tipo “digital – ponta dos dedos” – dispositivo que EXIGE contato físico: ao bater o ponto o funcionário já encontra o reservatório de álcool gel ao lado do relógio de ponto para realizar a sua assepsia. Isto eleva a utilização destes reservatórios de álcool gel por estarem ao lado do relógio de ponto. Outra propriedade conveniente é o próprio registro de ponto, que permite uma melhor averiguação do número de pessoas que efetivamente fizeram uso dos reservatórios de álcool gel através dos números gentilmente e cordialmente cedidos pelo setor de Recursos Humanos do HC_FMB para o período de realização dos testes. A montagem dos equipamentos, sua utilização e a coleta de amostras laboratoriais são representadas na Figura 5:

Figura 5 - Dispositivo Automatizado AUT instalado (acima à esquerda); dispositivo não automatizado testemunha TES (acima à direita); funcionário fazendo uso do dispositivo automatizado (abaixo à esquerda); dispositivo automatizado instalado ao lado do relógio de ponto do HC-FMB-Botucatu (foto tirada durante a higienização do dispositivo) (abaixo à direita).



Fotos: Autores (2022).

Foi escolhido o horário de entrada no HC-FMB como período de realização do experimento – das 6h40min até às 7h40min.. No início da realização de cada repetição o reservatório de álcool gel sofria rigorosa higienização – descrita logo adiante no texto). Após o período de 1 hora a superfície de contato da TES e também do AUT (mesmo sem ter sido usado) foram submetidas à retirada de uma amostra via slab para realização da contagem microbiana. O método utilizado foi o de contagem padrão de crescimento de bactérias em placa de ágar (*Mesophilic Aerobic Plate Count*). É um método genérico onde não são feitas identificações de organismos, apenas a contagem de colônias que aparecem em meio nutritivo. Embora não identifique bactérias específicas, é um excelente indicador do tamanho da população presente em dada amostra (Ryser & Schuman, 2015). A contagem nas placas foi realizada pelos laboratórios do HC-FMB.

O contexto do experimento permitiu realizar seis dias de experimento. Com isso decidiu-se realizar três repetições para cada tratamento: 3 dias para o tratamento TES; e três dias para o tratamento AUT. Decidiu-se assim pois a concomitância dos equipamentos no local no mesmo horário poderia gerar tendências de comportamento na amostragem (Iversen, 2020).

O acompanhamento do número de pessoas que passaram pelo local do experimento foi acompanhado presencialmente pelos autores. No local apenas funcionários passaram pelo local (relógio de ponto): desta maneira a contagem pôde ser aferida com os números cedidos pelo RH do HC-FMB – o número de funcionários que efetivaram a sua presença no relógio de ponto.

2.3 Coleta da amostra

Foi anexado acima do dispensador um adesivo com o passo a passo da técnica correta para a eficaz higienização das mãos com uso do álcool em gel. Na sequência foram calçadas as luvas de procedimentos não estéreis para manuseio dos materiais. Posteriormente foi realizada a desinfecção de toda a superfície externa do dispensador com o perflex embebido em Peróxiy 4D, com movimentos unidirecionais e na sequência reforçada a desinfecção da área de coleta da amostra (botão de acionamento de dispensação do antisséptico) com nova folha de perflex embebida no Peróxido 4D. Imediatamente a desinfecção da superfície, iniciou-se às 06h40min, a avaliação qualitativa através de observação e anotação do número de indivíduos que realizavam seu apontamento de início e término de jornada tocando no sensor de dois relógios de ponto eletrônicos existentes, onde um é para funcionários com vínculo Autarquia/Unesp e o outro para Famesp, quantificando o número de pessoas que fizeram uso de álcool em gel. Às 07h40min encerrou-se a avaliação qualitativa, sendo calçadas novas luvas de procedimentos e efetuada a coleta do material de amostragem com o uso de um Kit Swab (água salina, bastão e tubo de preservação do material), sendo aberta a embalagem integra deste e retirado o bastão existente, sendo embebido o algodão existente na sua ponta em água salina e realizado o esfregação em toda a área tocada pelos indivíduos, ou seja, a área do botão de acionamento do equipamento (Ryser & Schuman, 2015). Na sequência, o bastão foi acoplado em seu recipiente de conservação, um tubo, onde foi preenchido os dados de identificação da amostra e encaminhado para o laboratório de análises do Instituto de Biologia do Câmpus de Botucatu.

3. Resultados e Discussão

A elaboração e construção do dispositivo não apresentou grandes problemas. Alguns testes foram realizados no dispositivo automatizado antes do experimento, primeiramente em bancada, posteriormente na parede, posteriormente no local do experimento. Após pequenos ajustes locais (de fixação), o dispositivo automatizado operou por três dias sem apresentar problemas, demonstrando viabilidade. Outros pesquisadores já obtiveram sucesso em projetos similares: Srihari et al, 2020; Gupta & Kumar, 2020; Rusimamto et al, 2020.

Vale lembrar que a plataforma Arduino é uma plataforma versátil, porém limitada. Pensa-se muito em projetos Arduino em “protótipos”: teste de viabilidade. Este “protótipo” de *dispenser* automatizado de álcool em gel demonstrou viabilidade, tanto na construção quanto na operação. O próximo passo (próximos trabalhos) seria substituir o Arduino no interior do *dispenser* por uma placa ou dispositivo mais robusto.

Trabalhos como os de Srihari et al, 2020; Gupta & Kumar, 2020 e Rusimamto et al, 2020 deram grande enfoque à construção do dispositivo, assim como na demonstração de sua viabilidade. Porém não foram encontrados trabalhos em que uma aferição microbiológica tenha sido realizada. Nesta condição, os autores optaram por seguir com análises estatísticas simples e com o teste mais genérico de contagem bacteriana: o método da contagem de unidades formadoras de colônias. Embora não seja um teste capaz de identificar microrganismos específicos, tão pouco indicar patogenicidade, indica o número de bactérias colonizadoras chamadas de “oportunistas”: geralmente apresentam baixa patogenicidade, mas são capazes de sobreviver com poucos recursos. Sua ausência não significa “esterilidade”, mas demonstra baixíssima presença de microrganismos, sendo um bom indicador em nível de “higienização”.

Na Tabela 2 é apresentada a sequência de datas e tratamentos realizados; também dados do fabricante dos kits de amostragem utilizados em cada coleta.

Tabela 2 – Lotes dos Kits de amostra.

Data	Tipo	Nome	Dados do Recipiente do Bastão	Dados da Embalagem do Kit
17/10/2022	TES	TES1-SEG	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220214042 – Fab.: 28/02/22 – Val.: 28/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24
18/10/2022	TES	TES2-TER	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220214042 – Fab.: 28/02/22 – Val.: 28/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24
19/10/2022	TES	TES3-QUA	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220214042 – Fab.: 28/02/22 – Val.: 28/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24
24/10/2022	AUT	AUT1- SEG	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220214042 – Fab.: 28/02/22 – Val.: 28/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24
25/10/2022	AUT	AUT2-TER	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220302005 – Fab.: 25/02/22 – Val.: 25/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24
26/10/2022	AUT	AUT3-QUA	Kolplast Meio Amies com Carvão – Lote: 1220214042 – Fab.: 28/02/22 – Val.: 28/02/24	10.4097 Amies Carvão 5 ML/1 Swab – MS: 10237610227 – Fab. 01/03/22 6 – Lot. 1220301063 – Val. 25/02/24

Dados dos kits de amostragem utilizadas em cada data de realização do experimento. Fonte: Autores (2022).

O experimento foi realizado em duas semanas: em uma semana utilizou-se dispositivos testemunha (TES), na semana seguinte utilizou-se dispositivos automatizados (AUT). Em ambos se utilizou a segunda-feira, terça-feira e quarta-feira – mesmos dias da semana para cada tratamento.

No Quadro 1 constam números de usuários em cada dia: estes números foram acompanhados pelos autores e aferidos com o sistema de Rh do HC-FMB – a contagem realizada de duas maneiras distintas forneceram mesmos números:

Quadro 1 – Amostras obtidas nos dois tratamentos: testemunha e automatizado.

	n. total	n. de utilizações	n. de não utilização	% uso	% não uso
R_{TES1}	186	26	160	14,0	86,02
R_{TES2}	193	39	154	20,2	79,79
R_{TES3}	192	40	152	20,8	79,17
Σ	571	105	466		
Média	190	35	155	18,3	81,7
Desvio Padrão	4	8	4	3,8	3,8
R_{AUT1}	203	76	127	37,4	62,6
R_{AUT2}	204	59	145	28,9	71,1
R_{AUT3}	179	67	112	37,4	62,6
Σ	586	202	384		
Média	195	67	128	34,6	65,4
Desvio Padrão	14	9	17	4,9	4,9

Apresentação do número de utilizações (e não utilizações) para cada data do experimento. O termo “TES” significa testemunhas. O termo “AUT” representa tratamentos automatizados. Fonte: Autores (2022).

No Quadro 1, o número total é o total de pessoas que passaram pelo relógio de ponto naquele dia; n. de utilizações é o número de pessoas que após bater o ponto fizeram uso do álcool gel.

Em média, 190 ± 4 pessoas passaram pelo relógio de ponto no tratamento não automatizado (TES- 1ª. Semana); 195 ± 14 pessoas passaram pelo mesmo local na semana seguinte, com o tratamento automatizado (AUT). Pode-se afirmar que o fluxo de pessoas nos dois tratamentos foi o mesmo, dentro do intervalo do desvio padrão.

No tratamento TES, nota-se uma média de 18,3% de pessoas que fizeram o uso de álcool gel (neste tratamento TES, apertando o botão do *dispenser*), contra 81,7% que não higienizaram suas mãos após bater o ponto. No tratamento AUT, 34,6% das pessoas fizeram uso do álcool gel (neste tratamento sem contato físico com o *dispenser*); enquanto 62,6% do total neste tratamento não fez o uso do álcool gel. São elevados valores de não-utilização em ambos os casos. No período do experimento o Brasil encontrava-se em pleno declínio da COVID, o que pode explicar em parte a baixa utilização em ambas semanas de experimento.

Nota-se um maior valor de utilização do dispositivo automatizado AUT: 34,6% de utilização, contra 18,3% de utilização no tratamento não automatizado TES. Em um teste t de comparação entre médias, essas médias diferem significativamente ao nível de 5% de significância. Considerando que exista diferença entre essas médias, pode-se afirmar que o dispositivo automatizado AUT propiciou maior taxa de utilização de álcool gel. Pode-se tentar explicar esta maior utilização no dispositivo automatizado com algumas teorias: menor demanda de tempo para utilização; ausência de contato físico; gosto por tecnologia; conhecimento; etc... (Iversen et al, 2020, Reyes et al, 2016), podendo ser sugestão para próximos experimentos para melhor explanação deste resultado.

Pensando-se em números de pessoas no experimento, em média 35 pessoas fizeram uso do álcool no dispositivo TES, contra 67 pessoas no dispositivo AUT. Pensando no tempo de experimento de 1 hora (6h40min até 7h40min), temos que em média o dispositivo TES foi acionado 0,58 vezes por minuto (menos de 1 vez por minuto), ficando ocioso em média por 1min43s. O dispositivo AUT foi acionado em média 1,12 vezes por minuto (mais de 1 vez por minuto), ficando ocioso em média por 53s.

No Quadro 2 são apresentados resultados de laboratório da contagem de microrganismos. UFC significa “unidades formadoras de colônias”. Também são apresentados os números de usuários que fizeram uso do *dispenser* de álcool em gel:

Quadro 2 - Número de unidades formadoras de colônias bacterianas – UFC, e o número de usuários que fizeram uso do reservatório de álcool gel no tratamento.

Nome	UFC/mL	n. usuários que fizeram uso do álcool em gel
TES1-SEG	<1	26
TES2-TER	2	39
TES3-QUA	2	40
AUT1- SEG	<1	76
AUT2-TER	<1	59
AUT3-QUA	<1	67

Fonte: Autores (2022).

Nas três repetições do tratamento TES, em duas apareceram números significativos de unidades formadoras de colônias de bactérias. Nas três repetições do tratamento AUT não foram detectadas unidades formadoras de colônias. A resolução do teste não permite aferir abaixo de 1, de modo que o resultado “<1” não pode ser expresso como “ausência de bactérias”, apenas como uma baixa (ou baixíssima) população de bactérias na superfície (condizente com o termo

“higienização”).

Nota-se maior contagem de bactérias no tratamento TES em comparação com o tratamento AUT. No tratamento TES a contagem foi significativa em 66,6%, enquanto no tratamento AUT a contagem foi <1 em 100% das repetições. Isto condiz com a ideia original do trabalho, que previa menor carga microbiana quando o contato físico fosse eliminado.

Ainda há de se interpretar TES1-SEG, que com contato físico também não resultou em unidades formadoras de colônia. A média de utilização do tratamento TES foi 35 ± 8 . Por se tratar de usuários pessoas – o arredondamento para números inteiros deixa o número de usuários no TES1-SEG no limite do desvio padrão. No dia TES1-SEG o número de usos foi inferior ao TES2-TER e TES3-QUA. Este menor número de utilizações pode ter auxiliado na manutenção da carga microbiana mais reduzida em TES1-SEG. Infelizmente não foi possível maior número de repetições para interpretar melhor estes dados.

Contabilizando que no dispositivo automatizado tivemos uma maior utilização (uma utilização a cada 53s) contra 1min43s no dispositivo TES, podemos afirmar que no dispositivo automatizado passaram mais mãos propiciando uma menor contagem bacteriana. Também podemos afirmar que o dispositivo sem contato físico com as mãos aparentemente encorajou/incentivou o uso do álcool gel.

4. Conclusão

Conclui-se que existe viabilidade na construção de um reservatório de álcool gel automático, sendo acionado sem necessidade de contato manual físico.

A plataforma Arduino demonstrou-se apta para integrar um protótipo deste tipo, podendo fazer a operação completa. Sua estrutura compacta adequou-se ao tamanho de reservatórios de parede tipo saboneteira existentes.

A ausência de contato físico propiciou uma redução na contagem bacteriana.

O uso do dispositivo automatizado aparentemente aumentou/incentivou o uso de antissépticos, quando comparado ao *dispenser* não automatizado.

Propõe-se novos estudos correlatos ao tema, com testes laboratoriais mais sensíveis ou maior número de repetições; repetições em outras circunstâncias, etc. Há possibilidades de trabalhos envolvendo a microfauna (vírus e bactérias) na superfície de contato; aperfeiçoamento do protótipo; instalação de alerta para baixo nível de álcool em gel; trabalhos comportamentais sobre ausência de contato e porcentagem de utilização.

Referências

- Allegranzi, B. E., & Tartari, D. P. (2021). “Seconds save lives – clean your hands”: the 5 May 2021 World Health Organization SAVE LIVES: Clean Your Hands campaign. *J Hosp Infect*, 111, 1-3.
- Alzyood, M., Jackson, D., Aveyard, H., & Brooke, J. (2020). COVID-19 reinforces the importance of handwashing. *J Clin Nurs*, 29(15-16), 2760-2761.
- Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2022). Segurança do Paciente - Higienização das Mãos. https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/paciente_hig_maos.pdf.
- Arduino. (2022). <https://www.arduino.cc>.
- Botucatu-SP-Brasil. (2020). Decreto Municipal n. 12.055, de 5 de Agosto de 2020. https://www.botucatu.sp.gov.br/uploads/diario_oficial_n_1587d_908680.pdf.
- Ejemot-Nwadiaro, R. I., Ehiri, J. E., Arikpo, D., Meremikwu, M. M., & Critchley, J. A. (2021). Hand-washing promotion for preventing diarrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1.
- Fritzing Open Source Projects. (2022). <https://fritzing.org>.
- Fox, C., et al. (2015). "Use of a patient hand hygiene protocol to reduce hospital-acquired infections and improve nurses' hand washing." *American Journal of Critical Care*, 24(3), 216-224.

GitHub. (2022). <https://www.git-tower.com>.

Gupta, A., & Kumar, R. (2020). Novel design of automatic sanitizer dispenser machine based on ultrasonic sensor. *Zeichen Journal*, 6(8), 228-233, ISSN: 0932-4747.

Iversen, A. M., Christiane Pahl Kavalaris, R. H., Marco Bo Hansen, R. A., Krassimir Kostadinov, J. H., Brian Kristensen, J. D. K., & Jens Kjølseth Møller, S. E.-E.. (2020). Clinical experiences with a new system for automated hand hygiene monitoring: A prospective observational study. *American Journal of Infection Control*. 48(5), 527-533.

Madigan, M. T., et al. (2016). *Microbiologia de Brock*-(14a ed.). Artmed Editora.

Município De Botucatu. Decreto do município de Botucatu nº 12.059 de 10 de agosto de 2020.

Nascimento, G. A., Lucca, P. S. R., & Rota, C. de B. (2023). The impact of hand washing and correlation with anxiety during the COVID-19 pandemic period. **Research, Society and Development**, 12(2), e10912239381. 10.33448/rsd-v12i2.39381. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39381>.

Prescott, K. N., Mahida, M., & Wilkinson, J. G. (2021). Hand hygiene: a COVID beneficiary? *Journal of Hospital Infection*, 111, 4-5, ISSN 0195-6701, <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.03.017>.

Reyes Fernández, B., et al. (2016). "Social-cognitive antecedents of hand washing: Action control bridges the planning-behaviour gap." *Psychology & Health*, 31(8), 993-1004.

Rusimamto, P. W., Nurhayati Nurhayati, E. Y., Reza Rahmadian, A. W., & Much Ade Dermawan. (2020). *Automatic Hand Sanitizer Container to Prevent the Spread of Corona Virus Disease*. Proceedings of the International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020), Advances in Engineering Research. ISSN 2352-5401.

Ryser, E. T., & Schuman, J. D. (2015). Mesophilic Aerobic Plate Count. In: Salfinger, Y.; Tortorello, M.L. (Eds). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 5th Ed. Washington: Apha. 95-100.

Severino, A. J. (2016). *Metodologia do trabalho científico*. Cortez.

Srihari, M. M. (2020). "Self-Activating Sanitizer With Battery Imposed System For Cleansing Hands," 2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA), 1102-1105, 10.1109/ICIRCA48905.2020.9183347.

Tortora, Gerard J., Christine L. Case, and Berdell R. Funke. (2016). *Microbiologia*-(12a ed.). Artmed Editora.

Vermeil, T. A., Peters, C., Kilpatrick, D., Pires, B., & Allegranzi, D. P. (2019). Hand hygiene in hospitals: anatomy of a revolution. *J Hosp Infect*, 101, 383-392.