

# INFORMATIVA SUI METODI DI DISINFEZIONE TRAMITE UV-C ED OZONO

DOCUMENTO ELABORATO IN MAGGIO 2020  
DA MICROGLASS SRL IN COLLABORAZIONE CON AGRIFOOD UNIT

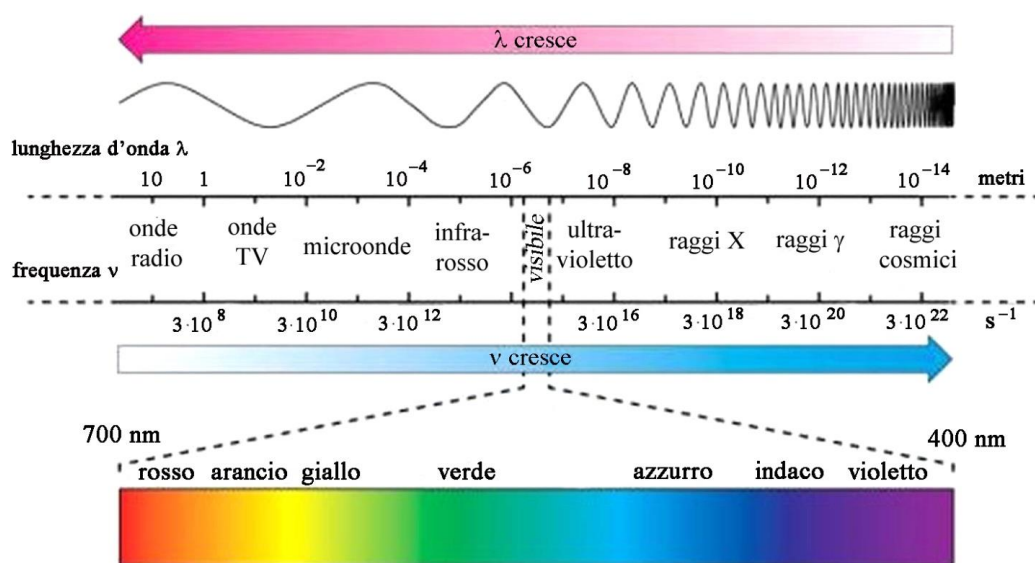
## SOMMARIO

UV definizione.....	2
Lampade UV contro batteri e virus.....	4
OZONO Definizione .....	6
Ozono contro batteri e virus .....	6
Azione UV + OZONO.....	9
Pubblicazioni scientifiche e articoli .....	10
Altre pubblicazioni scientifiche .....	20

## UV DEFINIZIONE

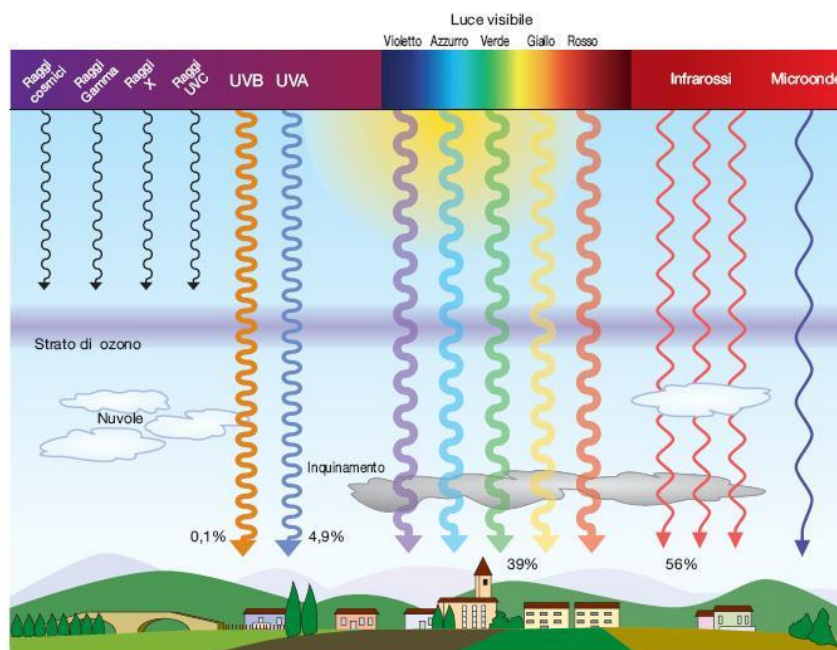
La **radiazione ultravioletta** (UV o raggi ultravioletti o luce ultravioletta) è un intervallo della radiazione elettromagnetica, appartenente allo spettro elettromagnetico, con lunghezza d'onda immediatamente inferiore alla luce visibile dall'occhio umano, e immediatamente superiore a quella dei raggi X.

Il nome significa "oltre il violetto" (dal latino ultra, "oltre"), perché il violetto è l'ultimo colore ad alta frequenza visibile dello spettro percepito dall'uomo, cioè quello con la lunghezza d'onda più corta. La luce ultravioletta è prodotta da una vasta gamma di sorgenti artificiali (lampade UV) e naturali tra cui la principale sorgente nella Terra è il Sole.



Tutta la banda dell'ultravioletto viene divisa in quattro sottobande:

- **UVA**, a volte detto anche "luce nera", si estende da 400 a 320 nm e ha importanti effetti biologici. Tale radiazione riesce in buona parte (circa il 55-60%) a raggiungere la superficie terrestre.
- **UVB**, si estende da 320 a 280 nm e viene direttamente assorbito dalle proteine e dagli acidi nucleici delle cellule. Questa radiazione è in buona parte assorbita, ma una non trascurabile percentuale (circa il 15-20%) riesce a raggiungere la superficie terrestre.
- **UVC** va da 280 a 100 nm. Tutti i componenti cellulari assorbono UVC, ma questi raggi sono praticamente assenti sulla superficie terrestre poiché vengono assorbiti dallo strato di ozono e ossigeno presenti negli strati più alti dell'atmosfera.
- **VUV**, ultravioletto spinto o da vuoto, caratterizzato da una lunghezza d'onda compresa tra 100 e 10 nm e viene così chiamato poiché, essendo assorbito dai gas costituenti l'aria (ossigeno e azoto), richiede linee e strumentazioni sottovuoto per poter essere rivelato.



Rappresentazione delle radiazioni che raggiungono la superficie terrestre

Le radiazioni UVC e VUV sono **radiazioni ionizzanti**:



Ionizzare un atomo significa toglierli uno o più elettroni rendendolo ione.

Si **distrugge** così la struttura chimica del materiale.

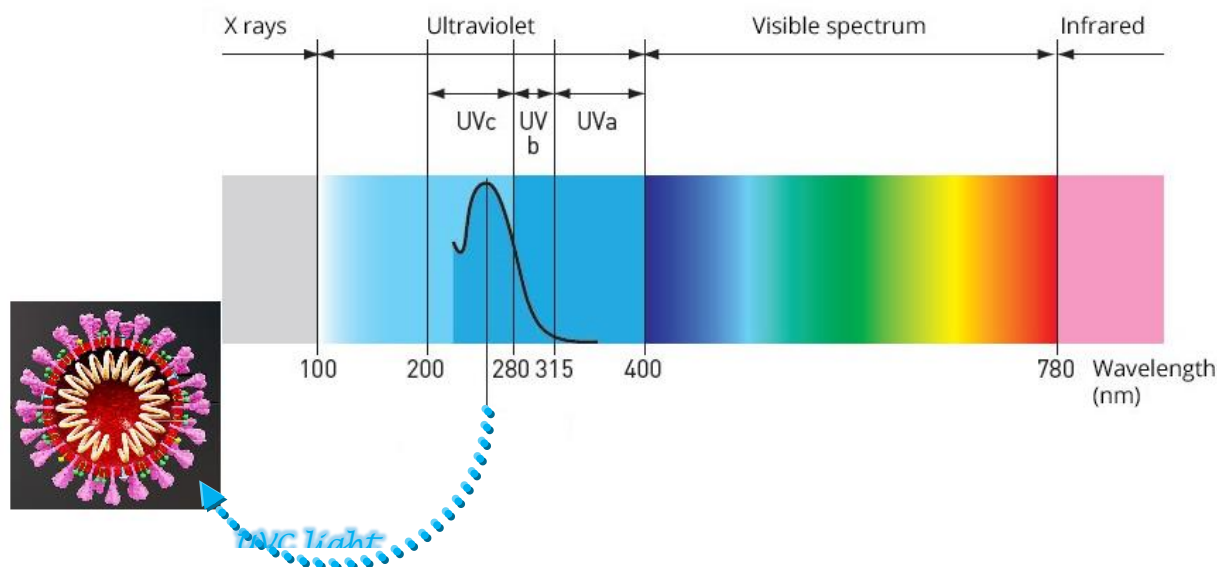
Per togliere (= allontanare) elettroni bisogna compiere un lavoro, cioè fornire energia. L'energia minima di ionizzazione è **E = 13,6 eV** (potenziale di ionizzazione dell'atomo di idrogeno).

All'aumentare dell'energia, gli elettroni estratti ricevono energia cinetica e possono ionizzare "a catena" altri atomi.

**Sono radiazioni ionizzanti:** ultravioletti (solo UVC), raggi X, raggi gamma.

## LAMPADE UV CONTRO BATTERI E VIRUS

Le lampade ultraviolette vengono già usate per potabilizzare l'acqua e per sterilizzare ambienti e strumenti usati in ospedali e laboratori biologici, perché uccidono quasi tutti i virus ed i batteri. L'utilizzo di queste lampade nella sterilizzazione un complemento ad altre tecniche di sterilizzazione (come ad esempio l'ozono di cui si parlerà in seguito), perché i vari microorganismi possono essere riparati in piccole fessure e altre parti in ombra delle superfici, dove i raggi UV non possono arrivare.



La **radiazione ultravioletta germicida**, in inglese "*Ultraviolet germicidal irradiation*" (UVGI), è un metodo di sterilizzazione che usa la luce ultravioletta (UV) alla lunghezza d'onda UV-C (categoria di UV con lunghezza d'onda più corta), che modifica il DNA o l'RNA dei microorganismi e quindi impedisce loro di riprodursi o di essere dannosi. È utilizzata in una varietà di applicazioni, per esempio la disinfezione di cibo, acqua e aria. La luce UV è stata considerata un mutagene a livello cellulare già da più di un secolo.

La lunghezza d'onda dei raggi UV che causa questo effetto è rara sulla Terra perché la sua atmosfera la blocca. L'utilizzo di raggi UVC è più efficace proprio per il fatto della loro assenza sulla Terra, raggi UVA o UVB, per avere effetti sui microorganismi, dovrebbero essere impiegati per tempi di esposizione prolungati, visto l'adattamento di batteri e muffe a quelli già esistenti sulla Terra.

Come detto, a lunghezza d'onda UVC, l'UV è dannoso per batteri, virus e altri microorganismi. A questa lunghezza d'onda, infatti, l'UV distrugge i legami molecolari del DNA dei microorganismi, rendendoli inoffensivi o impedendone la crescita e la riproduzione. È un processo simile all'effetto dell'UV di maggiore lunghezza d'onda (UVB) sull'uomo, per esempio le bruciature solari o l'effetto accecante della luce. I microorganismi hanno una scarsa protezione dall'UV e non possono sopravvivere ad un'esposizione prolungata.

L'esposizione proviene dalle lampade germicide che emettono la radiazione elettromagnetica germicida UV alla corretta lunghezza d'onda, che irradia l'ambiente.

L'articolo scientifico della rivista medica "Infection Control & Hospital Epidemiology", Vol. 37, n. 5 dal titolo "**Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and Mers-Cov**" e pubblicato nel maggio 2016, riporta nel suo studio il grafico di riduzione del virus nel tempo con utilizzo di radiazione UV-C:

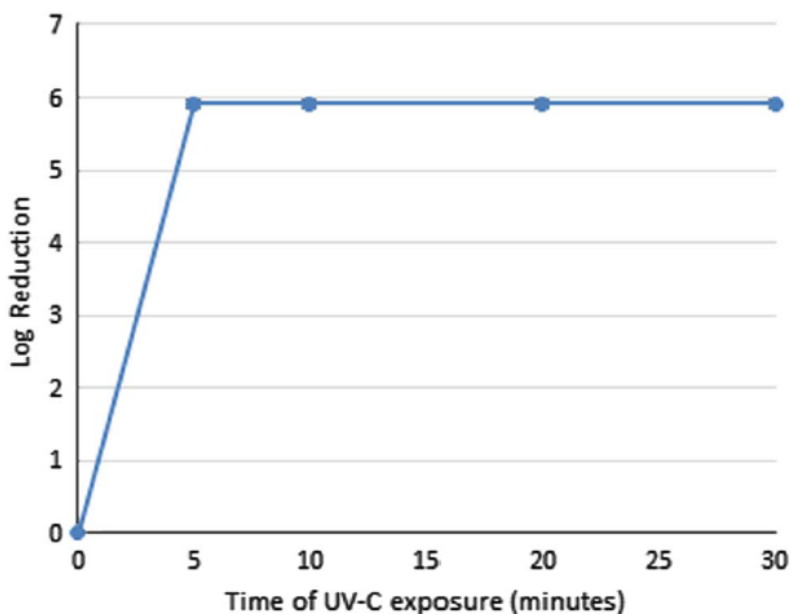
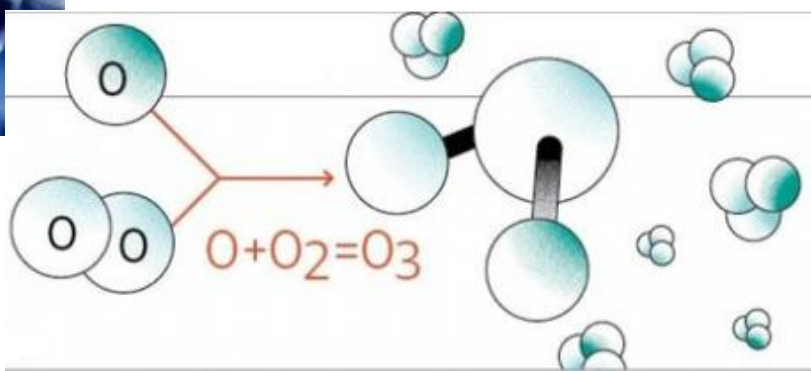


FIGURE 2. Log reduction of MERS-CoV during exposure to Surfaced UV-C at 4 feet (1.22 m). Log reduction of MERS-CoV on glass coverslips following Surfaced UV-C exposure at a 4-foot distance. Virus was reduced to 5.91 log<sub>10</sub> in 5 minutes to undetectable levels. Results are the means of triplicate samples.

## OZONO DEFINIZIONE

L'Ozono (formula chimica  $O_3$ ) è una forma allotropica dell'ossigeno, anch'essa gassosa. Questo è un gas di odore caratteristico e di colore blu poco intenso, instabile e allo stato liquido è esplosivo.

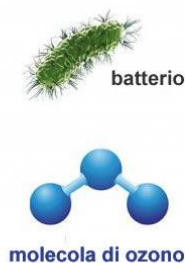
L'ozono quindi si dissolve nell'ambiente naturalmente e in poco tempo, ritornando ossigeno e quindi senza lasciare alcun residuo.



## OZONO CONTRO BATTERI E VIRUS

L'Ozono è un energico ossidante e grazie a questo suo potere viene impiegato per sbiancare e disinfettare. Infatti, l'altissimo potere ossidante lo rende un potentissimo disinfettante, con caratteristiche di igienizzazione ben superiori a quelle dei detergenti chimici normalmente usati. È in grado di eliminare, dopo un brevissimo contatto, batteri, virus, funghi e muffe.

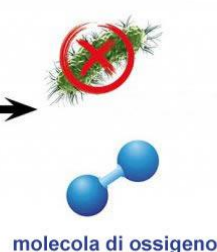
LA MOLECOLA DI OZONO VA  
A CONTATTO CON IL  
BATTERIO



IL CONTATTO GENERA LA  
SEPARAZIONE DI UN ATOMO  
DI OSSIGENO, IL QUALE  
PROVOCA L'OSSIDAZIONE  
DEL BATTERIO



IL BATTERIO SI DISINTEGRA





Si usa quindi come disinfettante, deodorante, battericida e sterilizzante; tra gli usi industriali si annoverano i seguenti:

- disinfezione dell'acqua negli acquedotti;
- disinfezione dell'acqua delle piscine;
- disinfezione dell'acqua destinata all'imbottigliamento;
- disinfezione di superfici destinate al contatto con gli alimenti;
- disinfezione dell'aria da spore di muffe e lieviti;
- disinfezione di frutta e verdura da spore di muffe e lieviti;
- aumento del potenziale ossido-riduttivo dell'acqua negli acquari;
- ossidazione di inquinanti chimici dell'acqua (ferro, arsenico, acido solfidrico, nitriti e complessi organici);
- ausilio alla flocculazione di fanghi attivi nella depurazione delle acque;
- pulizia e sbiancamento dei tessuti;
- abrasione superficiale di materie plastiche e altri materiali per consentire l'adesione di altre sostanze o per aumentarne la biocompatibilità;
- invecchiamento accelerato di gomme e materie plastiche per verificarne la resistenza nel tempo;
- disinfestazione delle derrate alimentari e del legno.
- ozonizzazione delle camere di stagionatura e/o degli ambienti di stoccaggio, purché in assenza di alimenti.

Viene quindi impiegato in generale per la disinfezione dell'acqua a uso potabile, alimentare e farmaceutico. Per la sanificazione dell'aria negli ambienti e negli impianti di condizionamento e di areazione.

Per il suo potere antibatterico viene utilizzato infine anche in medicina umana (ozonoterapia) e veterinaria, per esempio in varie terapie per la cura di infezioni di origine batterica e funginea o per indurre una rapida cicatrizzazione di ferite chirurgiche.

L'amministrazione per la sicurezza e la salute sul lavoro (OSHA) ha fissato gli standard sanitari per l'aria in 0,1 ppm per 8 ore o 0,3 ppm per 15 minuti come limite della quantità di ozono a cui le persone possono essere esposte in sicurezza. I depuratori d'aria a base di ozono non devono generare livelli di ozono superiori agli standard di sanità pubblica, che sono di gran lunga inferiori a qualsiasi attività antimicrobica...

Le basse concentrazioni di ozono, al di sotto dei limiti fissati, vengono utilizzate come depuratori d'aria ma la loro efficacia virucida è stata messa in discussione da molti studi (Dyas et al., 1983; Foard et al., 1997). Ad alta concentrazione l'ozono può essere utilizzato per decontaminare spazi, non occupati, dai contaminanti biologici e odori come il fumo.

**Il Ministero della Sanità con protocollo del 31/07/1996 n°24482, ha riconosciuto l'utilizzo dell'ozono nel trattamento dell'aria e dell'acqua, come presidio naturale per la sterilizzazione di ambienti contaminati da batteri, virus, spore, muffe ed acari.**

Il Parere CNSA 27/10/2010 del Ministero della Salute indica le concentrazioni necessarie.

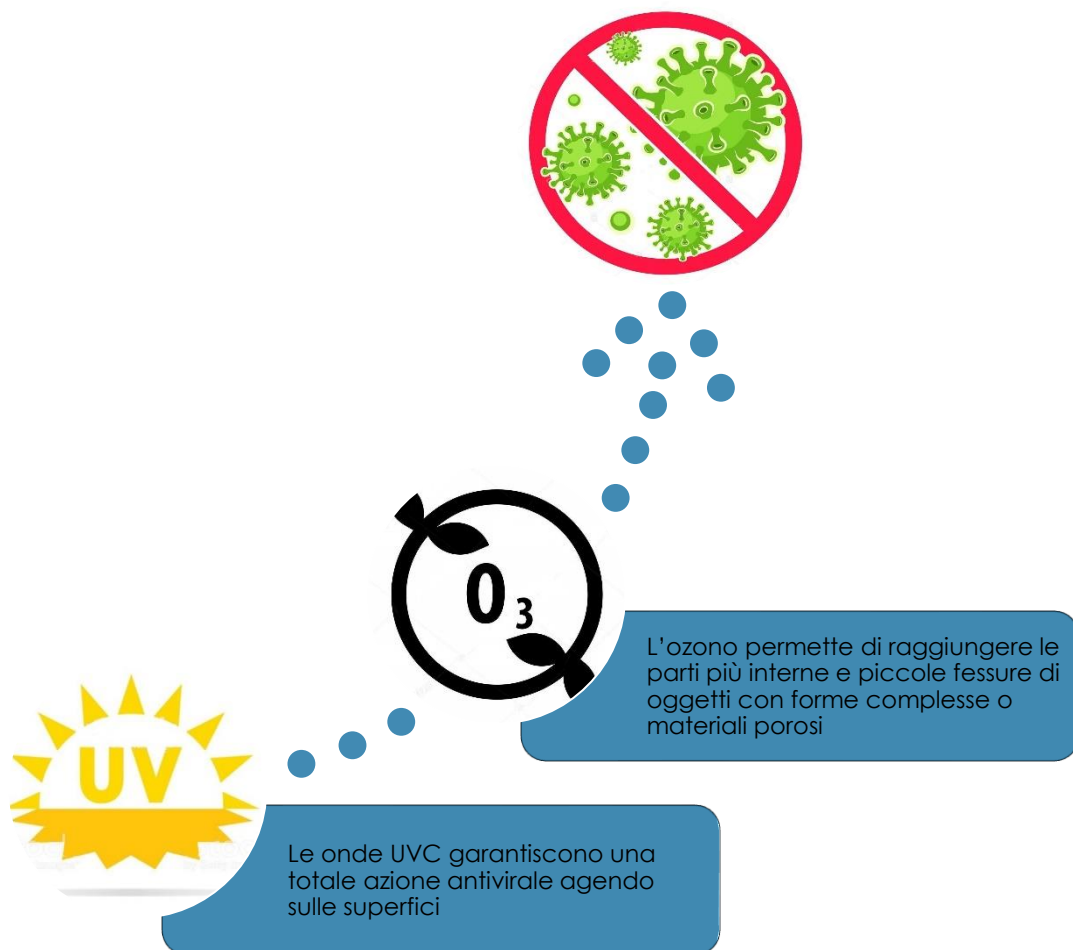
**Tabella 2. Inattivazione di batteri, virus, funghi, muffe ed insetti in seguito ad ozonizzazione**  
*(Fonti: Edelstein et al., 1982; Joret et al., 1982; Farooq and Akhlaque, 1983; Harakeh and Butle, 1985; Kawamuram et al. 1986)*

ORGANISMO	CONCENTRAZIONE	TEMPO DI ESPOSIZIONE
<b>BATTERI</b> ( <i>E. Coli, Legionella, Mycobacterium, Fecal Streptococcus</i> )	0,23 ppm - 2,2 ppm	< 20 minuti
<b>VIRUS</b> ( <i>Poliovirus type-1, Human Rotavirus, Enteric virus</i> )	0,2 ppm - 4,1 ppm	< 20 minuti
<b>MUFFE</b> ( <i>Aspergillus Niger, vari ceppi di Penicillium, Cladosporium</i> )	2ppm	60 minuti
<b>FUNGHI</b> ( <i>Candida Parapsilosis, Candida Tropicalis</i> )	0,02 ppm - 0,26 ppm	< 1,67 minuti
<b>INSETTI</b> ( <i>Acarus Siro, Tyrophagus Casei, Tyrophagus Putrescentiae</i> )	1,5 - 2 ppm	30 minuti?



## AZIONE UV + OZONO

La combinazione di raggi ultravioletti (UVC) e ozono permette un'alta disinfezione di virus e batteri, raggiungendo anche le parti più interne in ombra e piccole fessure, che come detto, non sono colpiti dai raggi UV.



## PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE E ARTICOLI

### RAPPORTO ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ COVID-19 - N. 25/2020

15 maggio 2020



#### “Procedure per la sanificazione

[...] Nelle linee guida per la disinfezione e sterilizzazione delle strutture sanitarie, il CDC inserisce l'ozono tra i metodi per la sterilizzazione dei dispositivi medici (19).

Altro sistema è rappresentato dal trattamento con raggi UV a bassa lunghezza d'onda (220 nm) e la vaporizzazione/aerosolizzazione del perossido di idrogeno. “

### LA REPUBBLICA - COSÌ TI SANIFICO LO STUDIO DEL MEDICO





**Un progetto per cento strutture, soprattutto nelle regioni più colpite dal Coronavirus. Con l'ozono, efficace e non tossico. Ecco come si fa.**

14 aprile 2020



“[...] Claudio Cricelli, presidente Simg, società italiana di medicina generale, racconta il senso e lo scopo di Safe Zone, il progetto di sanificazione che coinvolgerà 100 ambulatori in tutta Italia, soprattutto nelle regioni più colpite dal Sars-Cov-2 [...]

## Le virtù dell'ozono

			
È un iper-ossidante, non lascia residui; si trasforma in ossigeno in breve tempo	Estremamente efficace per combattere germi e prevenire allergie, asma e infezioni	È al 100% naturale ed ecologico. Può miscelarsi in acqua per lavare superfici	Allo stato gassoso riesce a raggiungere e disinfettare anche le parti più recondite

Fonte: Rielaborazione dati Rsalute

Sanificando potremo ricominciare a lavorare serenamente e produrremo un impatto psicologico positivo sulla popolazione, che ha timore nell'accedere agli studi medici, abitualmente luoghi familiari. [...]

La sanificazione dei 100 ambulatori verrà realizzata con l'ozono, un gas naturale costituito da 3 atomi di ossigeno che ha un forte potere ossidante e disinfettante e che, essendo un gas, riesce a raggiungere facilmente tutte le superfici, anche le più recondite. 'L'ozono è la sostanza che più di ogni altra può garantire una sanificazione completa e ridurre i rischi di un contagio', dice Marco Borderi, dirigente medico dell'Unità di Malattie infettive del Policlinico Sant'Orsola Malpighi di Bologna. 'Gli studi pubblicati in queste settimane - aggiunge - confermano che il Coronavirus può resistere sulle superfici per diverse ore. Gli effetti della sanificazione con ozono durano circa 20 giorni, un lasso di tempo utile a fornire buone garanzie di protezione verso chi dovesse entrare nello studio [...]

[...] Sanificare invece ha un potere disinfettante sebbene non azzeri del tutto gli agenti patogeni come batteri o virus eventualmente presenti in un ambiente. Si può sanificare con agenti chimici (ossidanti o alcolici) o fisici (radiazioni Uv, calore). Si sanificano scuole, palestre, luoghi di lavoro, condomini [...]"

## BBC FUTURE - CAN YOU KILL CORONAVIRUS WITH UV LIGHT?

24 aprile 2020



"[...] O almeno così è stato fino a quando gli scienziati hanno scoperto di poter sfruttare i raggi UVC per uccidere i microrganismi. Sin dalla sua scoperta nel 1878, l'UVC prodotto artificialmente è diventato un metodo di sterilizzazione di base - utilizzato ogni giorno in ospedali, aeroplani, uffici e fabbriche. In modo cruciale, è anche fondamentale per il processo di sanificazione

dell'acqua potabile; alcuni parassiti sono resistenti ai disinfettanti chimici come il cloro, quindi forniscono una sicurezza.

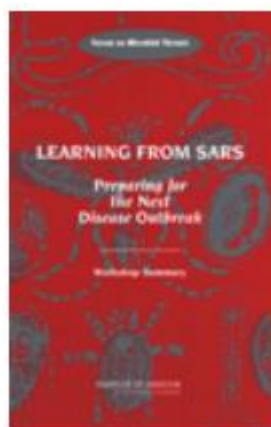
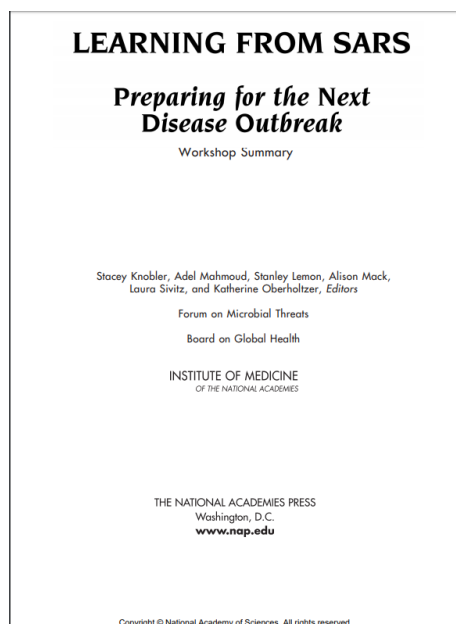
Sebbene non vi siano state ricerche che abbiano esaminato in modo specifico l'effetto UVC su Covid-19, gli studi hanno dimostrato che può essere utilizzato contro altri coronavirus, **come Sars**. La radiazione deforma la struttura del loro materiale genetico e impedisce alle particelle virali di fare più copie di sé stesse.

[...] una forma concentrata di UVC è ora in prima linea nella lotta contro Covid-19. In Cina, interi autobus vengono illuminati dalla luce blu spettrale ogni notte, mentre i robot tozzi che emettono UVC hanno pulito i pavimenti negli ospedali. Le banche hanno persino usato la luce per disinfettare i loro soldi. [...]".

## INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES - LEARNING FROM SARS

### **Preparing for the Next Disease Outbreak. Workshop Summary**

Editors: Stacey Knobler, Adel Mahmoud, Stanley Lemon, Alison Mack, Laura Sivitz, and Katherine Oberholtzer.



### **SARS: Clearing the Air**

Jerome J. Schentag, Pharm. D., Charles Akers, Ph.D., Pamela Campagna, and Paul Chirayath

### **“Ultravioletto**

[...] Le radiazioni ultraviolette, nell'intervallo di lunghezze d'onda comprese tra 2.250 e 3.020 angstrom utilizzate per la disinfezione e la sterilizzazione di aria/superficie, sono denominate irradiazione germicida ultravioletta o UVGI. Le radiazioni germicide ultraviolette furono applicate per la prima volta per disinfettare i sistemi idrici nel 1909. Il suo uso nella purificazione dell'aria fu valutato per la prima volta in laboratorio negli anni '20, in una sala operatoria negli anni '30 per sterilizzare l'aria in una sala operatoria ( *Sharp, 1939* ), e in un sistema di ventilazione scolastica per ridurre l'infezione da morbillo ( *Riley, 1972* ). È anche pratica comune utilizzare per disinfettare le apparecchiature mediche.

UVGI è attualmente impiegato per controllare la crescita di batteri, funghi e alghe sulle superfici. Le fabbriche di birra europee utilizzano UVGI per controllare la crescita microbica su serpentine di raffreddamento dal 1975. L'uso di UVGI può controllare la crescita microbica su superfici filtranti soggette a umidità o elevata umidità che consentirebbero la crescita naturale di funghi. [...] Questa disinfezione delle superfici protegge il flusso d'aria dalla ricontaminazione a causa di batteri, funghi o virus che vengono raccolti dal materiale filtrante.

### Risposta microbica alle radiazioni ultraviolette

[...] L'obiettivo primario della radiazione UV è la molecola di DNA del microrganismo con la lesione predominante della rottura del filo e la formazione di sottoprodotti fotoindotti come i diami di timina. Questo DNA danneggiato non può essere utilizzato per la riproduzione cellulare o per i modelli di mRNA necessari per la formazione di tutti i prodotti tossici cellulari. I virus sono particolarmente sensibili ai raggi UVGI, più che ai batteri, e sono anche difficili da filtrare a causa delle loro dimensioni. Comunque, i virus sono più sensibili alle radiazioni ultraviolette a lunghezze d'onda leggermente superiori alla normale lunghezza d'onda della banda larga UVGI di 253,7 nm. [...]

### Ozono

[...] L'ozono ( $O_3$ ), un potente ossidante che reagisce con molecole organiche contenenti doppi o tripli legami, produce molti sottoprodotti complessi. È questa proprietà dell'ozono che è stata applicata come disinfettante e sterilizzante contro batteri, virus e funghi.

[...] La spiegazione più spesso citata per gli effetti battericidi dell'ozono si concentra sulla rottura dell'integrità dell'involucro attraverso la perossidazione dei fosfolipidi. Ci sono anche prove per l'interazione con le proteine ( *Mudd et al., 1969* ). [...]

I virus sono stati studiati durante la loro interazione con l' ozono ( *Roy et al., 1981* ). Dopo 30 secondi di esposizione all'ozono , il 99% dei virus è stato inattivato e ha dimostrato un danno alle proteine dell'involucro, che potrebbe comportare il fallimento dell'attaccamento alle cellule normali e la rottura dell'RNA a singolo filamento.

L'amministrazione per la sicurezza e la salute sul lavoro (OSHA) ha fissato gli standard di aria sanitaria pubblica di 0,1 ppm per 8 ore o 0,3 ppm per 15 minuti come limite della quantità di ozono a cui le persone possono essere esposte in sicurezza. I depuratori d'aria a base di ozono non devono generare livelli di ozono superiori agli standard di sanità pubblica, che sono di gran lunga inferiori a qualsiasi attività antimicrobica o controllo efficace degli odori. Le basse concentrazioni di ozono , al di sotto del limite interno EPA accettabile, sono state utilizzate come depuratori d'aria, ma la loro efficacia è stata messa in discussione da molti studi ( *Dyas et al., 1983* ; *Foard et al., 1997* ). Ad alta concentrazione l'ozono è stato usato per decontaminare spazi non occupati di alcuni contaminanti chimici e biologici e odori come il fumo."



## SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT (VOLUME 725)

### **Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID 19) pandemic - Case study from the Republic of Ireland.**

Neil J. Rowan, John G. Laffey

10 luglio 2020

#### **“Punti salienti**

- E' urgente trovare soluzioni per il trattamento di DPI per COVID19
- Il ricondizionamento dei DPI è impegnativo poiché realizzato per un solo utilizzo
- La maggior parte delle tecnologie di sterilizzazione non sono adatte per il ritrattamento dei DPI
- L'uso di perossido di idrogeno vaporizzato e irraggiamento può rilevarsi efficace per i DPI.



Science of The Total Environment  
Volume 725, 10 July 2020, 138532



Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic – Case study from the Republic of Ireland

Neil J. Rowan <sup>a,\*, B.</sup>, John G. Laffey <sup>c, d</sup>

[...] La tecnologia UV-C è una tecnologia molto efficace per la disinfezione e ampiamente utilizzata dalle industrie alimentari e idriche adiacenti. Dato che il coronavirus (COV) e altri virus respiratori sono significativamente meno resistenti a quelli dei BI utilizzati nelle modalità di sterilizzazione, è concepibile l'uso di una disinfezione di livello da alto a moderato per soddisfare le esigenze di ritrattamento dei DPI. Queste sono anche tecnologie commerciali chiavi in mano per facilità di funzionamento e integrazione all'interno degli ospedali che considerano anche l'utilizzo da parte del personale di decontaminazione esistente e dal responsabile dell'HSSD. [...] La camera della nanoclave ha lampade Sylvania UVGI da 32 × 30 W e 16 × 25 W che forniscono una dose UV-C di 52 W / m<sup>2</sup> per 60 secondi. È stato dimostrato che il gabinetto della nanoclave disinfetta l'unità virale a 3 log di Adenovirus in 3 minuti a una lunghezza d'onda fissa di 254 nm che si rivolge a materiale genetico vitale, come l'RNA ( *Moore et al., 2012*). [...]"

## PUBMED.GOV - JOURNAL OF BIOLOGICAL REGULATORS & HOMEOSTATIC AGENTS

### **How to Reduce the Likelihood of Coronavirus-19 (CoV-19 or SARS-CoV-2) Infection and Lung Inflammation Mediated by IL-1.**

P. Conti, C. E. Gallenga, G. Tetè, Al. Caraffa, G. Ronconi, A. Younes, E. Toniato, R. Ross, S. K. Kritas

31 marzo 2020

“[...] Inoltre, la radiazione UV germicida "scompon" l'ossigeno O<sub>2</sub> che poi si aggrega in molecole di O<sub>3</sub> (ozono) creando lo strato di ozono, in grado di inibire la replicazione virale e migliorare la respirazione polmonare. Tutte queste precauzioni dovrebbero essere prese in considerazione per ridurre il rischio di infezione da CoV-19.[...] “



---

EUROPE PMC - BIOMEDICAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES (16/3: 246-255)

**Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation.**

Duan S.M., Zhao X.S., Wen R.F., Huang J.J., Pi G.H., Zhang S.X., Han J., Bi S.L., Ruan L., Dong X.P.,  
SARS Research Team

01 settembre 2003

**"Astratto**

Un totale di 10 (6) virus TCID<sub>50</sub> sono stati collocati in ciascuna condizione testata e le variazioni dell'infettività virale nei campioni dopo i trattamenti sono state misurate valutando l'effetto citopatico (CPE) nella linea cellulare Vero-E6 a 48 ore dopo l'infezione. [...] I virus sono rimasti stabili a 4 ° C, a temperatura ambiente (20 ° C) ea 37 ° C per almeno 2 ore senza notevoli cambiamenti nella capacità infettiva nelle cellule, ma sono stati convertiti in non infettivi dopo 90-, 60- e un'esposizione di 30 minuti a 56 ° C, rispettivamente a 67 ° C e 75 ° C. L'irradiazione di UV per 60 minuti sul virus nel terreno di coltura ha provocato la distruzione dell'infettività virale a un livello in cui non è stata più rilevabile. La capacità di sopravvivenza del coronavirus SARS negli esemplari umani e negli ambienti sembra essere relativamente forte. Il riscaldamento e l'irradiazione UV possono eliminare efficacemente l'infettività virale."

---

INFECTION CONTROL & HOSPITAL EPIDEMIOLOGY (VOLUME 37, ISSUE 5, PP. 598-599)

**Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and MERS-CoV**

Kurt Bedell, Adam H. Buchaklian e Stanley Perlman

Maggio 2016

**"Astratto**

METODI EFFICIENTI E AUTOMATIZZATI PER LA DISINFEZIONE DELLE SUPERFICI CONTAMINATE DALLA SINDROME RESPIRATORIA MEDIORENTALE CORONAVIRUS (MERS-COV) POSSONO PREVENIRE LA DIFFUSIONE DEL VIRUS. QUI RIPORTIAMO L'EFFICACIA E L'USO DI UN SISTEMA DI DISINFEZIONE UV-C A CAMERA INTERA A TRIPLA EMISSIONE AUTOMATIZZATA PER INATTIVARE IL VIRUS DELL'EPATITE DI TOPO, IL CEPPA A59 (MHV-A59) E I VIRUS MERS-COV SU SUPERFICI CON UNA RIDUZIONE > 5 LOG 10.

**[...] Discussione**

Il sistema di disinfezione UV-C continua a più emettitori è risultato avere un'efficacia > 99.999% contro MHV-A59, un analogo nel topo di MERS-CoV e SARS-CoV in 10 minuti. Applicando gli stessi studi sulle goccioline di MERS-CoV sono risultati non rilevabili livelli di virus MERS-CoV dopo soli 5 minuti di esposizione all'emettitore UV-C o riduzione percentuale di > 99,999%. In particolare, la disinfezione UV-C è più efficace quando usato in aggiunta alla pulizia standard di superfici difficili e non deve essere utilizzata per sostituire una buona pratica di pulizia. Questo studio è il primo a

documentarne l'efficacia di un sistema UV-C automatizzato a emettitore multiplo a camera intera o qualsiasi sistema di disinfezione di tutta la stanza contro i virus RNA, come MHV-A59, MERS-CoV e SARS-CoV. L'uso del Sistema Surfacede di disinfezione UV-C a camera intera durante gli scoppi di MERS possono prevenire la diffusione nosocomiale del virus e proteggere il personale nel processo."

---

JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF DERMATOLOGY (VOLUME 82, ISSUE 6,  
PAGES 1511-1512)

**Ultraviolet germicidal irradiation: Possible method for respirator disinfection to facilitate reuse during the COVID-19 pandemic**

Iltefat H., Hamzavi, Alexis B. Lyons, Indermeet Kohli, Shanthi Narla, Angela Parks-Miller, Joel M. Gelfand, Henry W. Lim, David M. Ozog

Giugno 2000

"[...] Precedenti studi hanno dimostrato che i raggi UVC possono inattivare i coronavirus, incluso il coronavirus della sindrome respiratoria acuta grave (SARS-CoV) e il coronavirus della sindrome respiratoria del Medio Oriente (MERS-CoV). Uno studio su respiratori contaminati con influenza H1N1 A ha riscontrato riduzioni significative (riduzione  $\geq 3$ -log) del virus dell'influenza vitale in condizioni di sporco artificiale sostanziale dopo essere stato trattato per 60-70 secondi a un'irradiazione di  $17 \text{ mW} / \text{cm}^2$ , con conseguente Dose UVGI di  $\sim 1 \text{ J} / \text{cm}^2$  misurata a 254 nm. L'efficacia di questa dose è stata verificata in ulteriori studi e dosi più elevate (fino a  $2 \text{ J} / \text{cm}^2$ ) hanno dimostrato di ridurre i benefici dopo  $1 \text{ J} / \text{cm}^2$ . [...]"

---

VOX SANGUINIS (VOLUME 115, ISSUE 3)

**Inactivation of three emerging viruses – severe acute respiratory syndrome coronavirus, Crimean–Congo haemorrhagic fever virus and Nipah virus – in platelet concentrates by ultraviolet C light and in plasma by methylene blue plus visible light**

Markus Eickmann, Ute Gravemann, Wiebke Handke, Frank Tolksdorf, Stefan Reichenberg, Thomas H. Müller, Axel Seltsam

12 gennaio 2020

**"[...] Materiali e metodi**

I prodotti sanguigni sono stati addizionati con SARS-CoV, CCHFV o NiV e quindi trattati con dosi crescenti di luce UVC (piastrine UV THERAFLEX) o con blu di metilene (MB) più dosi crescenti di luce visibile (MB / luce; plasma THERAFLEX MB). I campioni sono stati prelevati prima e dopo il trattamento con ciascuna dose di illuminazione e testati per l'infettività residua.

**Risultati**

Il trattamento con metà o tre quarti della dose UVC completa ( $0.2 \text{ J} / \text{cm}^2$ ) ha ridotto l'infettività di SARS - CoV ( $\geq 3.4 \text{ log}$ ), CCHFV ( $\geq 2.2 \text{ log}$ ) e NiV ( $\geq 4.3 \text{ log}$ ) al limite di rilevazione (LOD) nei

concentrati piastrinici e il trattamento con MB e un quarto della dose di luce piena ( $120 \text{ J / cm}^2$ ) ha ridotto quello di SARS - CoV ( $\geq 3 \cdot 1 \log$ ), CCHFV ( $\geq 3 \cdot 2 \log$ ) e NiV ( $\geq 2 \cdot 7 \log$ ) al LOD nel plasma.

## Conclusione

Il nostro studio dimostra che entrambe le piastrine THERAFLEX UV (UVC) e THERAFLEX MB-Plasma (MB / luce) riducono efficacemente l'infettività di SARS-CoV, CCHFV e NiV nei concentrati piastrinici e nel plasma, rispettivamente.

---

JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE (VOLUME 80, ISSUE 6)

### **Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry - a critical review**

Thomas Bintsis, Evanthia Litopoulou-Tzanetaki, Richard K. Robinson

27 aprile 2000

#### **"Astratto**

La luce ultravioletta a onde corte (UVC, 254 nm) può ridurre drasticamente il carico microbico nell'aria o su superfici dure prive di residui di cibo e può eliminare i patogeni dall'acqua potabile filtrata per rimuovere residui organici e "grumi" di batteri. Più recentemente, è stata richiesta l'approvazione della Food and Drug Administration (USA) per un sistema per la distruzione di batteri patogeni nei succhi di frutta mediante UVC, e lo stesso approccio potrebbe forse essere applicato per rimuovere gli organismi di deterioramento dal sidro o dai vini. Al contrario, la luce UV a onde lunghe (UVA,  $> 320 \text{ nm}$ ) ha proprietà microbicide limitate [...]."

---

ENVIRO LABS

### **Ozone Disinfection of SARS-Contaminated Areas**

Kenneth K. K. LAM

"[...] Il metodo più comune di disinfezione dell'aria utilizza la radiazione ultravioletta (UV). Le radiazioni UV (UV-C) uccidono batteri e virus danneggiando il DNA / RNA di le cellule di microrganismi. Tuttavia, le radiazioni UV potrebbero disinfettare solo l'aria vicino alle lampade poiché la luce UV ha una capacità di penetrazione limitata. In caso di Stanza contaminata dalla SARS, la sola disinfezione UV non è adeguata ambiente privo di virus per noi.

[...] Dati sperimentali mostrano che l'ozono è efficace nel ridurre i batteri presenti nell'aria della stanza non occupata. Oltre il 90% dei batteri presenti nell'aria potrebbe essere ridotto dopo ozonizzazione. Poiché i virus sono generalmente più sensibili all'ozono rispetto ai batteri, esso potrebbe supporre che tutti i virus vengano uccisi se una grande percentuale di batteri presenti nell'aria vengono rimossi. L'ozono è un gas che ha una buona capacità di penetrazione e potente potere ossidante, quindi la sua efficienza di disinfezione è superiore alle radiazioni UV e Filtro HEPA. [...]"

---

AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY - APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY  
(78/6:1666-9)

## **Aerosol Susceptibility of Influenza Virus to UV-C Light**

James J. Mcdevitt, Stephen N. Rudnick, Lewis Radonovich

Marzo 2012

### **"Astratto"**

[...] La disinfezione dell'aria tramite la luce UV germicida (UV-C) 254-nm nella sala superiore può essere in grado di ridurre la trasmissione dell'influenza attraverso la via aerea. È stata caratterizzata la suscettibilità degli aerosol del virus dell'influenza A (H1N1, PR-8) alla luce UV-C utilizzando una camera da banco dotata di una finestra di esposizione UVC. Abbiamo valutato la suscettibilità del virus alle dosi UV-C comprese tra 4 e 12 J/ m<sup>2</sup> a tre livelli di umidità relativa (25, 50 e 75%). I dati mostrano che i valori di Z (fattori di suscettibilità) erano più alti (più sensibili) ai raggi UV-C rispetto a quanto riportato in precedenza. Inoltre, i diagrammi dose-risposta hanno mostrato che la suscettibilità del virus dell'influenza aumenta con la riduzione dell'umidità relativa [...]"

---

## **OZONE: SCIENCE & ENGINEERING (31:216-223)**

### **Development of a Practical Method for Using Ozone Gas as a Virus Decontaminating Agent**

James B. Hudson, Manju Sharma, and Selvarani Vimalanathan

Maggio-Giugno 2009

"[...] Le proprietà antivirali e antimicrobiche dell'ozono sono state ben documentate, sebbene i meccanismi d'azione non siano ben compresi e potrebbero essere coinvolti diversi obiettivi macromolecolari ( Carpendale e Freeberg, 1991 ; Wells et al., 1991 ; Khadre and Yousef, 2002 ; Shin e Sobsey, 2003 ; Cataldo, 2006 ; Lin e Wu, 2006 ; Lin et al., 2007 ). Le soluzioni acquose di ozono sono utilizzate come disinfettanti in molte situazioni commerciali, tra cui il trattamento delle acque reflue, le lavanderie e la lavorazione degli alimenti ( Kim et al., 1999 ; Shin e Sobsey, 2003 ; Naitou e Takahara, 2006 , 2008 ; Cardis et al., 2007 ), ma l'uso del gas su scala commerciale come dispositivo di decontaminazione non è stato sfruttato. Il gas ozono presenta tuttavia numerosi vantaggi potenziali rispetto ad altri gas di decontaminazione e applicazioni chimiche liquide ( McDonnell e Russell, 1999 ; Barker et al., 2004 ).

[...] Come gas può penetrare in tutte le aree all'interno di una stanza, comprese le fessure, gli infissi, i tessuti e le superfici sottostanti dei mobili, in modo molto più efficiente rispetto agli spray liquidi e agli aerosol applicati manualmente ( Barker et al., 2004 ; Malik et al., 2006 ; Hudson et al., 2007 ).

[...] Abbiamo valutato la fattibilità dell'uso del gas ozono come mezzo efficace per decontaminare varie superfici dure e porose contenenti pellicole secche o umide di diversi virus, in presenza e assenza di detriti cellulari e fluidi biologici. [...]"

***UVC LED Irradiation Effectively Inactivates Aerosolized Viruses, Bacteria, and Fungi in a Chamber-Type Air Disinfection System***

Do-Kyun Kim, Dong-Hyun Kang

Settembre 2018

**"Astratto"**

In questo studio, è stata studiata la possibilità di inattivare gli aerosol virali, batterici e fungini in un sistema di disinfezione dell'aria a camera utilizzando un array di diodi a emissione di luce UVC (LED) e sono state calcolate le costanti del tasso di inattivazione di ciascun microrganismo in curve di adattamento delle popolazioni sopravvissute. Il trattamento con array di LED UVC ha inattivato efficacemente l'infettività virale, ottenendo riduzioni di 5 log entro 45 mJ / cm<sup>2</sup> per i virus MS2, Q $\beta$  e  $\phi$ X174. L'efficacia della matrice di LED UVC nell'inattivazione dell'Escherichia coli O157: H7, Salmonella enterica serovar Typhimurium, Listeria monocytogenes e Staphylococcus aureus aerosol ha ottenuto riduzioni da 2,5 a 4 log entro 1,5-4,6 mJ / cm<sup>2</sup>. Inoltre, sono state ottenute riduzioni di 4 log di Aspergillus flavus e Alternaria japonica ad un dosaggio di 23 mJ / cm<sup>2</sup> usando l'irradiazione con array di LED UVC.

La massima suscettibilità ai raggi UV, rappresentata dalla costante del tasso di inattivazione, è stata calcolata per i batteri, seguita da funghi e virus. [..]"

ALTRE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY - APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY

**UV Disinfection of Adenoviruses: Molecular Indications of DNA Damage Efficiency**

Anne C. Eischeid, Joel N. Meyer, Karl G. Linden

2009

WATER RESEARCH (VOLUME 40, ISSUE 1, PAGES 3-22)

**Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cyst in water: A review**

W.A.M. Hijnen, E.F. Beerendonk, G.J. Medema

Gennaio 2006

WATER RESEARCH (VOLUME 21, ISSUE 6, PAGES 687-692)

**Ultraviolet inactivation of selected bacteria and viruses with photoreactivation of the bacteria**

George D. Harris, V.Dean Adams, Darwin L. Sorensen, Michael S. Curtis

Giugno 1987

IUVA NEWS (VOLUME 8, NO.1)

**UV Dose Required to Achieve Incremental Log Inactivation of Bacteria, Protozoa and Viruses**

Gabriel Chevretils, Eric Caron, Harold Wright, Gail Sakamoto

Marzo 2006

APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY (43/3: 509-513)

**Ozone decontamination of bioclean rooms**

T. Masaoka, Y. Kubota, S. Namiuchi, T. Takubo, T. Ueda, H. Shibata, H. Nakamura, J. Yoshitake, T. Yamayoshi, H. Doi e T. Kamiki

Marzo 1982

JOURNAL OF HOSPITAL INFECTION (40/1: 61-65)

**Investigation of gaseous ozone for MRSA decontamination of hospital side-rooms.**

Berrington A.W., Pedler S.J.

01 settembre 1998



---

APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY (79/8: 2721-2730)

**Kinetics of Ozone Inactivation of Infectious Prior Protein**

Ning Ding, Norman F. Neumann, Luke M. Price, Shannon L. Braithwaite, Aru Balachandran, Gordon Mitchell, Miodrag Belosevic e Mohamed Gamal El-Din

Aprile 2013

---

TISSUE ENGINEERING. PART C, METHODS (22/4: 338-347)

**Ozone Gas as a Benign Sterilization Treatment for PLGA Nanofiber Scaffolds**

Carolina Fracalossi Rediguieri, Terezinha de Jesus Andreoli Pinto, Nadia Araci Bou-Chacra, Raquel Galante, Gabriel Lima Barros de Araújo, Tatiana do Nascimento Pedrosa, Silvy Stuchi Maria-Engler e Paul A. De Bank

01 aprile 2016

---

APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY (69/7: 3975-3978)

**Reduction of Norwalk Virus, Poliovirus 1, and Bacteriophage MS2 by Ozone Disinfection of Water**

Gwy-Am Shin e Mark D. Sobsey

Luglio 2003

---

CRITICAL CARE (SUPPL 1: P67)

**Ozone fumigation successfully controlled and eradicated multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* from an intensive care unit**

R Stümpfle, A. Castello-Cortes, F. Coogan e P.B. Nielsen

01 Marzo 2010

---

JOURNAL OF PREVENTIVE MEDICINE AND HYGIENE (58/1: E48-E52)

**Water and air ozone treatment as an alternative sanitizing technology**

M. Martinelli, F. Giovannangeli, S. Rotunno, C.M. Trombetta e E. Montomoli

Marzo 2017

---

CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS (21: 995-1005)

**Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial**

Stefan Kist, Maximilian Kollmuss, Jette Jung, Sören Schubert, Reinhard Hickel e Karin Christine Huth

## INTEGRAZIONE DELLA TECNOLOGIA NEI BIO INERTIZZATORI MIT SRL

L'attuale panorama normativo, che prevede l'obbligo di utilizzo di DPI specifici per la gestione sanitaria Covid (mascherine, guanti, occhiali di protezione, tute monouso), ha implicato la gestione responsabile e cautelativa dei DPI utilizzati all'interno specialmente delle aziende, ma anche in luoghi altamente frequentati e ambienti privati.

I rifiuti provenienti da DPI utilizzati in conformità alle prescrizioni sanitarie per contrastare l'emergenza sanitaria determinata dall'infezione COVID-19 implicano una **gestione speciale** poiché va garantita la **corretta denominazione del rifiuto**, che è responsabilità del Produttore e mette al contempo Amministratori/Legali Rappresentanti/Responsabili Sicurezza e Responsabili Ambientali di fronte a **contestazioni in ordine alla gestione del rifiuto o alla gestione di possibili infortuni sul lavoro causati da infezioni per COVID-19**.

I **BIO INERTIZZATORI** prodotti da MIT SRL sono dispositivi per lo smaltimento di rifiuti potenzialmente contaminati, indifferenziabili o differenziabili, tra i quali anche i DPI specifici per la gestione sanitaria Covid-19. I BIO INERTIZZATORI sfruttano la tecnologia UV-C e Ozono per disinfettare i rifiuti che vengono in essi conferiti.

Come si evince dall'ampia documentazione scientifica precedentemente analizzata, con l'esposizione a raggi UVC ed ozono per un determinato tempo e concentrazione, si ottiene:

1. un ambiente ostativo alla proliferazione di virus e batteri;
2. una inertizzazione degli odori;
3. una disinfezione di virus e batteri con un livello del 99.999%.

Nei BIO INERTIZZATORI si ha un'esposizione agli UVC e una concentrazione confinata di ozono che superano quelli identificati a livello scientifico. Per questo motivo, l'utilizzo dei BIO INERTIZZATORI nello smaltimento di rifiuti potenzialmente contaminati assicura:

1. di adottare una **pratica di gestione di rifiuti tracciabile e sicura**;
2. che **i rifiuti in essi contenuti sono inertizzati**, ovvero non vi è proliferazione di virus e batteri;
3. che **non vi sia cross contamination**;
4. che quindi i rifiuti in essi contenuti **non siano più pericolosi né contaminanti**.