

# CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS: MÉTODOS NÃO CONVENCIONAIS

**Curso Ciências dos Alimentos**

**CEN 0002**

Profa. Dra. Marta H. F. Spoto

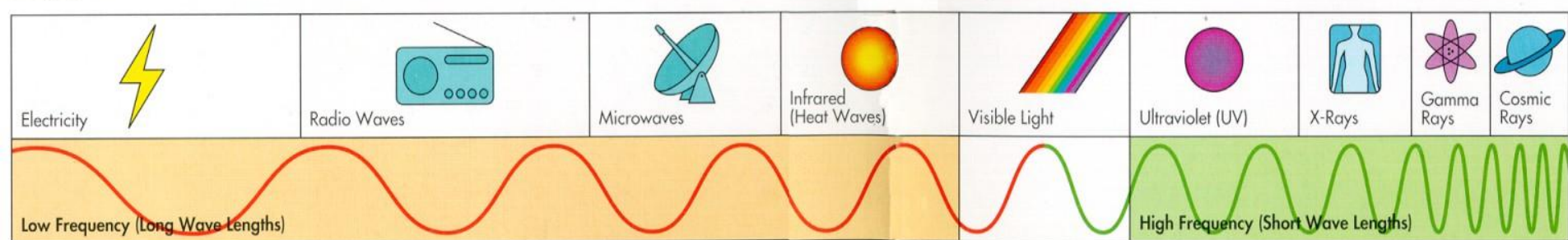
Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder

# O que é a Luz Ultravioleta?

- # A luz ultravioleta (UV) é uma energia eletromagnética, situa entre os raios X e a luz visível no espectro eletromagnético.
- # A radiação UV pode ser subdividida em:
  - UV próximo (comprimento de onda de 380 até 200 nm - mais próximo da luz visível),
  - UV distante (de 200 até 10 nm)
  - UV extremo (de 1 a 31 nm).

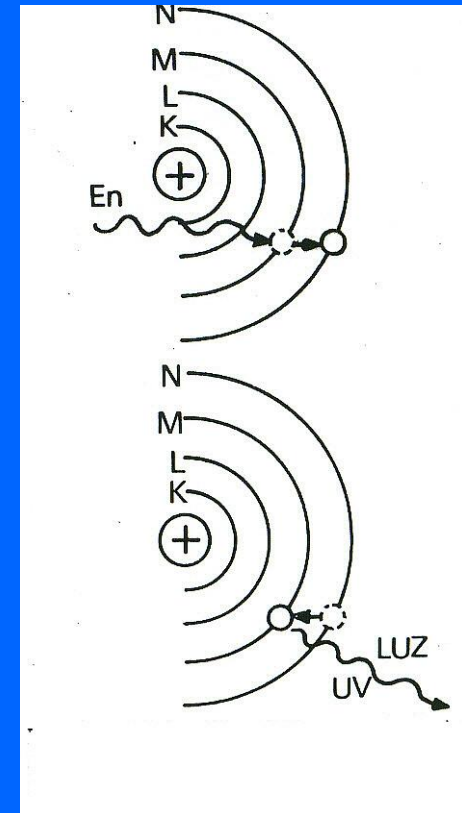
# ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Diagram 2



# Como é gerada a luz ultravioleta?

1. Com a energização de átomos, através do calor, radiação gama, X ou raios cósmicos, os elétrons absorvem energia e saltam para orbitais mais externos.
2. Na volta, a energia é devolvida como luz UV ou visível, dependendo do salto energético do elétron.



# Natural - SOL

No que se refere aos efeitos à saúde humana e ao meio ambiente, a UV classifica-se como:

UVA – Ondas longas  $\lambda = 320-400\text{nm}$

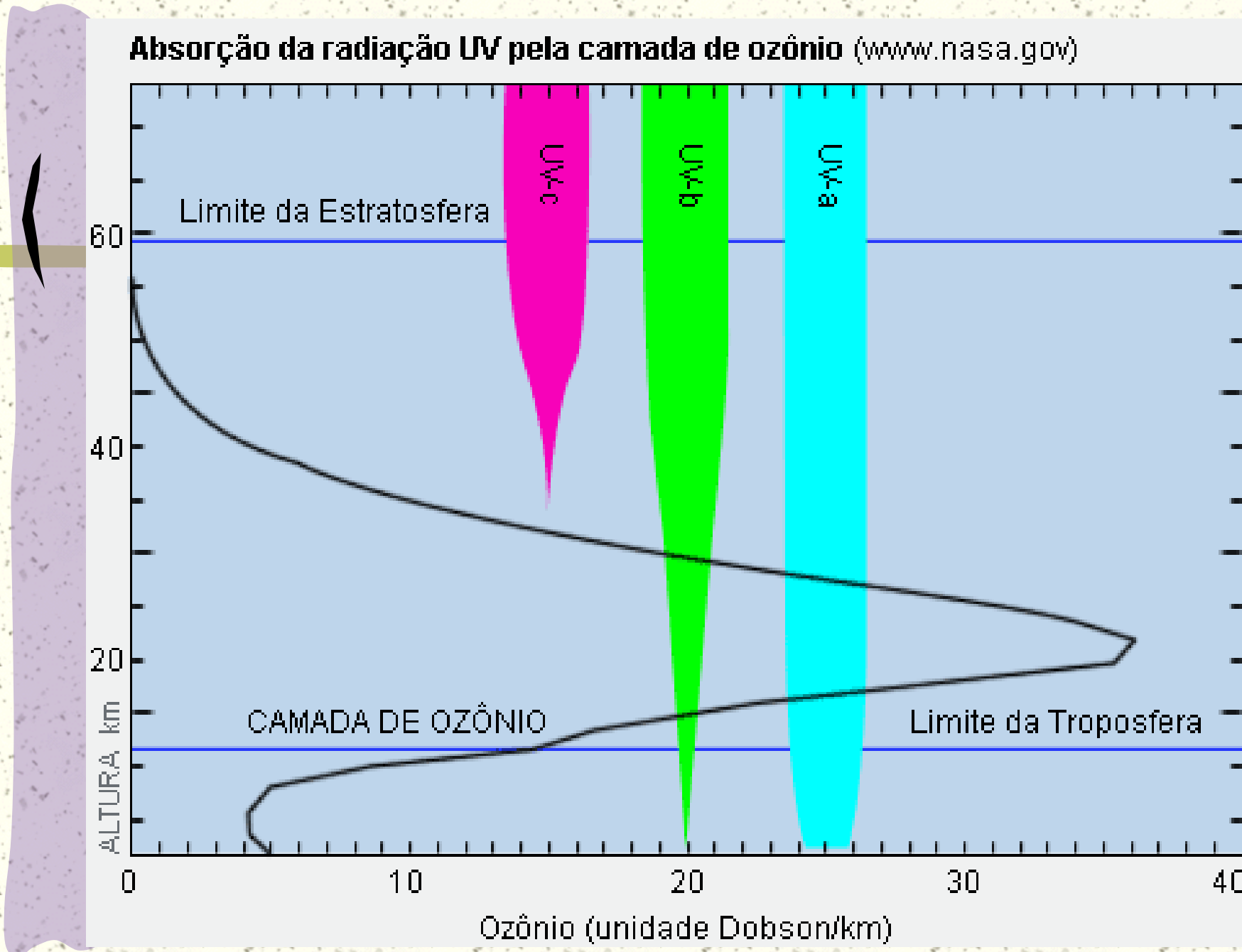
Fracamente afetadas pela atmosfera

UVB – Ondas médias  $\lambda = 280-320\text{nm}$  Atenuadas pela atmosfera mas parte atinge a Terra

UVC – Ondas curtas  $\lambda = 200-280\text{nm}$

Completamente absorvidas pela camada de ozônio e  $\text{O}_2$

# Absorção da radiação UV pela camada de ozônio (www.nasa.gov)





# Luz ultravioleta artificial no ambiente e individuo

Artificial –

→ Lâmpadas: UV-A →  
UV-B

- Bronzeamento artificial
- Luz negra ou Longa

→ Lâmpadas: UV-C →

Ação germicida

# Lampada de UV

- # Dentro da lâmpada há um vapor (mercúrio) que, na passagem de elétrons, emite radiação no comprimento de onda do ultravioleta. Esta radiação liberada "bate" na borda da lâmpada que é revestida internamente por um fósforo. O fósforo excitado com a energia recebida reemite a energia em comprimentos de onda do visível (branco).
- # A diferença para a luz negra, é que esta não possui o revestimento de fósforo, deixando, assim, passar toda a radiação ultravioleta.



# Lâmpadas UV



[hailong-light.en.alibaba.com](http://hailong-light.en.alibaba.com)



# Tipos de fontes artificiais: Baixa intensidade

---

- # - lâmpadas de vapor de Hg de baixa pressão
- # - lâmpadas fluorescentes
- # - chamas do corte

# Tipos de fontes artificiais: Alta intensidade

- # - lâmpadas de vapor de Hg de alta pressão - germicidas
- # - arcos de quartzo e Hg
- # - arcos de xenon de alta pressão
- # - arcos de carbono
- # - soldadura de plasma ( $\sim 6000^{\circ}\text{K}$ )
- # - arco de soldadura
- # - lâmpadas de fototerapia e solares
- # - lâmpadas de luz negra (UV - A)
- # - arcos de soldadura e corte
- # - arcos elétricos em fornos de fundição
- # - fotocopiadoras
- # - flash



## Ação germicida do ultravioleta -Histórico

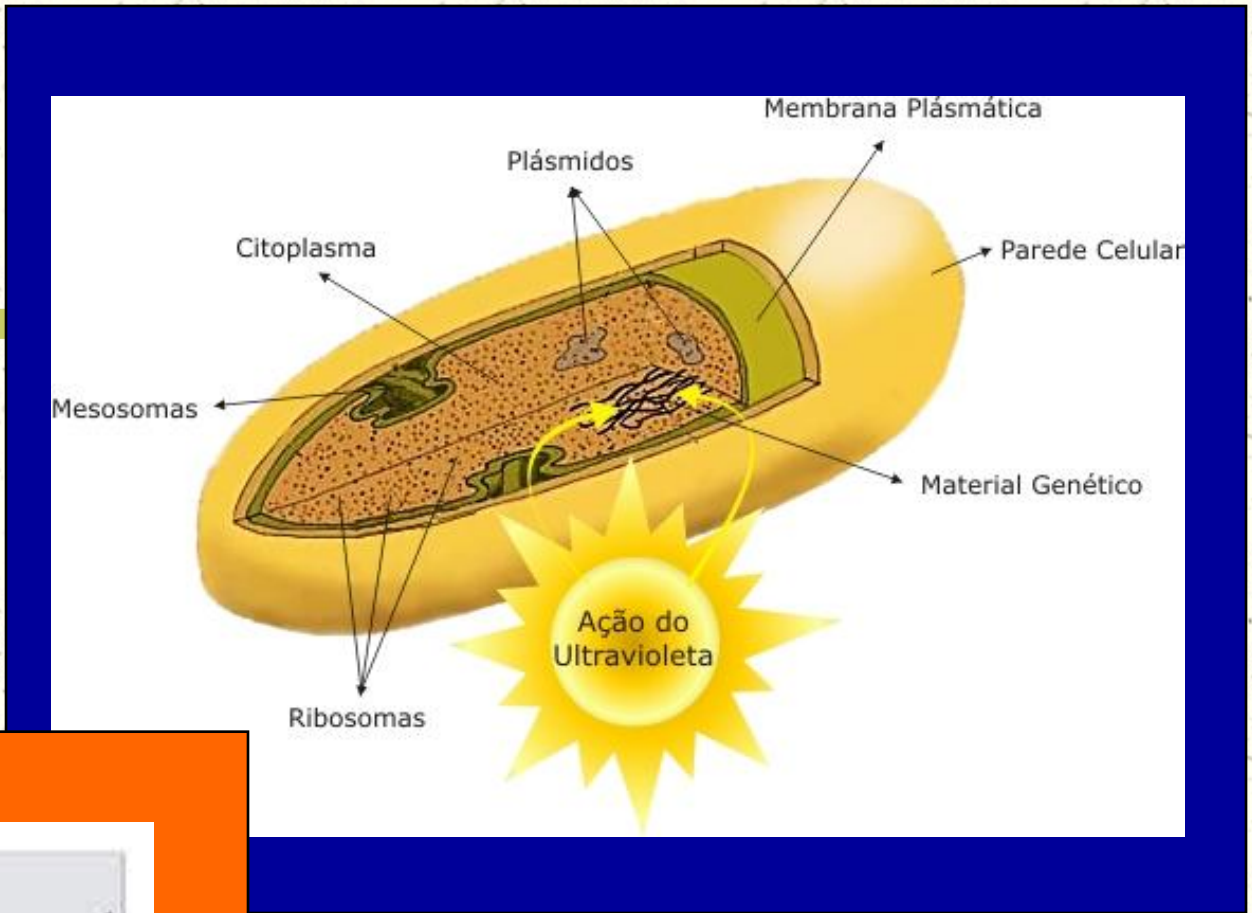
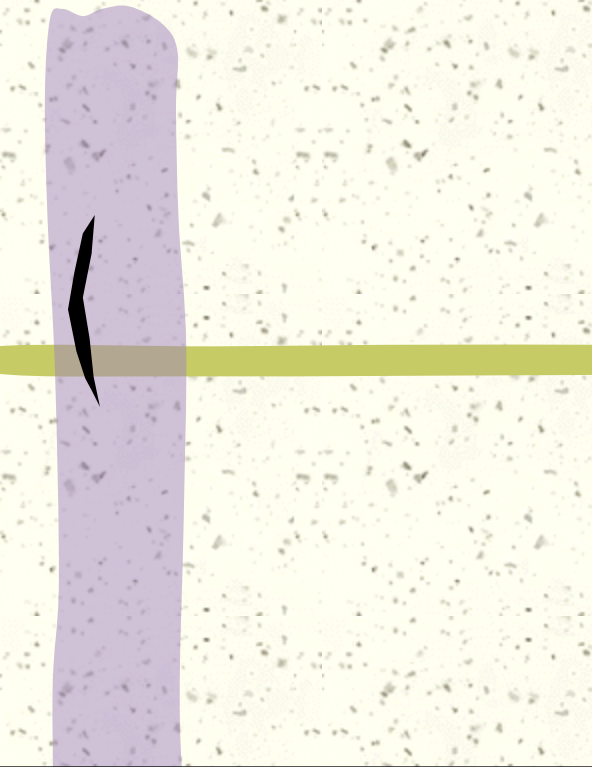
- # 1910 - 1º tratamento de água potável, Marseille - França;
- # 1955 - aplicação em larga escala na Europa e EUA.
- # Atualmente - equipamentos UVC por todo o mundo, nas mais variadas aplicações, incluindo desinfecção de água, ar e superfícies.

# Ação da UV em microrganismos

**UVC** 254nm – máxima ação germicida, letal para bactérias, vírus, fungos, protozoa, algas e leveduras

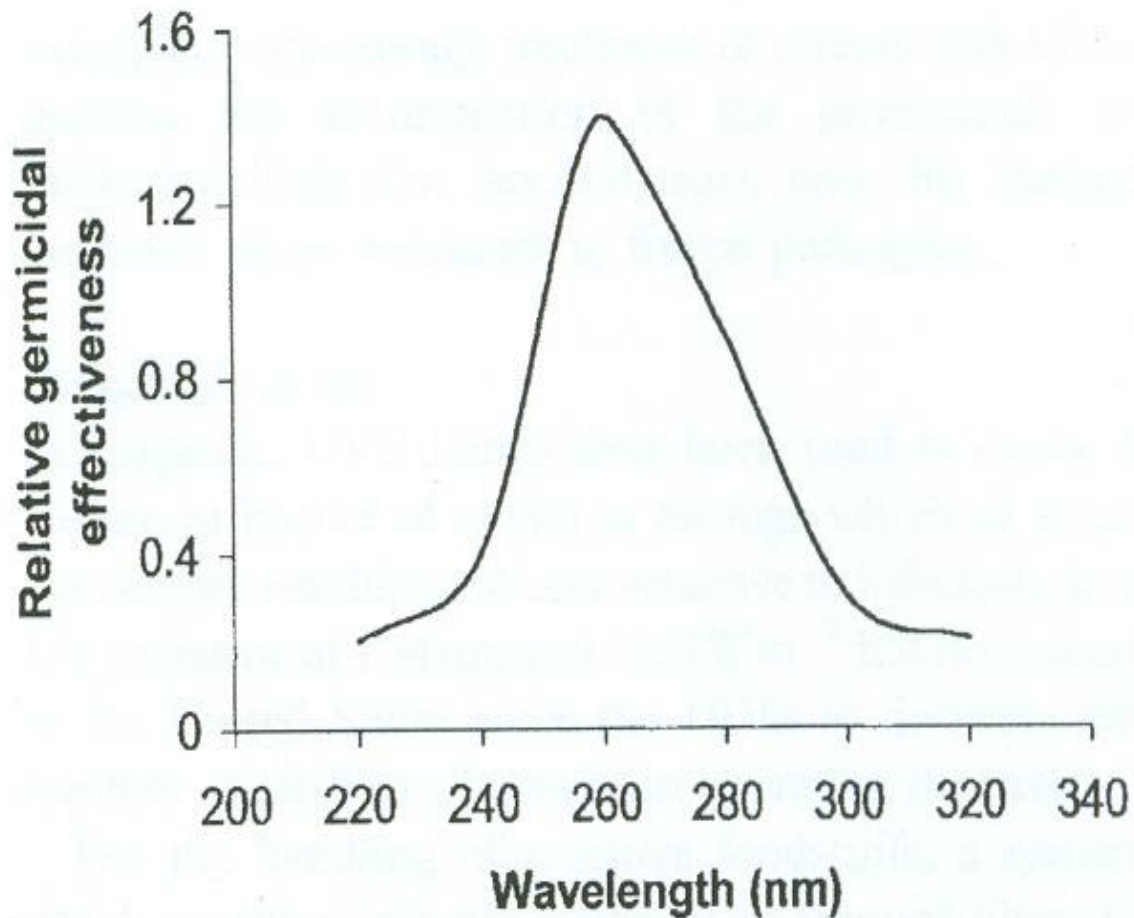
**Modo de ação:** reação foto-química alterando o DNA





Uma radiação UV de 253,7nm pode quebrar as ligações O-H, C-C, C-H, H-N, S-S.

# UVC - Curva de Letalidade microbiana



UV < 230nm - baixa letalidade microbiana

---

# UV < 230nm - mais eficaz na  
dissociação de compostos químicos

- $\lambda < 185\text{nm}$  - o ozônio é produzido a partir de oxigênio, oxidando os compostos orgânicos;
- combinação de 230nm + 185nm - eficaz para tratamento fotoquímico.

# Propagação da luz UV

- # A luz emitida fonte de UV propagar, através da absorção, reflexão, refração e dispersão.
- # Absorção (A) - transformação da energia dos fótons de luz para outras formas de energia conforme ela caminha através da substância.



# Propagação da luz UV

---

- # A energia radiante absorvida pela molécula ou o microrganismo é chamada de dose UV efetiva ou germicida. A inativação microbiana depende principalmente da dose eficaz.



# Propagação da luz UV

- # Reflexão (R) - variação da direção de propagação da luz desviada por uma interface.
- # Dispersão - processo que deflete radiação eletromagnética de um caminho reto através de um absorvedor quando fótons interagem com a partícula. O fenómeno de dispersão desempenha um papel importante na desinfeção de líquidos alimentares contendo partículas.

# Intensidade x Dose

- A intensidade da radiação UV é expressa em **fluxo** ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )
- A dose (intensidade por tempo de exposição) é expressa em **exposição radiante** ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )

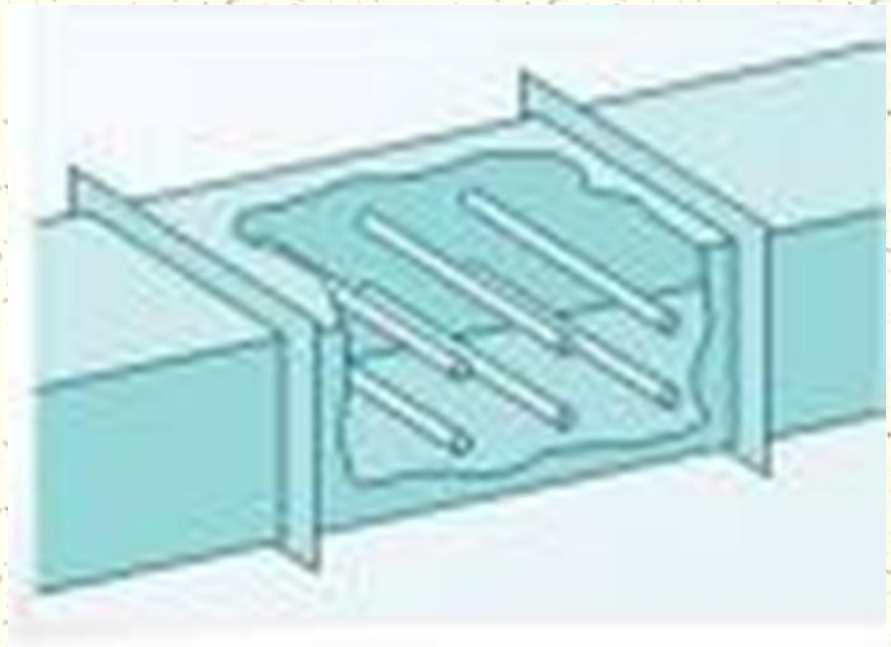
# UV em indústria, de alimentos

## Tratamento de:

- Ar;
- Superfícies de contato;
- Líquidos;
- Superfícies de embalagens e alimentos sólidos

# Destruição de microrganismos no ar

- A UVT no ar é até maior do que na água e, portanto, o número de lâmpadas requeridas é menor.
- Os vírus transmitidos pelo ar facilmente desativados com UV, os fungos e esporos requerem doses mais elevadas.





# Destruição de microrganismos no ar

- Fontes LPM (baixa pressão de mercúrio) - a radiação UV de ondas curtas (185nm) produz **ozônio** no ar ambiente pela oxidação do oxigênio, que promove a quebra dos poluentes.
- Desinfecção de dutos de ventilação e depósitos, resultando ar com baixo índice de contaminação nas áreas de produção, dois métodos:
  - desinfetar o fluxo de ar em movimento, do mesmo modo que um sistema de água;
  - instalar o UV em ar condicionado, desinfetando seus componentes, tais como o filtro, etc. para ajudar a prevenir o crescimento de fungos e bactérias.



# Desinfecção de superfícies de contato

- Medidas de controle higiênico na indústria de alimentos:
- Fungos e biofilmes de bactérias e leveduras que podem se desenvolver em superfícies (tetos, paredes, pisos)
- Equipamentos, como tanques e tonéis, bobinas de refrigeração
- Superfícies de contato com alimentos, tais como equipamentos de corte e correias de transporte - A radiação UV elimina até 99,9% dos microrganismos em correias transportadoras de frutas e hortaliças.

# Embalagens

- # A radiação UV pode ser aplicada como um tratamento **pré e pós-embalagem** para redução da deterioração microbiana.
- # Pré-embalagem - tratamento por UV de embalagens em instalações de enchimento de produtos de frutas.
  - Ex. tampas, copos, selagens, e embalagens cartonadas para sucos e bebidas.

# Embalagens

- # **Pós-embalagem** - as considerações sobre transparência devem ser levadas em consideração.
- # Materiais como vidro, poliestireno e PET, que permitem a passagem da luz visível, não são transparentes para os comprimentos de onda de UV. Portanto, não são adequados para tratamentos de UV.
- # Por outro lado, os polímeros que barram a luz visível ou parte dela, como polietileno, polipropileno, polibutileno, EVA, nylon e EVOH, transmitem a luz.
- # Etiquetas impressas ou desenhos podem interferir na absorção de luz e devem ser evitadas na embalagem.

# Superfície da Embalagem

- # A superfície da embalagem deve ser lisa, limpa (livre de partículas) e sem rugosidades, poros, e ranhuras, o que poderia sombrear as células microbianas,
- # Também, a geometria deve ser simples e plana, a luz alcançar todos os pontos da superfície do produto.



# Tratamento de superfícies de frutas in natura e minimamente processadas

- # UV para tratamentos de frutas e hortaliças - desinfecção - estender a vida útil.
- # A microflora está presente naturalmente na superfície de produtos frescos ou in natura, portanto, os microrganismos patogênicos e deteriorantes podem ser reduzidos por tratamento UV.
  - Obs. A fruta deve estar em movimentação para que a UV atinja toda a sua extremidade.

# Shelf-life de frutas e hortaliças

---

- # Aumentar o shelf-life de frutas e hortaliças (Ex. morangos, maçãs, pêssegos, tomates, pimentões e brócolis), reduzindo a taxa de respiração e retardando o amadurecimento.

# UV em Minimamente processados

- # Conservação dos frutos processados durante a exposição à radiação UV pode estar relacionada à resposta de defesa da planta reforçada pela UV.
- # A radiação UV é capaz de aumentar a indução da expressão gênica de defesa da planta relacionada ao ferimento e doenças (Ex. fitoalexinas na resistência à doença).

## Esterilização de líquidos

- Esterilização de água mineral e para preparo de alimentos (99,999% de redução de microrganismos num tempo < 1 minuto)
- Sucos de frutas
- Vinhos e espumantes



# Pasteurização em sucos

---

- # Aprovação do FDA de luz UV como um tratamento alternativo à pasteurização térmica de produtos de suco fresco
- # Principais fatores que influenciam a eficácia do UV em sucos de frutas: propriedades ópticas e efeitos na inativação de organismos patogênicos e deterioração.

# Absorção de UV em sucos - propriedades ópticas

- # Composição química, pH, sólidos solúveis (°Brix) e atividade de água devem ser considerados como barreiras que podem modificar a eficácia da inativação microbiana pela UV.
- # Propriedades ópticas (absorção e espalhamento) são os principais fatores que impactam a transmissão de luz UV e, conseqüentemente, a inativação microbiana.
- # Absorbância de UV e transmitância em 254nm são parâmetros importantes para a preservação pela UV

# Inativação de microrganismos patogênicos e deterioradores

- Suco de maçã irradiado em fluxo laminar: *E. coli*, *C. parvum*, *Yersinia pseudotuberculosis*,
- Suco de laranja irradiado em placa de Petri: *E. coli*
- Suco de laranja irradiado em fluxo turbulento: *Bacillus subtilis*



# Desinfecção de líquidos por UV





# **VANTAGENS DO TRATAMENTO COM UV:**

---

**Não deixa resíduos.**

**É rápido, efetivo e seguro.**

**É de fácil operação e manutenção.**

**O equipamento tem custo baixo.**

**Dependendo do tipo de embalagem, funciona bem, mesmo em produtos embalados**



## **A Qualidade Melhorada**

---

**Vida de prateleira mais longa.**

**Não muda a cor, sabor ou aroma dos produtos.**

**Não é prejudicial ao produto.**

**Reduz desperdícios.**

# Por que a radiação UV é uma radiação não-ionizante?

- # radiação ionizante aquela constituída de partículas, carregadas ou não, com ou sem massa, capaz de ionizar um meio material através de processos de ionização primários ou secundários.

Além do Sol que outras fontes de radiação UV estão presentes no nosso dia-a-dia?

- # Do ponto de vista das fontes artificiais, podem ser citadas as lâmpadas de iluminação de alguns ambientes (oficinas, estádios, estúdios, ruas e etc), os arcos de solda, as lâmpadas das cabines de bronzeamento artificial e alguns tipos de laser. Embora o Sol seja a maior fonte de radiação UV na natureza terrestre, algumas dessas fontes artificiais podem produzir radiação UV com intensidade até maior que a do Sol.



Se o dia está nublado preciso me preocupar com a radiação UV?

# Com certeza. O fato de o dia estar nublado não quer dizer que não haja incidência de radiação UV. Quer dizer apenas que houve uma redução na intensidade da radiação, uma vez que as nuvens não são capazes de blindar completamente os raios solares UV. Na verdade, sabe-se que as nuvens são mais transparentes à radiação UV do que à porção visível da radiação solar.

# Existe tempo máximo de exposição segura ao Sol?

- # Não, não existe. Os piores efeitos da radiação UV sobre o organismo humano resultam de uma dose acumulativa, isto é, a dose recebida num dia vai se somar às demais recebidas nos outros dias por menores que todas elas tenham sido.

Já que a radiação UV é nociva à saúde humana, devemos evitá-la totalmente não nos expondo de maneira alguma ao Sol?

- # Não. Nós precisamos diariamente de alguma exposição à radiação solar UV. A radiação UV é a principal promotora da síntese de vitamina D.
- # Alguns minutos de exposição diária ao Sol de partes do corpo como o rosto, mãos e braços, são suficientes para se manter dentro dos índices normais de vitamina D:

A radiação UV é mesmo a maior responsável pelo câncer de pele?

- # Sim, ela é, embora outros fatores também contribuam para a ocorrência desse tipo de câncer.



Se estou usando a loção para pele com filtro solar significa que posso me expor por mais tempo ao Sol?

# Não, não significa. Este é um exemplo dos conceitos equivocados em torno da proteção produzida pela loção para pele com filtro solar. O número que vem escrito no rótulo do frasco da loção, em geral acompanhando a sigla FPS (Fator de Proteção Solar), significa que ao utilizar a loção a absorção de radiação UV pela pele será reduzida tantas vezes quanto o valor FPS. Portanto, isso significa que a pele não está completamente protegida da incidência de radiação UV.

A prática do bronzearamento artificial pode provocar algum dano à saúde?

- # O bronzearamento artificial é a exposição à radiação numa cabine de bronzearamento. Essas cabines são equipadas com lâmpadas UV, que é a mesma radiação emitida pelo Sol. Assim, numa sessão de bronzearamento artificial a pessoa estaria se expondo à radiação UV praticamente da mesma forma como se estivesse direto sob o Sol.

# A radiação UV atravessa o vidro das janelas?

- # Em geral, a radiação UVB é completamente absorvida pelo vidro das janelas de residências e de veículos. O vidro laminado do para-brisas dos veículos blindam mais de 97% das radiações UVB e UVA, enquanto que o vidro traseiro e os laterais blindam mais de 50% da radiação UVA acima de 340 nm. Nas residências, dependendo da espessura e tipo do vidro, a radiação UVA pode ser reduzida em pelo menos 25%.



# <http://www.dfg.pucminas.br/PUV/icone1.html>

# <http://www.dfg.pucminas.br/PUV/icone4.html>