

## Cobre bactericida

A condição de “antimicrobiano” é a habilidade de uma substância para matar ou deixar inativos micróbios tais como as bactérias, fungos (incluindo os mofo) e vírus. Demonstrou-se claramente que algumas das espécies mais tóxicas de bactérias, fungos e vírus não podem sobreviver ao estarem em contato com o cobre.

Realizaram-se estudos comparativos da eficácia antimicrobiana no cobre com alumínio, aço inoxidável, PVC e polietileno, nos que se estabeleceu que não há evidências que indiquem que estes materiais possuam propriedades antimicrobianas.

A literatura científica cita a eficácia do cobre para inativar diferentes tipos de micróbios, incluindo *Actinomucor elegans*, *Aspergillus niger*, *Bacterium linens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Brevibacterium erythrogenes*, *Candida utilis*, *Candida albicans*, *Penicillium chrysogenum*, *Rhizopus niveus*, *Saccharomyces mandshuricus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis utilis*, *Tubercle bacillus*, *Achromobacter fischeri*, *Photobacterium phosphoreum*, *Paramecium caudatum*, *Poliovirus*, *Proteus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus grupo D*, e *Pseudomonas aeruginosa*.

Durante os últimos anos, os estudos de eficácia antimicrobiana em diferentes superfícies de contato demonstraram claramente que o cobre e certas ligas de cobre deixam inativos vários dos tipos mais potentes de micróbios, incluindo *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* (1), *Salmonella enteritidis* (1), *Legionella pneumophila*, *Enterobacter aureus*, *Staphylococcus aureus* resistente à Metilina (MRSA) e Gripe A.

Os mecanismos antimicrobianos do cobre são complexos e ocorrem em diferentes formas, tanto dentro das células quanto nos espaços intersticiais entre as células. Um fator crítico responsável pelas propriedades antimicrobianas do cobre é a habilidade deste metal de aceitar ou doar facilmente seus elétrons (quer dizer, o cobre tem uma alta oxidação catalítica e alto potencial de redução). Esta propriedade química permite que os íons de cobre alterem as proteínas dentro das células dos micróbios para que as proteínas já não possam realizar suas funções normais. Os cientistas também observaram que o cobre é responsável por inibir o transporte eletrônico nas interações da parede celular, ligando o DNA e desordenando as estruturas helicoidais. Através destes mecanismos e outros, o cobre deixa inativos muitos tipos de bactérias, fungos e vírus.

Sob condições específicas, o cobre pode eliminar micróbios ou evitar seu crescimento adicional. Sua eficácia e taxa de inatividade microbiana dependem da temperatura, da umidade, da concentração de íons de cobre e do tipo de microorganismo com o qual está em contato. Sob condições ótimas, quando estiveram em contato com o cobre, obtiveram-se taxas de sobrevivência de 0% em alguns micróbios.

Em conseqüência do anterior, o cobre é um ingrediente ativo em diferentes tipos de produtos antimicrobianos. Na agricultura, o sulfato de cobre, o cobre-8-quinolato, o octoato de cobre, o óxido de nanocobre e o arsenato de cobre amoniacal se utilizam para lutar contra os fungos em cultivos, nos têxteis e nas madeiras. Nos ambientes marinhos, as pinturas baseadas em cobre e o revestimento de cobre nos botes têm potentes propriedades antiincrustações. Em ambientes de atenção de saúde, as chocadeiras de cobre resistem o crescimento microbiano e as soluções de cloreto de cobre têm eficácias antimicrobianas similares aos desinfetantes e aos produtos químicos esterilizantes que se utilizam na indústria dos equipamentos médicos.

Para os consumidores, o cobre é um ingrediente ativo em enxágües bucais, creme dental e medicamentos.

Estudos experimentais extensivos realizados durante os últimos anos confirmaram que o cobre e certas ligas de cobre deixam os micróbios patogênicos inativos ao contato, tanto a temperatura ambiente quanto a temperaturas de esfriamento.

Por exemplo, em um experimento, a 20° C (temperatura ambiente), todas as bactérias do E. coli O157:H7 morreram só depois de 4 horas de estar em contato com o cobre. No aço inoxidável, estas bactérias tóxicas ainda eram viáveis depois de 34 dias. Por outra parte, a 4° C (temperatura de esfriamento), todas as bactérias do E. coli O157 morreram ao contatar o cobre em só 14 horas. Entretanto, no aço inoxidável, as bactérias até eram viáveis depois de vários meses.

A eficácia antimicrobiana e a taxa de inatividade dos micróbios por contato com as ligas de cobre geralmente aumentam com o conteúdo de cobre da liga. Por exemplo, a temperatura ambiente, obteve-se que morreram todas as bactérias MRSA 1 hora depois em uma liga de cobre de 99%. Houve reduções significativas às 3 horas em uma liga de cobre de 80% e às 4 horas em uma liga de cobre de 55%. Entretanto, em aço inoxidável, as bactérias MRSA puderam persistir e permanecer viáveis em depósitos secos até por 3 dias (duração do estudo).

As taxas de sobrevivência da *Listeria monocytogenes* em cobre, bronze, bronze de alumínio e bronze com alto conteúdo de silício se limitaram a 60 minutos a temperatura ambiente. As ligas de baixo conteúdo de cobre tais como as de cobre-níquel e níquel-prata (cobre+alumínio+zinco) puderam deixar inativas às bactérias *Listeria monocytogenes* em 70 – 85 minutos. Entretanto, em aço inoxidável, as bactérias *Listeria monocytogenes* continuaram sobrevivendo por vários dias.

As populações da *Salmonella* entérica e do *Campylobacter jejuni* também ficaram inativas ao entrar em contato com o cobre. As populações de ambos os micróbios se reduziram significativamente em mais de três valores logarítmicos às quatro horas de estar em contato a 25° C.

Nos edifícios modernos de hoje, a preocupação da exposição a microorganismos tóxicos criou uma grande necessidade de melhorar as condições higiênicas dos sistemas de ar condicionado, ventilação e aquecimento, os quais se acredita que são causadores de mais de 60% das enfermidades nos edifícios (por exemplo, demonstrou-se que as palhetas de alumínio nos sistemas de ar condicionado, ventilação e calefação são uma fonte importante de populações microbianas).

Nas pessoas imunocomprometidas, a exposição a potentes microorganismos provenientes dos sistemas de ar condicionado, ventilação e calefação pode causar infecções severas, possivelmente causando a morte. O uso do cobre antimicrobiano em vez de materiais biologicamente inertes nos tubos do trocador de calor, nas palhetas, nos filtros e nos ductos, é um meio viável e efetivo quanto a custos para ajudar a controlar o crescimento de bactérias e fungos que se desenvolvem nestes sistemas.

Por outra parte, a quantidade de infecções que surgem através da comida sugere que os programas de higiene governamentais e o automonitoramento da indústria são insuficientes para proteger a qualidade dos insumos alimentícios do mundo. As superfícies de contato higiênicas, como o cobre e as ligas de cobre, podem ajudar a reduzir a incidência de contaminação cruzada dos patogênicos perigosos na comida, tais como E. coli O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, e MRSA, nas operações de processamento de alimentos. O cobre tem a capacidade intrínseca para deixar inativos estes micróbios perigosos rapidamente a temperaturas de refrigeração (4° C) e a temperatura ambiente (20° C).

O cobre puro é só de valor limitado para a indústria de processamento de alimentos porque reage com agentes ácidos e oxidantes, não é tão durável como o aço inoxidável e forma uma pátina que poderia perceber-se como indesejável. O desafio neste momento é comprometer às autoridades sanitárias, aos fabricantes de equipamentos, aos reguladores e outros interessados para investigar as ligas de cobre mais compatíveis para as superfícies de contato nas instalações de processamento de alimentos. Isto requererá equilibrar a eficácia antimicrobiana de ligas de cobre específicas com outros atributos necessários, como a deformação, durabilidade, facilidade de fabricação, atrativo estético, acabados superficiais, resistência à corrosão, resistência às manchas, e reatividade com alimentos, desinfetantes e soluções de limpeza.

É preciso notar que o cobre e as ligas de cobre se utilizaram por muitos anos em várias aplicações de processamento de alimentos, tais como o destilado de cerveja, destilado de licores, fabricação de batatas fritas e massa, e a fabricação de doces e bolachas, entre outros.

Especula-se com que o cobre – níquel e o cobre – níquel – zinco (níquel – prata) poderiam provar que são as ligas mais úteis para combater a *Listeria monocytogenes* e *E. coli* O157:H7 em ambientes de processamento de alimentos devido à combinação de suas impressionantes características antimicrobianas, de anticorrosão e de antimancha. Estas e outras ligas prometedoras precisam ser experimentadas em uma ampla gama de cenários da vida real.

No caso dos Hospitais, práticas de higiene inadequadas nas instalações relacionadas com a saúde causaram um grande aumento na incidência de infecções surgidas nos hospitais durante os últimos 20 anos, apesar dos enormes avanços de como os micróbios patogênicos causam enfermidades e mortes. A habilidade intrínseca do cobre para deixar inativas às bactérias *E. coli* O157:H7, *Legionella pneumophila*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* grupo D, *Pseudomonas aeruginosa* e o recente descobrimento de sua habilidade para deixar inativa à bactéria MRSA (o mortal patogênico que chegou a ser uma preocupação maior dos administradores de saúde em todo mundo), abre a possibilidade de que a substituição das superfícies de contato com ligas de cobre nas instalações de saúde, em conjunto com boas práticas higiênicas, possam ajudar a reduzir a incidência das infecções microbianas devido às superfícies poluídas.

Os exemplos de produtos sanitários que se beneficiariam das superfícies de contato de ligas de cobre higiênicas incluem as maçanetas, ferrolhos de porta, trilhos de cama, corrimão, placas de impulso, torneiras, toalheiros, cadeiras de visita e têxteis (uniformes, lençóis, pijamas de pacientes). Os exemplos de insumos médicos que se beneficiariam das superfícies de contato de ligas de cobre higiênicas incluem cabos de instrumentos, carros para equipamentos, postes para infusões endovenosas, e equipamentos de exercícios e reabilitação. 🌐