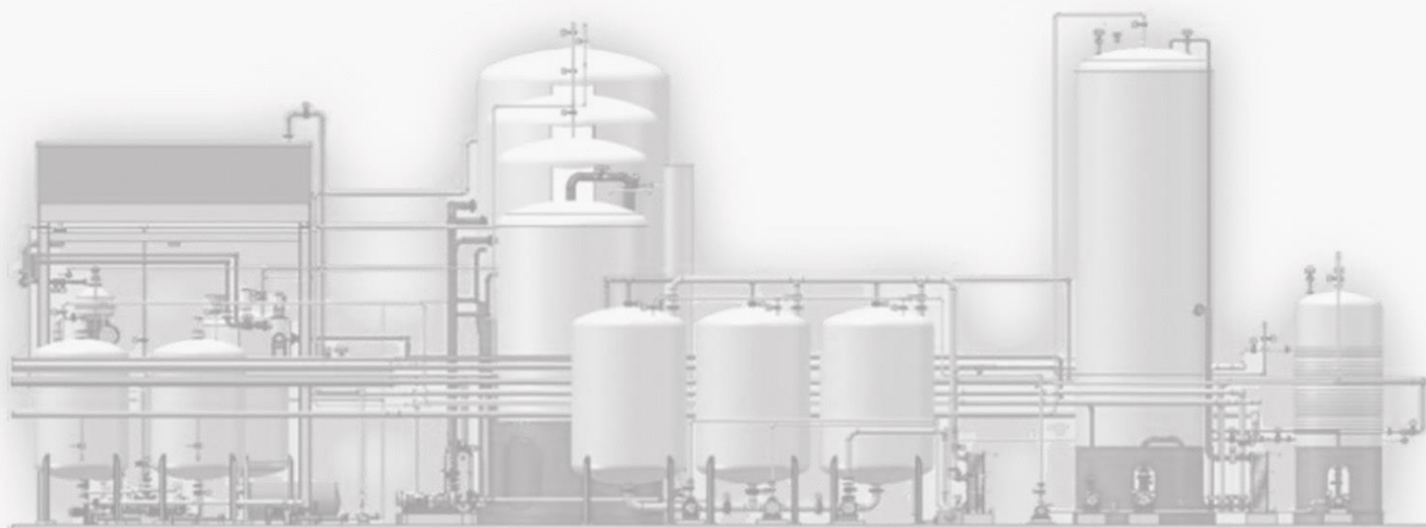




Andrietta
Soluções em Bioprocessos

UTILIZAÇÃO DE FAGOS NO CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO MICROBIANA

INFORMATIVO



Dr. Silvio Roberto Andrietta

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

UTILIZAÇÃO DE FAGOS NO CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Nos últimos anos, diversas alternativas surgiram com o objetivo de controlar a contaminação bacteriana nos processos fermentativos das destilarias brasileiras. A maioria dessas unidades utiliza sistemas com reciclo de leveduras, operando em batelada-alimentada ou em regime contínuo.

O reciclo celular apresenta importantes vantagens operacionais, principalmente por manter elevadas concentrações de células de leveduras no processo. Entretanto, essa mesma característica favorece também o acúmulo de bactérias contaminantes, uma vez que parte dessas células acompanha o fluxo de reciclo do vinho. Esse efeito pode ser ainda mais intenso quando ocorre floculação das células de leveduras, situação que facilita a retenção e o transporte de bactérias juntamente com os flocos celulares.

Nos processos em batelada-alimentada com reciclo celular, todo o fermento proveniente da fermentação é centrifugado e enviado para as cubas de tratamento, onde é diluído, acidificado e posteriormente retornado para uma dorna vazia e previamente higienizada. Nos processos contínuos, apenas uma fração do fermento é desviada para tratamento, sendo posteriormente devolvida à primeira dorna do sistema, que permanece continuamente em operação.

Apesar dessas diferenças operacionais, ambos os processos podem apresentar problemas de contaminação crônica. A experiência industrial mostra que a intensidade da contaminação não depende apenas do tipo de processo utilizado, mas também da qualidade da matéria-prima, das condições das instalações, da eficiência dos sistemas de limpeza, da sanitização de equipamentos e da forma de operação da planta.

A dorna de fermentação pode ser entendida como um ecossistema microbiológico complexo. Como ocorre em qualquer ecossistema, alterações significativas em seu equilíbrio podem favorecer o crescimento de determinados microrganismos contaminantes, tornando necessária a aplicação de agentes antimicrobianos para restabelecer condições adequadas de operação.

A escolha do produto antimicrobiano é um fator importante, pois algumas substâncias podem afetar não apenas as bactérias contaminantes, mas também as células de levedura responsáveis pela fermentação. De maneira geral, o cenário ideal é a utilização de agentes com elevada seletividade para bactérias. Entretanto, produtos oxidantes fortes, como dióxido de cloro, clorito, peróxido de hidrogênio e compostos similares, podem provocar efeitos indesejáveis sobre as leveduras quando utilizados em condições inadequadas, exigindo controle rigoroso de dosagem e aplicação.

Nesse contexto, a utilização de bacteriófagos, ou simplesmente fagos, tem recebido crescente atenção como alternativa para o controle microbiológico. Os fagos são vírus capazes de infectar bactérias específicas, utilizando a maquinaria celular desses microrganismos para sua multiplicação.

Por se tratar de vírus, sua utilização inicialmente gerou questionamentos relacionados à segurança do processo. Entretanto, algumas características dos bacteriófagos ajudam a compreender por que essa tecnologia vem sendo considerada segura para aplicação industrial:

- Os fagos utilizados são normalmente isolados do próprio ambiente fermentativo, ou de ambientes semelhantes, ou seja, já fazem parte do ecossistema microbiológico associado à fermentação.
- Os fagos não possuem capacidade de multiplicação independente, necessitando obrigatoriamente de células bacterianas hospedeiras para se reproduzirem.
- Os fagos apresentam elevada especificidade biológica, atuando apenas sobre determinadas espécies ou grupos de bactérias geneticamente semelhantes.
- Na ausência das bactérias hospedeiras, a população de fagos tende naturalmente a diminuir.

Essas características tornam os fagos uma ferramenta promissora para o controle da contaminação bacteriana. No entanto, a tecnologia também apresenta limitações importantes.

A principal delas está relacionada à elevada especificidade dos fagos. Como os processos fermentativos normalmente apresentam uma microbiota bacteriana diversificada, a utilização de um único fago dificilmente será suficiente para proporcionar um controle abrangente. Por essa razão, as formulações comerciais normalmente utilizam misturas de diferentes fagos, conhecidas como "coquetéis de fagos".

A eficiência desses coquetéis depende diretamente da presença das bactérias-alvo no processo. Alterações na composição da microbiota ao longo do tempo podem reduzir a eficiência do tratamento, exigindo a atualização periódica dos fagos utilizados. Fenômeno semelhante ocorre com o uso prolongado de antibióticos, onde a população microbiana tende a se modificar em resposta à pressão seletiva imposta pelo tratamento.

Outra característica relevante é que a utilização de fagos pode ser compatível com plantas que produzem levedura seca, uma vez que esses organismos não são geneticamente modificados e fazem parte do ambiente microbiológico natural associado à fermentação.

Com base no conhecimento atualmente disponível, pode-se concluir que a utilização de fagos representa uma alternativa segura e potencialmente eficiente para o controle da contaminação bacteriana em processos fermentativos. Entretanto, seu desempenho depende da adequação entre os fagos utilizados e a microbiota presente na planta, sendo recomendável seu uso dentro de uma estratégia integrada de controle microbiológico, que pode incluir a alternância ou complementação com outros agentes antimicrobianos.

O sucesso dessa tecnologia depende, fundamentalmente, do conhecimento da microbiota contaminante da planta e da utilização de um conjunto de fagos capaz de atuar sobre as principais bactérias presentes no processo.

A seguir, apresenta-se um resumo das principais vantagens e limitações da utilização de fagos no controle da contaminação bacteriana em processos de fermentação alcoólica.

Vantagens

- Alta seletividade para bactérias.
- Elevada seletividade e baixo impacto sobre as células de leveduras.
- Não deixam resíduos químicos no processo.
- Podem reduzir o consumo de antimicrobianos convencionais.

Limitações

- Atuam apenas sobre bactérias específicas.

- Exigem conhecimento prévio da microbiota contaminante.
- Podem necessitar atualização periódica dos coquetéis de fagos.
- Não substituem boas práticas de limpeza e sanitização.