

AQUECIMENTO ÓHMICO

Novas tecnologias de processamento alimentar



Inês de Castro

Os métodos tradicionais de aquecimento foram implementados tendo em vista a segurança microbiológica sem, no entanto, conseguirem atingir elevados padrões de qualidade do produto final, principalmente em alimentos contendo partículas sólidas. De uma forma geral, os alimentos sólidos têm uma taxa de aquecimento inferior à do líquido circundante, pelo que é necessário o sobreaquecimento da fase líquida para se atingir o processamento adequando dos sólidos. Por outro lado, quando se está a esterilizar uma embalagem é necessário atingir todo o volume do alimento aí contido, o que pode conduzir ao sobreprocessamento das zonas mais superficiais uma vez que é necessário que o centro do alimento (ou da embalagem) seja devidamente esterilizado. Este sobreprocessamento, consequente das limitações de transferência de calor, origina, evidentemente, a perda de qualidade do produto a vários níveis.

No sentido de maximizar a qualidade do alimento têm sido usados processos a altas temperaturas (140°C) e baixos tempos de contacto (alguns segundos) num processo conhecido como HTST (high temperature short time), utilizando os permutadores de calor tradicionalmente usados na indústria alimentar (permutadores de placas, de superfície raspada, etc.). Dos produtos processados por este tipo de tecnologia destacam-se o leite, sopas, sumos de fruta, entre outros.

As alterações nos hábitos dos consumidores e a crescente demanda de produtos com uma qualidade superior, ou que apresentem propriedades específicas (ex: alimentos funcionais), fez com que se tornasse fundamental a procura de tecnologias alternativas para processamento de alimentos. Considerando as novas tecnologias de processamento de alimentos podemos, de forma simplista, dividi-las em processamento térmico e processamento não térmico. Na primeira categoria destaca-se o aquecimento óhmico e micro-ondas, enquanto que o tratamento por altas-pressões e uso de pulsos eléctricos se enquadram nos processamentos não térmicos.

O aquecimento óhmico é definido como um processo onde a corrente eléctrica passa através dos alimentos com o objectivo de os aquecer. O calor é gerado internamente devido à resistência eléctrica dos alimentos. Desta forma, teoricamente, é possível garantir um aquecimento uniforme por todo o alimento.

O conceito de aquecimento óhmico de alimentos não é recente. No século XIX foram patenteados vários processos que usavam energia

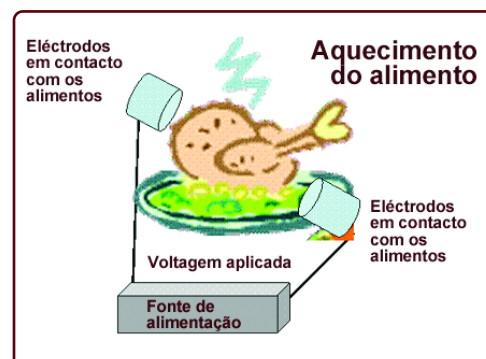
eléctrica para o aquecimento de alimentos. No início do século XX começou-se a “pasteurizar electricamente” o leite, fazendo-o passar entre placas paralelas com uma diferença de potencial entre elas (Anderson e Finkelstein, 1919) e existiam estações de “pasteurização eléctrica” em seis estados dos EUA. Naquele tempo pensava-se que a electricidade *per se* tinha efeitos letais. Desde então esta tecnologia foi sendo posta de parte, aparentemente devido à inexistência de materiais inertes para os eléctrodos, mas recentemente esta tecnologia tem vindo a despertar muito interesse na indústria alimentar.

VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR

Como principais vantagens associadas à tecnologia de aquecimento óhmico referem-se:

- Ausência de superfícies para transferência de calor;
- Aquecimento rápido e uniforme (sendo possível o aquecimento da fase líquida e sólida à mesma velocidade, minimizando a perda de qualidade devida ao sobreprocessamento);
- Processo ideal para alimentos sensíveis ao stress mecânico devido à baixa velocidade a que circula o fluído (fluído com uma ou mais fases);
- Redução significativa dos processos de *fouling* quando comparado com o processamento tradicional (ex: pasteurização de ovos líquidos);
- Processo industrial de controlo bastante simples e com custos de manutenção reduzidos;
- Eficiência energética bastante superior aos processos tradicionais, o que se traduz em poupanças significativas de energia;
- Tecnologia com baixo impacte ambiental.

Fig. 1
Funcionamento esquemático do aquecimento óhmico



As principais desvantagens acerca desta tecnologia são a falta de informação/investigação relativa a um vasto número de processos industriais, o que dificulta a validação desta tecnologia, e o investimento inicial em equipamento.

Sobre a falta de dados para validação da tecnologia colocam-se diversas questões ao nível da segurança alimentar, como sejam:

- Serão os materiais dos eléctrodos suficientemente inertes ou haverá migração de compostos para os alimentos?
- Podem os campos eléctricos induzir a formação de compostos potencialmente perigosos?
- Quais os principais pontos a controlar (PCCs) nesta nova tecnologia?
- Haverá um efeito adicional ao efeito térmico da electricidade sobre os microrganismos?

Algumas destas questões continuam ainda por responder, sendo alvo de alguns projectos de investigação fundamental e investigação industrial, mas serão brevemente abordadas.

A ausência de materiais adequados para utilizar nos eléctrodos foi um dos principais motivos para o abandono do processo de pasteurização de leite recorrendo à electricidade. Nessa altura, eram utilizados eléctrodos de carbono e a passagem da corrente eléctrica fazia com que ocorresse electrólise havendo, consequentemente, migração de compostos para os alimentos. Actualmente recorre-se a eléctrodos de dióxido de titânio ou aço inoxidável, cujos estudos de migração (considerando componentes tais como Fe, Cr, Ni, Mn e Mo) revelaram resultados muito promissores, isto é, ausência de migração em quantidades detectáveis.

Relativamente à segunda questão colocada ainda pouco ou nada se sabe quanto à formação de compostos potencialmente perigosos, no entanto, os produtos processados por esta tecnologia não têm vindo a demonstrar diferenças em termos nutricionais dos processados por tecnologias convencionais. Isto não quer dizer, obviamente, que se descarte a possibilidade de existência de compostos nocivos mas, pelo menos numa perspectiva macro, as alterações não parecem ser significativas.

No que concerne ao controlo desta tecnologia sob o ponto de vista da segurança alimentar, a forma mais simplista de abordar a questão é considerar um processo térmico e garantir o binómio tempo/temperatura. Naturalmente que nesta situação poderá não se tirar partido de todas as vantagens desta tecnologia, nomeadamente em termos do efeito que a electricidade pode ter sobre os microrganismos.

Alguns estudos reportam que a presença de campos eléctricos moderados (< 200 V/cm) podem influenciar a cinética de morte microbiana, fazendo com que seja necessário um tempo inferior de



Exemplo de instalação à escala piloto

processamento (e consequentes vantagens nutricionais e organolépticas), a uma dada temperatura, para se conseguir atingir o mesmo valor de morte. Nesta situação, e não esquecendo que são processos que terão de ser validados individualmente para um conjunto matriz alimentar – microrganismos-alvo, a intensidade do campo eléctrico deveria também ser controlada.

Os mecanismos de morte com recurso à electricidade ainda não se encontram bem documentados na literatura científica, mas supõe-se que se trata essencialmente de fenómenos de electroporação (ruptura das membranas e/ou paredes celulares) e ainda inibição de algumas enzimas importantes, levando à perda de viabilidade celular. Por

outro lado, foi já possível demonstrar que o uso de campos eléctricos de intensidade moderada sem aumento de temperatura podem induzir a morte microbiana. Mais uma vez se prova o efeito mortal da electricidade *per se*.

APLICAÇÃO PRÁTICA NA INDÚSTRIA

Actualmente, as principais aplicações industriais desta tecnologia de aquecimento óhmico são processos de branqueamento de vegetais, descongelação de carnes, pasteurização de preparados de fruta e processos de desidratação de frutos e vegetais.

Estão ainda em estudo várias outras aplicações, nomeadamente para produtos de charcutaria onde os resultados têm sido muito promissores. Por exemplo, é possível cozer um fiambre de 1kg em apenas 2 minutos mantendo inalteradas as suas propriedades organolépticas. Este processo traduz-se numa poupança energética de cerca de 70%. No caso do processamento de frutos tem sido possível constatar que, para além da significativa poupança energética, é possível aumentar em 50% a retenção de vitamina C e em 70% a integridade dos pedaços de fruta, constituindo uma melhoria significativa dos produtos ao nível nutricional e organoléptico.

Um dos principais desafios desta tecnologia tem sido o design de embalagens que permitam o processamento dos alimentos no seu interior. A NASA revelou particular interesse nesta investigação, dado que as vantagens associadas ao uso deste tipo de embalagens durante missões espaciais para processamento de alimentos e “esterilização” de lixo biológico seriam imensas.

Resumindo, a tecnologia de aquecimento óhmico é muito promissora para o processamento de alimentos de elevada qualidade, mas ainda representa um desafio para a sua implementação industrial em diversas áreas devido à escassez de investigação fundamental e aplicada.

Inês de Castro, directora técnica da LabMaia; Castro, Pinto & Costa, Lda.