

INFLUÊNCIA DAS NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO SOBRE OS ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL

NOVAES, Stefani Faro de

Mestranda do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Veterinária,

Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ, Brasil.

stefanifaro@hotmail.com

CONTE-JUNIOR, Carlos Adam

Professor Doutor do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de

Veterinária, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ, Brasil.

FRANCO, Robson Maia

Professor Doutor do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de

Veterinária, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ, Brasil.

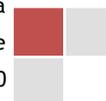
MANO, Sergio Borges

Professor Doutor do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de

Veterinária, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, RJ, Brasil.

RESUMO

A preferência por produtos de qualidade tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias de conservação que causem efeitos mínimos nos alimentos. Novos processos estão sendo avaliados visando a utilização de técnicas modernas e elaboração de diferentes produtos. O objetivo deste trabalho foi abordar métodos inovadores para conservação de alimentos de origem animal, apontando suas vantagens e desvantagens e descrever sua influência nas alterações provocadas nos produtos. Concluiu-se que cada processo possui benefícios e limitações podendo provocar alterações indesejáveis. Assim, se torna necessária criteriosa avaliação dos processos empregados podendo



haver associação com métodos tradicionais para obtenção de produtos de melhor qualidade.

Palavras-chave: Produtos de origem animal. Conservação. Processos físico químicos. Tecnologia de alimentos. Desenvolvimento tecnológico.

ABSTRACT

The preference for quality products has stimulated the development of new conservation technologies that cause minimal effects in food. New processes are being assessed for the use of modern techniques and preparation of different products. The objective of this study was explain innovative methods for preserving foods of animal origin, pointing out its advantages and disadvantages, and describe their influence on changes causes in products. It was concluded that each process has benefits and limitations may cause undesirable changes. Thus, it calls for careful evaluation of the process used and there may be associated with traditional methods to obtain better quality products.

Key words: Products of animal origin. Conservation. Chemical and physical processes. Food Technology. Technological development.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda do mercado consumidor por produtos de alta qualidade revela a necessidade da utilização de novas tecnologias de conservação que propiciem segurança microbiológica na produção, aumentando a validade comercial, e que ainda proporcionem mínimas alterações bioquímicas, promovendo a manutenção da qualidade nutricional e sensorial dos alimentos (LEISTNER & GORRIS, 1995).

Alguns dos métodos propostos atualmente provocam a eliminação ou diminuição da velocidade de multiplicação de microrganismos e, em alguns casos, a inativação de enzimas, sem o aumento substancial da temperatura do produto. Além disso, esses processos promovem poucos danos aos pigmentos, compostos de sabor e vitaminas e, em contraste com os processos convencionais que utilizam altas temperaturas, as características sensoriais e nutricionais originais dos alimentos são

mantidas, não havendo perdas significativas da qualidade do produto fresco (VEGA-MERCADO et al., 1997).

Este trabalho tem o objetivo de abordar as tecnologias inovadoras mais estudadas em conservação de produtos de origem animal, também denominadas de tecnologias modernas, ressaltando a influência sobre as alterações físico-químicas promovidas nos alimentos de origem animal e destacar as principais vantagens e desvantagens de sua aplicação.

Embalagem com atmosfera modificada

O sistema de acondicionamento em atmosfera modificada consiste em um processo hipobárico que visa alterar a atmosfera da embalagem de um alimento, preenchendo-a com diferentes misturas de dióxido de carbono, nitrogênio e oxigênio de modo a exercer controle sobre as alterações que ocorrerão no produto, na embalagem e na própria atmosfera gasosa, em decorrência da interação dos gases com o alimento e da permeabilidade característica de cada embalagem. A finalidade principal é estender a validade comercial do produto, preservando o frescor e mantendo os atributos de qualidade do alimento (GOMES, 1998).

O teor de oxigênio no ar é um fator que influi diretamente na validade de vários alimentos devido ao seu efeito químico, principalmente relacionado com o ranço oxidativo, e o microbiológico, permitindo o crescimento dos microrganismos aeróbios. A aplicação da atmosfera modificada é uma forma de conservação que diminui o efeito do oxigênio através da sua substituição por uma mistura gasosa em embalagem hermética constituída de material plástico de alta barreira (MANO et al., 2002). No entanto, apesar de acelerar a deterioração do alimento, o oxigênio é utilizado para manter a cor vermelha proveniente da oximioglobina em carnes não processadas ou para permitir a respiração de produtos frescos (FELLOWS, 2006).

Além da inibição do crescimento de microrganismos deteriorantes, em estudos realizados com atmosfera modificada observou-se que misturas gasosas enriquecidas com altas concentrações de dióxido de carbono prolongam a fase de latência e o tempo de duplicação de patógenos importantes para saúde coletiva como a *Listeria*

monocytogenes (MANO et al., 1995), *Aeromonas hydrophila* (MANO et al., 2000) e *Yersinia enterocolitica* (CONTE JUNIOR et al., 2010).

O dióxido de carbono é solúvel em água e gorduras, e ao se dissolver em água forma o ácido carbônico que diminui o pH do produto sendo o principal responsável pelo efeito bacteriostático. A absorção do gás pelo produto causa pequena redução no volume do gás e pode ocasionar o colapso da embalagem, principalmente em alimentos com elevado teor de umidade como carnes e pescado (CHURCH; PARSONS, 1995; FELLOWS, 2006). Apesar de suas limitações, em estudos realizados com pescado observou-se que o uso de atmosfera de 100% de dióxido de carbono apresentou melhores parâmetros de aumento de validade do produto (LOPES, et al., 2004; SALGADO, et al., 2006; TEODORO et al., 2007). As maiores concentrações de dióxido de carbono também determinaram melhores resultados no aumento da validade, relacionado com o crescimento de bolores e leveduras devido ao seu efeito fungistático (MALAVOTA et al., 2006).

Em contrapartida, o nitrogênio possui baixa solubilidade em água e gorduras, sendo utilizado como gás de enchimento para evitar o colapso da embalagem provocado em atmosferas enriquecidas com altas concentrações de dióxido de carbono (CHURCH; PARSONS, 1995). Em estudo realizado com 100% de gás nitrogênio em embalagens contendo leite em pó, observou-se que o gás se apresentou quimicamente inerte e não alterou a validade comercial do produto nem suas características sensoriais (CAMPOS et al., 1998).

Apesar das vantagens da utilização da atmosfera modificada também existem as limitações de seu uso. Dentre elas, baixos níveis de oxigênio ou altos níveis de dióxido de carbono são necessários para inibir a multiplicação de bactérias e fungos (MALAVOTA, et al., 2006; TEODORO et al., 2007). Além disso, há a necessidade de formulações de gases diferentes para cada tipo de produto, pois uma composição imprópria pode alterar a atividade biológica dos tecidos, levando ao desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis. Para o consumidor, há ainda a perda dos benefícios na abertura ou vazamento da embalagem por liberação da mistura gasosa (BOLDRIN et al., 2006; FELLOWS, 2006).

Embalagens ativas

O desenvolvimento do sistema de embalagens ativas, também denominado embalagens inteligentes, é uma nova área de grande importância na tecnologia de embalagens com atmosfera modificada e pode além de funcionar como uma barreira a influências externas, interagir com o produto e, em alguns casos, responder às mudanças que ocorrem no interior da embalagem. Para que um sistema seja considerado embalagem ativa deve acumular funções adicionais, entre as quais a absorção de compostos que favorecem a deterioração ou liberação de compostos que aumentam a validade do alimento (AZEREDO et al., 2000).

Os removedores de oxigênio são as aplicações mais amplamente desenvolvidas e baseiam-se na oxidação de pó ferroso, ácido ascórbico ou da ação de polímeros fotossensíveis e enzimas para remoção do oxigênio da embalagem. Este sistema está disponível comercialmente sob forma de sachês contendo o composto químico ou filme plástico onde ocorre a imobilização de enzimas oxidantes na superfície interna. Essa tecnologia também tem se mostrado aplicável em vários tipos de alimentos, no entanto, sua viabilidade econômica ainda é discutida (FLOROS et al., 1997; VERMEIREN et al., 1999). Em relação ao uso de sachês, devem ser considerados dois riscos potenciais, a ingestão, especialmente por crianças, e a possibilidade de vazamento do conteúdo para o alimento, com conseqüente alteração do produto (SMITH et al., 1995).

Entre os métodos que liberam compostos que estendam a validade do alimento, encontram-se os sachês de sílica gel e etanol que quando expostos ao vapor de água do espaço livre da embalagem, liberam o etanol, tendo em vista que a água se liga mais fortemente à sílica gel. O etanol se condensa na superfície do alimento e inibe principalmente o crescimento fúngico, sendo utilizado para queijos e produtos de panificação (GONTARD, 1997). A principal desvantagem da liberação do etanol é a sua absorção pelo alimento o que pode limitar sua regulamentação. Ademais, o custo da aquisição dos sachês diminui a margem de lucro da sua produção (SMITH et al., 1995). Além destes, existe também os sistemas de emissão de dióxido de carbono que envolve a colocação de sachês na base da bandeja, coberta com uma malha plástica. Quando ativada pela umidade ou vapor d'água, os sachês liberam dióxido de carbono que inibe a multiplicação microbiana e estende a validade comercial do produto (LABUZA, 1996).

As preocupações crescentes com problemas ambientais causados por embalagens têm renovado o interesse em camadas superficiais protetoras comestíveis ativas. Estes revestimentos comestíveis são formados por pelo menos um componente capaz de formar uma matriz contínua e coesa como, polissacarídeos, proteínas ou lipídios. Além disso, possui diversas aplicações como, controle das trocas gasosas com o ambiente; controle da entrada de oxigênio; controle de transferência de umidade; retenção de aditivos, promovendo uma resposta funcional mais significativa na superfície do produto e controle da incorporação de óleos e solutos para os alimentos durante o processamento. Ademais, essas embalagens têm a vantagem de serem consumidas, o que as tornam ambientalmente corretas (CUQ et al., 1995).

Alta pressão

A tecnologia de alta pressão hidrostática tem se destacado como inovadora, englobando os requisitos de um processo que preserva a qualidade do produto, sem acarretar danos ao meio ambiente. Trata-se de um tratamento que utiliza pressões elevadas, na faixa de 100 a 900 MPa, com opções de variação de tempo, o que garante uma flexibilidade de trabalho de acordo com o alimento utilizado. A maior vantagem consiste na possibilidade de inativar microrganismos e enzimas com máxima retenção de vitaminas e de compostos sensoriais originando um alimento de melhor qualidade, prolongando a validade comercial, garantindo um produto seguro, além de manter as características nutricionais e sensoriais praticamente inalteradas (MATHIAS et al., 2010).

Em diversos trabalhos estudou-se os efeitos da sua utilização e sua influência sobre as alterações físico-químicas e microbiológicas dos produtos de origem animal, como no presunto cozido (LÓPEZ-CABALLERO et al., 1999), em linguiças suínas (HUANG et al., 1999), em salsichas de frango (YUSTE et al., 2000) e também em carne mecanicamente separada resfriada e congelada (TUBOLY et al., 2003). A utilização da pressurização reduziu a contagem microbiana, aumentando a validade dos produtos, provocando efeitos mais significativos quando utilizada em altos níveis de pressão e maior tempo de processamento.

Embora o uso da tecnologia de altas pressões preserve a qualidade, garanta a segurança do alimento e aumente a validade comercial, pode também determinar mudanças na estrutura da matriz alimentar causando efeitos adversos em alguns parâmetros e características desejáveis. Inúmeros sistemas complexos de macromoléculas são afetados pela alta pressão, entre elas as proteínas têm suas estruturas alteradas, pois a pressão favorece a dissociação de proteínas oligoméricas. No seu estado natural, as proteínas são estabilizadas por ligações covalentes, pontes de hidrogênio e sulfeto. Em condição de alta pressão, as pontes de hidrogênio e sulfeto podem ser afetadas, promovendo alterações na estrutura quaternária, terciária e secundária das proteínas. A água, que é um dos mais importantes constituintes dos alimentos, também sofre modificação, pois a transição de fases da água depende da pressão. Ácidos, fenóis e aminas têm reações aceleradas nesta condição. Outro efeito físico da alta pressão é o importante aumento da viscosidade dos constituintes cujas consequências são determinantes na reação de polimerização e também reflete, em particular, no efeito gel. A pressão é capaz de modificar a natureza do meio de reação através da mudança de fases, como a separação ou a solidificação (COELHO, 2002).

Apesar da possibilidade de ocorrência destas alterações, uma grande vantagem é o não rompimento das ligações químicas covalentes, as quais apresentam pequena compressibilidade, devido à mínima distância entre os átomos envolvidos na ligação. Este fato resulta na preservação dos principais compostos responsáveis pelo aroma, sabor e valor nutritivo, conservando a qualidade sensorial e nutricional dos produtos (CHEFTEL, 1995).

Embora seja uma alternativa prática à utilização do convencional tratamento térmico, o maior entrave ao avanço do processo de alta pressão hidrostática é o seu custo operacional, porém essa tecnologia pode ser aplicada em produtos com alto valor comercial que justifiquem o investimento (COELHO, 2002).

Radiação ionizante

A radiação ionizante, na forma de raios gama, é obtida a partir de isótopos ou, comercialmente a partir de raios x e elétrons sendo aplicada na conservação de alimentos através da eliminação microbiana ou inibição de alterações bioquímicas.

Possui vantagens diversas como, geração de pouco ou nenhum aquecimento, baixo requerimento de energia, podendo conservar alimentos em uma única operação, possibilita a irradiação de produtos embalados ou congelados, além de causar alterações no valor nutricional dos alimentos semelhantes a outros métodos de conservação (FELLOWS, 2006).

Um dos principais objetivos da irradiação é a eliminação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, no entanto a dose de irradiação requerida para esta aplicação é excessivamente elevada, normalmente superior a 10kGy. Contudo, os tratamentos com doses médias, entre 1 e 10kGy, permitem prolongar consideravelmente o tempo de conservação dos produtos pela diminuição da carga microbiana inicial, sendo que a combinação com outros sistemas de conservação determina melhores resultados com doses inferiores de irradiação (ORDOÑEZ, 2005). MANTILLA et al. (2009), utilizando doses de 2kGy e 3kGy em filés de frango resfriados, observaram que a irradiação estendeu a validade comercial, quando comparada às amostras embaladas em ar e a vácuo. SIRENO et al. (2010), obtiveram a mesma conclusão utilizando doses de 1,5 a 2,5kGy em camarões e observaram ainda, que não houve diferença significativa nos atributos sensoriais.

Os elétrons e as radiações gama produzem ionizações e excitações nos átomos da matéria com os quais interagem levando ao aparecimento de novos íons e radicais livres. Estes dão lugar a recombinações e dimerizações, das quais resultam em substâncias alheias à composição inicial do alimento, denominados produtos radiolíticos. Entretanto, é comprovado que o consumo de altas doses destes compostos não geram efeito adverso (FAO/IAEA, 1999).

O tratamento por irradiação é bem conhecido por assegurar a inocuidade do produto, porém é capaz de causar mudanças biológicas que podem afetar a proporcionalidade nutricional do alimento, sendo verificadas alterações na composição em lipídios, proteínas e vitaminas (GIROUX & LACROIX, 1998). Em doses comerciais, a irradiação ionizante tem pouco ou nenhum efeito na digestibilidade de proteínas ou na composição de aminoácidos essenciais. Em doses mais elevadas, a quebra do grupo sulfidril de aminoácidos sulfúricos das proteínas causa alterações no sabor e aroma nos alimentos. Os carboidratos são hidrolisados e oxidados a compostos

mais simples e podem ser despolimerizados, tornando-se mais suscetível à hidrólise enzimática. Nos lipídeos o efeito é semelhante ao da auto-oxidação, produzindo hidroperóxidos que resultam em alterações desagradáveis no odor. Por isso, alimentos com alta concentração de lipídeos são, geralmente, não indicados ao processo de irradiação, principalmente com a utilização de altas doses (FELLOWS, 2006).

O sabor característico de irradiado pode ter intensidade mais forte em carne bovina do que nas carnes de suínos e de frangos, devido aos radicais livres originados pela água não ligada irradiada, ou pela ruptura de ligações químicas de proteínas e de lipídios. Quanto à cor, as alterações surgem em relação à intensidade, onde doses elevadas de irradiação têm efeito favorável nas proteínas pigmentadas, pois a mioglobina se torna vermelho brilhante, semelhante ao pigmento oximioglobina, tornando o produto com coloração mais atrativa (NAM & AHN, 2002). Quanto à consistência da carne, as radiações promovem o abrandamento da estrutura por influência do processo de desnaturação da proteína estrutural. O colágeno irradiado em estado aquoso é solubilizado e, quando seco, fica retraído (EVANGELISTA, 1994). Com relação ao efeito da irradiação sobre micronutrientes sabe-se que a vitamina D, a riboflavina e a niacina são bastante radorresistentes, mas as vitaminas A, B1, E e K são radiosensíveis (ORDOÑEZ, 2005).

Apesar de todos os benefícios gerados diversas barreiras ainda persistem e impedem que os alimentos irradiados alcancem uma ampla comercialização, principalmente relacionadas ao custo de sua utilização e a resistência do consumidor devido a carência de informação sobre a radiatividade induzida nos alimentos (ORNELLAS et al., 2006).

Radiação não ionizante

Na busca de novos e melhores métodos de conservação de alimentos, as pesquisas têm se voltado para a possibilidade de utilização de radiações de diferentes frequências, como as radiações não ionizantes. Estas fazem parte do espectro eletromagnético e são classificadas como radiação não-ionizante, pois seus efeitos são estritamente térmicos e não alteram a estrutura molecular do produto que está sendo irradiado (WILLIAMS, 1993). Essas radiações, com distinto poder de penetração, são

utilizadas para gerar calor por diferentes mecanismos e constituem a base de sistemas de aquecimentos como o infravermelho, microondas e aquecimento ôhmico (ORDOÑEZ, 2005).

A radiação infravermelha tem inúmeras aplicações na indústria alimentícia e é utilizada nos processos de assar, tostar e cozer por produzir determinada vibração nas ligações intra e intermoleculares dos componentes dos alimentos que se traduz no incremento da temperatura. Assim como outras formas de transmissão de calor, o infravermelho pode ser utilizado para estender a validade comercial dos alimentos, destruindo enzimas e microrganismos e reduzindo a atividade de água. A capacidade de penetração dessa radiação é pequena e por isso seu efeito limita-se à superfície, enquanto o resto do alimento é aquecido por condução ou convecção. Essa condição leva à evaporação da água da camada externa e superaquecimento promovendo o aparecimento de crosta por coagulação, degradação e pirólise parcial das proteínas. Assim, o superaquecimento das camadas externas favorece o desenvolvimento da reação de Maillard e a caramelização dos açúcares e dextrina, com o surgimento da cor marrom. Este processo pode provocar também a oxidação de ácidos graxos a aldeídos, lactonas, cetonas, alcoóis e ésteres. Do ponto de vista nutritivo, o efeito manifesta-se no conteúdo de aminoácidos e vitaminas como tiamina e vitamina C, mas a redução do seu conteúdo depende das condições e da natureza do alimento (ORDOÑEZ, 2005).

A radiação de microondas carrega pouca energia para ionizar as moléculas dos alimentos ou para gerar radicais livres (LASSEN & OVESEN, 1995). O princípio básico do processo é o cozimento por vibração molecular que penetram superficialmente nos alimentos, numa profundidade que varia de dois a quatro centímetros, fazendo vibrar as moléculas de água, gordura e açúcar, aquecendo-as (WILLIAMS, 1993). O aquecimento por microondas embora mais homogêneo que o infravermelho, produz distribuição não totalmente uniforme da temperatura no alimento. Além disso, os produtos não apresentam escurecimento não enzimático nem formação de crosta superficial, o que pode ser vantajoso em algumas aplicações (ORDOÑEZ, 2005).

Embora tenha havido certa controvérsia se a radiação microondas exerce ou não efeitos distintos dos outros processos térmicos, admite-se que a destruição de

microrganismos e nutrientes termolábeis é regida pelas mesmas relações tempo temperatura que nos processos convencionais (ORDOÑEZ, 2005).

O aquecimento ôhmico é uma tecnologia desenvolvida mais recentemente no qual uma corrente elétrica alternada de baixa frequência passa através de um alimento e sua resistência elétrica causa a potência a ser traduzida diretamente em calor. Este tipo de aquecimento é mais eficiente que o infravermelho e as microondas porque quase toda energia que entra no alimento como calor apresenta poder de penetração ilimitado. A aplicação desta tecnologia em produtos de origem animal produz alimentos da mais alta qualidade, devido ao rápido e uniforme aquecimento do produto, sem ocasionar danos mecânicos às partículas, superaquecimento da parte líquida e perdas significativas no valor nutricional e sensorial. Tais características diferenciam este método das técnicas convencionais de transferência de calor, as quais normalmente ocasionam alterações que podem acarretar perdas indesejáveis da qualidade do alimento (WILLIAMS, 1993). Contudo, este processo requer contato do alimento com eletrodos sendo, na prática, aplicado principalmente para alimentos líquidos ou que apresentem elevado teor de umidade em sua composição, suficiente para permitir uma boa condutividade (FELLOWS, 2006).

Campo elétrico pulsado

A tecnologia de campo elétrico pulsado, também conhecida como pulso elétrico de alta intensidade, refere-se à aplicação de pulsos de alta voltagem, geralmente 20-80 kV cm⁻¹, em alimentos situados entre dois eletrodos (GÓNGORA-NIETO et al., 2002). A inativação de bactérias vegetativas deteriorantes e patogênicas, leveduras e algumas enzimas relacionadas com a qualidade dos alimentos, tem sido demonstrada por diversos autores, embora bactérias esporuladas e fungos não sejam eliminados através deste tratamento (ÁLVAREZ et al., 2003; DAMAR et al., 2002).

Os produtos de origem animal mais comumente utilizados para estudo dos efeitos do campo elétrico pulsado têm sido o leite e alguns derivados lácteos, por serem alimentos líquidos e de fácil condutividade elétrica. Observa-se que a eficácia deste tratamento depende de vários fatores tais como, intensidade do campo elétrico, tempo do processo, temperatura do alimento e tipo de microrganismos e enzimas que se

pretende inativar. Na avaliação sobre a qualidade e composição do leite, por exemplo, alguns autores concluíram que este tratamento promove pequenas alterações nos nutrientes, gerando pouca mudança no sabor e aroma do produto, tornando o processo com boas perspectivas para utilização na indústria láctea, sendo uma alternativa ao processo térmico de pasteurização (BENDICHO et al., 2002).

Quanto aos atributos de qualidade, a tecnologia por pulso elétrico é considerada superior ao tratamento térmico convencional porque evita ou reduz as mudanças nas propriedades sensoriais e físico-químicas dos alimentos (QIN et al., 1995). O modelo que explica os efeitos do pulso sobre as proteínas envolve a polarização da molécula protéica, a dissociação das ligações não-covalentes que unem as subunidades da estrutura quaternária, as mudanças na conformação protéica expondo os grupos sulfidrila e os aminoácidos hidrofóbicos e a tendência de atração de estruturas polarizadas por forças eletrostáticas. Quando a duração do pulso for grande o suficiente, as interações hidrofóbicas e as ligações covalentes podem ocorrer formando agregados (PÉREZ & PILOSOFF, 2004). BENDICHO et al. (2002) avaliaram o efeito do pulso elétrico sobre as vitaminas hidrossolúveis, como riboflavina, tiamina e ácido ascórbico, e lipossolúveis, como colecalciferol e tocoferol do leite e relataram que não foram observadas mudanças significativas no conteúdo vitamínico.

O tratamento por pulso elétrico representa alternativa promissora de preservação de alimentos, devido a vantagens como pequena alteração de sabor e de nutrientes, eliminação de microrganismos e inativação de enzimas. Outro fator que justifica sua aplicação é o alcance do objetivo principal da indústria de alimentos, que é oferecer aos consumidores produtos saudáveis com características de frescor. O campo elétrico pulsado pode ser usado como tecnologia única ou como complemento aos processamentos térmicos para preservação de alimentos (AZEREDO et al., 2008).

Ozônio

O ozônio é uma forma triatômica do oxigênio que vem ganhando espaço no processamento de alimentos devido ao seu alto poder sanificante e pela sua rápida degradação, não deixando resíduos nos alimentos tratados. Decorrente dessas vantagens, o ozônio já vem sendo utilizado na manipulação e no processamento de alimentos de

origem animal com promoção da higiene e manutenção do aspecto visual (HORVÁTH et al., 1985).

Com o objetivo de conservar os alimentos, o ozônio pode ser utilizado na forma gasosa em câmaras frigoríficas e depósitos de alimentos, protegendo e conservando carnes e laticínios. Como a maioria das perdas decorrentes da manipulação excessiva ocorre por ação de bactérias, fungos e infestações por insetos, a injeção direta de gás ozônio em depósitos mantém o ambiente limpo e desinfetado, mesmo quando há altos índices de calor e umidade, o que assegura maior tempo de validade comercial dos alimentos.

Quando comparado ao cloro, o ozônio é um potente sanitizante, que se decompõe rapidamente e não forma alguns dos subprodutos formados pela cloração como os trihalometanos. Contudo, é importante ressaltar que a aplicação do ozônio requer alguns cuidados, por ser um gás extremamente tóxico e por propiciar, assim como o cloro, a formação de compostos bromados em água quando em presença do íon brometo (SILVA, et al., 2011). Como o ozônio se torna um gás tóxico acima de certas concentrações, limites máximos de exposição são definidos e as pessoas que trabalham em plantas de ozonização devem ser submetidas a revisões médicas regulares (LANGLAIS et al., 1991).

O ozônio também tem sido utilizado e recomendado para aumentar a validade comercial de pescado. Em um sistema de 40% de gelo e 60% de água ozonizada, sardinhas alcançam uma validade comercial maior. Dessa forma, o armazenamento de sardinhas no ozônio é mais eficaz que o sistema sem ozônio, reduzindo a população de bactérias. Além disso, cabe ressaltar que o sistema de conservação com ozônio também infere reduções significativas da atividade dos principais mecanismos responsáveis pela hidrólise e oxidação lipídica em carnes de pescado investigadas (CAMPOS et al., 2006).

Em contra partida, o ozônio não pode ser considerado universalmente benéfico aos alimentos, pois em altas concentrações, pode promover a rancificação oxidativa, alterando o sabor e a coloração do produto alimentício. As alterações nos atributos sensoriais ou físico-químicos dependem da composição química do alimento, da dosagem de ozônio, e das condições do tratamento (KIM et al., 1999).

CONCLUSÃO

Com esta revisão pode-se concluir que as novas tecnologias aplicadas na conservação de alimentos vêm recebendo notório destaque devido ao grande potencial que oferecem como técnicas alternativas ou complementares aos métodos térmicos tradicionalmente utilizados em alimentos. Observou-se que cada processo possui vantagens e limitações em sua aplicação, causando alterações significativas ou não nos produtos de origem animal, e conseqüentemente promovendo mudanças nas características nutricionais e sensoriais destes produtos. Além disso, a aplicação de uma mesma metodologia mostrou gerar efeitos distintos em diferentes tipos de matrizes alimentares. Desta forma, para escolha da tecnologia de conservação mais adequada devem ser considerados o tipo e natureza do alimento, o processamento tecnológico a ser empregado, assim como o objetivo da elaboração do produto final.

A associação das técnicas modernas com os métodos tradicionais de conservação, promovem a obtenção de um alimento de melhor qualidade e maior validade comercial, minimizando os efeitos bioquímicos indesejáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, I; PAGÁN, R.; CONDÓN, S.; RASO, J. The influence of process parameters for the inactivation of *Listeria monocytogenes* by pulsed electric fields. *International Journal of Food Microbiology*, v. 87, n.1-2, p.87-95, 2003.

AZEREDO, H. et al. Embalagens Ativas para alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.30, p.337-341, set./dez. 2000.

AZEREDO, G.A.; FARIA, J.; AZEREDO, A. Pulsos elétricos na preservação de alimentos: fatores críticos na inativação microbiana e efeitos sobre os constituintes alimentares. **Boletim CEPPA**, v. 26, n.2, p. 171-178, jul./dez. 2008.

BENDICHO, S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; MARTÍN, O. Effect of high intensity pulsed electric fields and heat treatments on vitamins of milk. **Journal of Dairy Research**, v. 69, p. 113-123, 2002.

BOLDRIN, M.C.F.; SILVEIRA, N.F. de A.; SILVEIRA, E.T.F. O uso de embalagem com atmosfera modificada com ênfase em carne de aves. **Revista Avicultura Industrial**, v. 1147, n. 7, 2006.

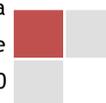
CAMPOS, C. A.; LOSADA, V.; RODRÍGUEZ, O.; AUBOURG, S.P. Evaluation of ozone-slurry ice combined refrigeration system for the storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). **Food Chemistry**, v. 97, n. 2, p. 223-230, 2006.

CAMPOS, L.R.; TREPTOW, R.O.; SOARES, G.J. D. Influência da inertização com nitrogênio na vida de prateleira de leite em pó integral acondicionado em embalagens metalizadas flexíveis. **Revista Brasileira de agrociência**, v.2, n.2, p.130-137, mai./ago., 1998.

CHEFTEL, J. Review: High-pressure, microbial inactivation and food preservation. **Food Science and Technology International**, v.1, p. 75-90, 1995.

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 67, n. 2, p. 143-152, 1995.

COELHO, G.L.V. Efeitos da alta pressão hidrostática em alimentos: aspectos físico-químicos. **Revista Universidade Rural**, v. 21, n.1, p.105-110, 2002.



CONTE JUNIOR, C. A.; ALVAREZ, M.F.; MANO, S.B. Effect of modified atmosphere packaging on the growth/survival of *Yersinia enterocolitica* and natural flora on fresh poultry sausage. In: MÉNDEZ VILAS, A. **Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology**. Badajoz: Formatex, 2010, v. 2, p. 1217-1223.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 111-142.

DAMAR, S.; BOZOGLU, F.; HIZAL, M.; BAYINDIRLI, A. Inactivation and injury of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* by pulsed electric fields. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.18, p.1-6, 2002.

EVANGELISTA, J. **Alimentos** - um estudo abrangente. 2.ed. São Paulo: Livraria Atheneu Editora, 1994. 740p.

FAO/IAEA. **Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture International Atomic Energy Agency. Facts About Food Irradiation**. 1999. Disponível em: <<http://www.iaea.org/icgfi/documents/foodirradiation.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2011.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FLOROS, J. D.; DOCK, L. L.; HAN, J. H. Active packaging technologies and applications. **Food Cosmetics and Drug Packaging**, v. 20, p. 10-17, 1997.

GIROUX, M.; LACROIX, M. Nutritional adequacy of irradiated meat - a review. **Food Research International**, v.31, n. A, p.257-264, 1998.

GOMES, C.T. Sistemas de conservação com atmosfera modificada. **Revista Nacional da Carne**, n. 259, p. 79-80, 1998.

GÓNGORA-NIETO, M.M.; SEPÚLVEDA, D.R.; PEDROW, P.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; SWANSON, B.G. Food processing by pulsed electric fields: treatment delivery, inactivation level, and regulatory aspects. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, v.35, p.375-388, 2002.

GONTARD, N. Active packaging. In: SOBRAL, P.J.A.; CHUZEL, G. **Workshop sobre biopolímeros**. Pirassununga: FZEA, 1997. p. 23-27.

HORVÁTH, M.; BILITZKY, L.; HÜTTNER, J. Bactericidal, sterilizing and other effects in lower organisms. In: _____. **Ozone**. Budapest: Science, 1985. Cap. 3, p. 69-74.

HUANG, M.; MOREIRA, R. G.; MURANO, E. Use of hydrostatic pressure to produce high quality and safe fresh pork sausage. **Journal of Food Processing Preservation**, v. 23, n.4, p. 265-284, 1999.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, v. 62, n. 9, p. 1071-1087, 1999.

LABUZA, T.P. An introduction to active packaging for foods. **Food Technology**, v. 50, n.1, p. 68-71, 1996.

LANGLAIS, B.; RECKHOW, D. A.; BRINK, D. R. **Ozone in water treatment: application and engineering.** Chelsea: AWWARF and Lewis Publishers, 1991. 568 p.

LASSEN, A.; OVESEN, L. Nutritional effects of microwave cooking. **Nutrition & Food Science**, v. 95, p.8-10, jul./ago. 1995.

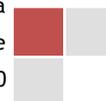
LEISTNER, L.; GORRIS, L.G.M. Food preservation by hurdle technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, p.41-45, fev.1995.

LOPES, M.M. ; MÁRSICO, E.T.; SOBREIRO, L.G.; SILVA, L.P.; CONTE-JUNIOR, C.A.; PARDI, H.S.; MANO, S.B. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.99, p.207-210, 2004.

LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; CARBALLO, J.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Microbiological changes in pressurized, prepackaged sliced cooked ham. **Journal of Food Protection**, v. 62, n. 12, p.1411-1415, 1999.

MALAVOTA, L.C.M. ; CONTE-JUNIOR, C.A.; LOPES, M.M.; SOUZA, V.G.; PEIXOTO, B.T.M.; STUSSI, J.S.P.; PARDI, H.S.; MANO, S.B. Análise micológica de lingüiça de frango embalada em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, p.3-9, 2006.

MANO, S. B. ; GARCÍA DE FERNANDO, G. D.; LOPEZ-GALVEZ, D.; SELGAS, M. D.; GARCÍA, M. L.; CAMBERO, M. I.; ORDÓÑEZ, J. A. Growth/survival of natural flora and *Listeria monocytogenes* on refrigerated uncooked pork and turkey packaged under modified atmospheres. **Journal of Food Safety**, v.15, p.305-319, 1995.



MANO, S.B.; ORDÓNEZ, J.A.; GARCIA DE FERNANDO, G.D. Growth/survival of natural flora and *Aeromonas hydrophila* on refrigerated uncooked pork and turkey packaged in modified atmospheres. **Food Microbiology**, v.17, p.657-669, 2000.

MANO, S.B.; PEREDA, J.A.O.; FERNANDO, G.D.G. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p. 1-10, jan./abr. 2002.

MANTILLA, S.P.S.; SANTOS, E.B.; CONTE- JUNIOR, C.A.; MANO, S.B. ; VITAL, H.C. ; FRANCO, R.M. Bactérias deteriorantes em filés de frango embalados em ar, vácuo e irradiados: parâmetros bacteriológicos de desenvolvimento e prazo comercial. **Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG)**, v. 39, p. 271-277, 2009.

MATHIAS, S.P.; ROSENTHAL, A., GASPAR, A.; DELIZA, R., SLOGO, A.P.;VICENTE, J.; MASSON, L.M.;BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 852-857, out./dez. 2010.

NAM, K. C.; AHN, D. U. Carbon monoxide-heme pigment is responsible for the pink color in irradiated raw turkey breast meat. **Meat Science**, v. 60, n. 1, p. 25-33, 2002.

ORDOÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R.T. Atitudes do consumidor frente a irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, jan./mar. 2006.

PÉREZ, O. E.; PILOSOFF, A. M. R. Pulsed electric fields effects on the molecular structure and gelation of lactoglobulin concentrate and egg white. **Food Research International**, v. 37, p.102-110, 2004.

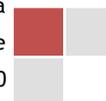
QIN, B. L.; POTHAKAMURY, U.R.; VEGA, H.; MARTIN, O.; BARBOSA-CANOVAS, G.V.; SWANSON, B.G. Food pasteurization using high intensity pulsed electric fields. **Journal Food Technology**, v. 49, n.12, p.55-60, 1995.

SALGADO, R.; COSTA, J.C.B.; CONTE-JUNIOR, C.A.; FERNÁNDEZ, M.; FREITAS, M.Q.; MANO, S.B. Efeitos da embalagem em atmosfera modificada sobre as alterações microbiológicas, químicas e sensoriais de pargo (*Pagrus pagrus*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.13, p.94-97, 2006.

SILVA, S.B. de; LUVIELMO, M.M.; GEYER, M.C.; PRÁ, I. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 659-682, abr./jun. 2011.

SIRENO, M. ; MÁRSICO, E. T. ; FERREIRA, M. ; MONTEIRO, M.L. ; VITAL, H.C.; CONTE JUNIOR, CARLOS ADAM ; MANO, S.B. Propriedades físico-químicas, sensoriais e bacteriológicas de camarões (*Litopenaeus brasiliensis*) irradiados e armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária (Impresso)**, v. 17, p. 91-95, 2010.

SMITH, J.P.; HOSHINO, J.; ABE, Y. Interactive packaging involving sachet technology. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 143-173.



TEODORO, A.J.; ANDRADE, E.C.B. de; MANO, S.B. Avaliação da utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.158-161, jan./mar. 2007.

TUBOLY, E.; LÉBOVICS, V. K.; GAÁL, Ö; MÉSZÁROS, L.; FARKAS, J. Microbiological and lipid oxidation studies on mechanically deboned turkey meat treated by hydrostatic pressure. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2 e 3, p. 241-244, 2003.

VEGA-MERCADO, H.; MARTÍN-BELLOSO, O.; QIN, B.L.; CHANG, F.J.; GÓNGORA-NIETO, M.M.; BARBOSA-CANÓVAS, V.; SWANSON, B.G. Non-thermal food preservation: Pulsed electric fields. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, p.151-157, may. 1997.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHERE, F.; BEEST, M.V.; KRUIJF, N. de; DEBEVERE, J. Development in the active packaging of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, p.77-86, 1999.

WILLIAMS, A. New technologies in food preservation and processing: part I. **Nutrition and Food Science**, v. 6, p. 16-19, nov./dez. 1993.

YUSTE, J.; PLA, R.; MOR-MUR, M. Salmonella enteritidis and aerobic mesophiles in inoculated poultry sausages manufactured with high pressure processing. **Letters in Applied Microbiology**, v. 31, n. 5, p.374-377, 2000.

