EFEITO DO PROCESSAMENTO EM ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS NAS PROPRIEDADES DOS ALIMENTOS: UMA BREVE REVISÃO

C. A. A. ALMEIDA[1], L. A. L. C. LIMA[2], R. C. PINHEIRO[3], L. R. O. SANTOS[4], L. C. F. de CARVALHO[5], A. R. S. TELES[6]

1- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: 55 (79) 99865-6586 – e-mail: (christian.alley01@gmail.com).
2- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: 55 (79) 99809-6001 – e-mail: (lucasalmeidalcl@gmail.com).
3- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: 55 (79) 99127-7636 – e-mail: (rubicris@hotmail.com).
4- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: 55 (79) 99901-9654 – e-mail: (laais_r@hotmail.com)
5- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: (77) 9160-0800 – e-mail: (calicarvalho@hotmail.com)
6- Departamento de Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Sergipe – CEP: 49100-000 – São Cristóvão – SE – Brasil, Telefone: (79) 9960-5247 – e-mail: (alanufs2010@gmail.com)

RESUMO - A aplicação de altas pressões hidrostáticas como processo de conservação de alimentos ganhou atenção nas últimas décadas, pois é uma técnica, que a depender da matriz, consegue manter suas características sensoriais, o que não se consegue aplicando métodos convencionais de conservação, como por exemplo, o uso de altas temperaturas. A busca por produtos que possuam semelhanças com a sua matéria-prima vem crescendo e o consumidor está cada vez mais exigente. O uso desta técnica ainda é relativamente recente e se tem pesquisado muito sobre os efeitos que este método causa nas propriedades dos alimentos. Assim, vários pesquisadores denotam que esta técnica é muito útil para a preservação de alimentos, porém o tempo de vida de prateleira que ela proporciona ainda é menor que a dos métodos tradicionais, ela também pode alterar algumas características sensoriais, todavia deve-se considerar o estado físico do alimento e a sua composição química.

ABSTRACT - The application of high hydraulic pressures as a food preservation process, which is dependent on the matrix, can maintain its sensorial characteristics, which can not be achieved by applying conventional conservation methods, such as the use of high temperatures. The search for products that have similarities with its raw material has been growing and the consumer is increasingly demanding. The use of this technique is still relatively recent and much research has been done on the effects of this method on food properties. Thus, several researchers point out that this technique is very useful for food preservation, but the shelf life it provides is still less than traditional methods, it may also alter some sensorial characteristics, however, it should be considered the physical state of the food and its chemical composition.

PALAVRAS-CHAVE: Pressão, conservação, alimentos.

KEYWORDS: Pressure, preservation, foods.

1. INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia com o passar dos anos tem buscado a utilização de novas técnicas de conservação de alimentos, com o intuito de produzir produtos microbiologicamente seguros, mais saudáveis, com menor quantidade ou nenhuma utilização de aditivos. Isto ocorre devido à grande exigência do mercado consumidor para o consumo de alimentos frescos, que não causem riscos à saúde, palatáveis, com grande valor agregado e com características semelhantes ao produto original. Técnicas convencionais são muito utilizadas, empregando altas temperaturas para prolongar o tempo de vida útil causando efeitos adversos na qualidade sensorial e nutricional dos alimentos.

Tecnologias emergentes estão sendo buscadas pela indústria com fontes limpas, sustentáveis, ecológicas e que não acarrete tantos danos as características sensoriais e nutricionais do produto final. Estas novas tecnologias alternativas têm gerado elevado interesse para desenvolvimento de estudos como tecnologias promissoras a serem empregadas em larga escala industrial, uma vez que além de promoverem a manutenção de constituintes fundamentais dos alimentos, com baixos requisitos de energia e utilização de água, superando diversas limitações relacionadas aos métodos convencionais.

A técnica de Alta Pressão Hidrostática baseia-se em dois princípios básicos, o "Princípio de *Lê Chatelier",* segundo o qual modificações na pressão podem acelerar ou retardar as reações químicas, se forem acompanhados por alterações do volume. O segundo trata-se do "Princípio Isostático" ou "Princípio de *Pascal*", O segundo baseia-se no "Princípio Isostático", o qual relata que a pressão é transmitida ao alimento instantaneamente e uniformemente por todo o alimento, independente da forma, tamanho e composição, quando o produto encontra-se em contato direto com o meio pressurizado ou em recipiente capaz de transmitir pressão (BALA *et al*., 2008; CHEFTEL, 1995; EARNSHAW, 1996; OEY *et al*., 2008; RASO *et al.*, 1998; SMELT, 1998; FDA, 2000).

O processo de Alta Pressão Hidrostática consiste em submeter o alimento sólido ou líquido, pré-embalado ou não, a pressões que podem variar de 100 a 1000 MPa (equivalente a 1000 a 10000 atmosferas) sem a aplicação de elevadas temperaturas. A ideia de utilizar a pressão como uma variável no processamento de alimentos não é nova. As primeiras tentativas iniciaram-se em 1899, quando Hite analisou que o tempo de vida-útil do leite e de outros produtos alimentares poderiam ser prolongados após a pressurização. Devido ao grande benefício associado a técnica diversas pesquisas na área ainda estão em desenvolvimento (FARKAS *et al*., 2000).

Como todos os métodos convencionais e não convencionais esta tecnologia não térmica possui vantagens e limitações. As principais vantagens inerentes a esta técnica, limitações, aplicação e uso serão descritas a descritas abaixo, segundo Fellows (2006):

1.1 Vantagens:

- Eliminação ou destruição das células vegetativas bacterianas (e esporos com utilização de temperaturas elevadas);
- Nenhuma evidência de toxicidade;
- Preservação da cor, sabor e nutrientes;
- Tempo de processamento reduzido;
- Independe da forma e do volume;
- Uniformidade do tratamento por todo o alimento;
- Possíveis alterações de textura desejáveis;
- Aplicação no alimento já embalado;
- Redução ou eliminação de conservantes químicos.

1.2 Limitações:

- Sobrevivência microbiana;
- Equipamentos de custo elevado;

- Os alimentos devem ter aproximadamente 40% de água livre para efeitos antimicrobianos;
- Processamento em lote ou batelada;
- Problemas regulamentares;

1.3 Exemplos de aplicações comerciais e produtos desenvolvidos:

- Pasteurização e esterilização de produtos de frutas, molhos, picles, iogurtes e molhos para saladas;
- Pasteurização de carnes e produtos de origem vegetal;
- Descontaminação de ingredientes sensíveis ao tratamento térmico de alto risco ou valor agregado.

Sendo a Alta Pressão Hidrostática uma tecnologia emergente e que vem despertando o interesse da indústria alimentícia, o objetivo do presente estudo é de realizar uma breve revisão abordando alguns estudos de causas que levam a alterações físicas, químicas e microbiológicas no alimento relacionadas ao método.

2. ALGUMAS MUDANÇAS QUE PODEM OCORRER COM O USO DE ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS EM ALIMENTOS

A Alta Pressão Hidrostática é uma técnica de preservação de alimentos não-térmica que expõem os alimentos a pressões de 100-1000 MPa usando água como meio transmissor de pressão e utiliza-se baixas variações de temperatura durante o processo (< 60 ° C). Esta técnica afeta os microrganismos patogênicos, os quais são prejudiciais à saúde, microrganismos na sua forma vegetativa e algumas enzimas são inativadas por este método. Efeitos sobre o gosto, viscosidade, aparência ou valor nutricional dos alimentos são mínimos, preservando assim diversos compostos de baixo peso molecular (BALA *et a.*, 2008; OEY *et al.*, 2008; ZABETAKIS *et al.*, 2000).

A viscosidade é uma propriedade reológica do alimento e depende de variáveis externas aplicadas ao processo como a pressão e a aplicação de temperatura. Zhang *et al.*, (2010), realizou um estudo comparativo entre diferentes métodos de conservação de alimentos sobre as propriedades do suco de melancia e relatou que a viscosidade dinâmica do suco após a aplicação de alta pressão (900 MPa) foi semelhante ao controle (sem aplicação de métodos conservadores), enquanto no processo submetido a uma pressão de 300 MPa o resultado da viscosidade apresentou-se estatisticamente diferente. Portanto, o tratamento de alta pressão (900 Mpa) ajudou na estabilização da viscosidade dinâmica do suco de melancia, sendo semelhante aos resultados sobre o efeito do tratamento de alta pressão no suco de laranja (POLYDERA *et al*., 2005a, 2005b).

Lemus-Mondaca *et al* (2016) avaliaram o efeito da Alta Pressão Hidrostática nas propriedades reológicas e termofísicas de murtilla e observou um aumento significativo na viscosidade aparente do purê de murtilla tratado por APH a 200 MPa. Entretanto, as amostras tratadas entre 200 e 400 MPa não apresentaram diferenças significativas e acima disso não apresentou um aumento significativo da viscosidade aparente.

De uma maneira geral a aplicação da técnica por altas pressões podem levar a alterações nos componentes químicos dos alimentos como água, carboidratos, lipídeos, proteínas, enzimas e micronutrientes. É de relevante importância considerar as mudanças que ocorrem com a água durante a aplicação, pois, por exemplo, a temperatura de fusão aumenta gradualmente com o aumento da pressão (NAGORNOV e CHIZHOV, 1990; BARCISZEWSKI, *et al*. 1999). Liu *et al.* (2016) em seu estudo mostrou que a morfologia do amido de trigo sarraceno foi modificada com o uso de elevadas pressões. Hu *et al.* (2017), observaram que o tratamento com Altas Pressões Hidrostáticas resultaram

na diminuição gradual da entalpia de gelatinização do amido de acordo com o aumento da pressão, houve também uma redução da cristalinidade relativa e da viscosidade. Cheah e Ledward (1996), afirmaram que as alterações que levam à catalisação da reação oxidativa dos lipídios em carnes pressurizadas tem início a partir de 300 MPa em temperaturas ambientes e que muitas mudanças estruturais são induzidas nesta pressão. Fuentes et al. (2010) concluíram que os mecanismos que colaboram para a instalação da oxidação lipídica podem estar ligados tanto à lise dos pigmentos da hemoglobina, com liberação do ferro e assim catalisar a oxidação, quanto à destruição das membranas, beneficiando a vulnerabilidade dos ácidos graxos insaturados à reação oxidativa.

No início do Século XX, diversas pesquisas mostraram que altas pressões poderiam alterar a estrutura da proteína da clara de ovo (FELLOWS, 2009). Morais (2014), cita em sua revisão segundo Huppertz *et al*. (2006); López-Fandiño *et al*. (2006); Oliveira, (2013) com relação à fração protéica do leite, que a pressurização causa a destruição das micelas de caseína em partículas de caseína de menor diâmetro e forma irregular. Oslen *et al*. (2004), estudaram a possível desnaturação da enzima xantino-oxidase pelo tratamento do leite em altas pressões e observaram que abaixo de 400 MPa abaixo de 120 min não há alteração, enquanto, em maiores períodos de tempo sob mesma pressão houve perda de 17% de sua atividade. No mesmo estudo observou que o aumento da pressão e a redução do tempo causava um aumento na perda da atividade.

Em relação aos micronutrientes, González-Cebrino *et al*. (2015) concluíram que a aplicação de altas pressões hidrostáticas mantiveram os níveis de compostos bioativos do purê de abóbora assim como os carotenóides e os compostos fenólicos e adicionalmente a atividade antioxidante foi também mantida constante depois do processamento. Ferrari *et al.* (2011) concluíram que o tratamento de altas pressões em mousses de morango e suco de romã melhorou a capacidade de extração dos polifenóis nas mousses e afeta ligeiramente seu teor nos sucos, sendo insignificante.

Os microrganismos também são alvos de alterações, o que mostra tal relevância para um processo não-térmico ter um poder conservativo. Aghamohammadi *et al.* (2014) abordaram em sua revisão que a membrana celular é construída como uma bicamada de fosfolípidos e a alta pressão provoca uma transição de fase e, como conseqüência, a membrana é desestabilizada e sua permeabilidade é afetada negativamente. Além disso, a inativação dos microrganismos pode ser associada à desnaturação da proteína, resultando na dissolução das enzimas ligadas à membrana. Chaikham (2015), observou que os sucos após o tratamento sob altas pressões não constatou microrganismos presentes. Avaliando o armazenamento, observou a presença de microrganismos em suco pressurizado sob pressão de 400 MPa após 4 semanas. Além disso, leveduras e mofos também não foram detectados após processamento e armazenamento.

3. CONCLUSÕES

Assim, o uso da técnica de altas pressões hidrostáticas em alimentos está se consolidando, pois é um método não térmico que garante algumas características importantes aos produtos, como sabor, aroma e cor praticamente inalterados. Este método influencia nas características físicas dos alimentos, pois em alimentos sólidos, por exemplo, pode ocorrer alteração na textura e consistência e em líquidos na viscosidade. Podem haver mudanças também nos componentes químicos dos alimentos, é o caso da desnaturação protéica, inativação enzimática, alterações nas propriedades da molécula de água, aumento na oxidação lipídica, deixando-os vulneráveis ao oxigênio e estabilidade dos micronutrientes à aplicação de altas pressões. Com relação à microbiota, este método proporciona a destruição de células vegetativas, porém é necessário que haja uma combinação de pressão, temperatura e tempo para que ocorra a eliminação dos esporos. São necessárias elevadas pressões (> 1000 MPa), o que poderia causar danos irreversíveis ao produto. Com isso, esta técnica vem sendo

estudada e melhorada para melhor atender aos aspectos sensoriais e, microbiológicos do alimento, com o intuito de preservar e manter as características organolépticas o mais próximo do natural possível.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHAMOHAMMADI, B., MORSHEDI, A., AKBARIAN, M., AKBARIAN, A., HADIDI, M., MOAYEDI, F. Effect of high pressure processing of food characteristics: a review of quality aspect. **International Journal of Biosciences**, v. 4, nº 10, 193-205, 2014.

BALA, B., FARKAS, D., & TUREK, E. J. Preserving foods through high-pressure processing. **Food Technology**, 11, 32–38, 2008.

BARCISZEWSKI, J., JURCZAK, J., POROWSKI, S., SPECHT, T., AND ERDMANN, V. A. The role of water structure in conformational changes of nucleic acids in ambient and high-pressure conditions, **Eur. J. Biochem.,** 1999, **260:**293–307.

CHEAH, P.B.; LEDWARD, D.A. High pressure effects on lipid oxidation in minced pork. **Meat Science**, v. 43, n.2, p. 123-134, 1996.

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

EARNSHAW, R.G. High pressure food processing. **Nutrition & Food Science**, n.2, p.8-11, 1996.

FARKAS, D.F.; HOOVER, D.G. (2000) High pressure processing. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 47-64

FDA. Food and Drug Administration. **Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies**. High pressure processing (2000).

FELLOWS PJ (2006). Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática. 2. ed. 227-233. - Artmed, 2006.

FERRARI, G.; MARESCA, P.; CICCARONE, R. The Effects of High Hydrostatic Pressure on the Polyphenols and Anthocyanins in Red Fruit Products. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 847–853, 2011.

FUENTES, V.; VENTANAS, J.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S. Lipid and protein oxidation and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham subjected to high hydrostatic pressure. **Meat Science**, n.85, p.506-514, 2010.

HU, X. P.; ZHANG, B.; JIN, Z. Y.; XU, X. M.; CHEN, H. Q. Effect of high hydrostatic pressure and retrogradation treatments on structural and physicochemical properties of waxy wheat starch. **Food Chemistry**, v. 232, p. 560–565, 2017.

HUPPERTZ, T. H.; FOX, P. F.; DE KRUIF, K. G.; KELLY, A. L. High-pressure changes induced changes in bovine milk: a review. **International Journal of Dairy Technology**, v. 59, n. 2, p. 59-65, 2006.

LEMUS-MONDACA, R.; AH-HEN, K.; VEGA-GÁLVEZ, A.; ZURA-BRAVO, L. Effect of high hydrostatic pressure on rheological and thermophysical properties of murtilla (Ugni molinae Turcz) berries. **J Food Scientists & Technologists** (India) 2016.

LIU, H.; WANGA, L.; CAOB, R.; FANA, H.; WANG, M. In vitro digestibility and changes in

physicochemical and structuralproperties of common buckwheat starch affected by high hydrostatic pressure, Elsevier **Carbohydrate Polymers** 144, 1-8, 2016.

LÓPEZ-FANDIÑO, R. High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 10, p. 1119-1131, 2006.

MORAIS, A. C. N.; FERREIRA, E. H. R.; ROSENTHAL, A. Aplicação de alta pressão isostática na produção de derivados lácteos: uma revisão. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 5, p. 357-374, set/out, 2014.

NAGORNOV, O. V. AND CHIZHOV, V. E. Thermodynamic properties of ice, water and a mixture of the two at high pressures. **J. Appl. Mech. Tech. Phys**., 1990, 31(3):378–384.

OEY, I., LILLE, M., VAN LOEY, A., & HENDRICKX, M. (2008). Effect of high pressure processing on colour, texture and flavour of fruit and vegetable-based food products: A review. Trends in **Food Science and Technology**, 19, 320–328.

OLIVEIRA, M. M. **Avaliação de leite fermentado probiótico preparado com leite submetido à alta pressão dinâmica**. 2013. 123 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

OSLEN, K.; KRISTENSEN, D.; RASMUSSEN, J. T.; SKIBSTED, L. H. Comparison of the effect of high pressure and heat on the activity of bovine xanthine oxidase. **Mllchwlssenschaft**, Kiel, v. 59, n. 7-8, p. 411-413, 2004.

POLYDERA, A. C., STOFOROS, N. G., & TAOUKIS, P. S. Effect of high hydrostatic pressure treatment on post processing antioxidant activity of fresh Navel orange juice. **Food Chemistry**, 91, 495–503, 2005 a.

POLYDERA, A. C., STOFOROS, N. G., & TAOUKIS, P. S. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 6, 1–9, 2005b.

RASO, J.; GONGORA-NIETO, M. M.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G. Influence of several environmental factors on the initiation of germination and inactivation of *Bacillus cereus* by high hydrostatic pressure. **International Journal of Food Microbiology**, v. 44, p. 125-132, 1998.

SAN-MARTÍN, M.F., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., SWANSON, B.G. (2002) Food processing by high hydrostatic pressure. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 42(6), p. 627-645.

SMELT, J.P.P.M. Recent advances in the microbiology of high pressure processing. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, p. 152-158, 1998.

TOEPFL, S., MATHYS, A., HEINZ, V., KNORR, D. (2006) Review: Potential of high hydrostatic pressure and pulsed electric fields for energy efficient and environmentally friendly food processing. **Food Reviews International**, v. 22, p. 405-423.

ZABETAKIS, I., LECLERC, D., & KAJDA, P. (2000). The effect of high hydrostatic pressure on the strawberry anthocyanins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry,** 48, 2749–2754.

ZHANG, C.; TRIERWEILER, B.; LI, W.; BUTZ, P.; XU, Y.; RÜFER, C. E.; MA, Y.; ZHAO, X. Comparison of thermal, ultraviolet-c, and high pressure treatments on qualityparameters of watermelon juice. **Food Chemistry.** 126 (2011) 254–260.