

## CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PELO USO DE ADITIVOS: UMA REVISÃO

ELIZABETE DE SANTANA SILVA\*  
FABIANA MELO SOARES\*\*  
JOSIANE RODRIGUES DE BARROS\*\*\*  
PATRICIA BELTRÃO LESSA CONSTANT\*\*\*\*

---

Desde a antiguidade, várias técnicas para conservação dos alimentos são utilizadas pela humanidade para preservar as características dos alimentos devido a necessidade de sobrevivência aos grandes períodos de escassez. No entanto, o emprego dos aditivos químicos, como os conservantes, é fundamental para atender a demanda do mercado quando os alimentos não podem ser submetidos a aplicação de métodos de conservação tradicionais. O objetivo do estudo é realizar uma revisão bibliográfica referente ao uso de aditivos na conservação dos alimentos, conservadores e antioxidantes. Os estudos analisados foram selecionados nas seguintes bases de dados: *Scielo*, *Lilacs*, *Bireme* e *Pubmed*, publicados no período de 2000 a 2019. Também foram utilizadas como fontes de pesquisa livros da área de Nutrição e Tecnologia de Alimentos considerados relevantes em relação ao tema estudado. Os resultados demonstram a importância, aplicação e mecanismo de ação dos conservantes mais utilizados na indústria alimentícia, bem como os riscos associados ao consumo, inocuidade e toxicidade. Pode-se concluir que a utilização de aditivos em alimentos tornou-se praticamente indispensável. Os aditivos conservadores possuem funções importantes na manutenção da vida útil dos alimentos. Entretanto, é possível verificar que os mesmos podem trazer efeitos adversos a curto ou longo prazo, por isso é necessária sua utilização dentro dos limites.

PALAVRAS-CHAVES: ADITIVOS ALIMENTARES, CONSERVADORES, ANTIOXIDANTES

---

\*\*Tecnóloga em Alimentos, mestra em Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Sergipe. lizasantana.s@hotmail.com

\*\*Nutricionista, mestra em Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Sergipe. fms.14@hotmail.com

\*\*\*Nutricionista, mestra em Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Sergipe. josirodrigues.se@hotmail.com

\*\*\*\*Engenheira de Alimentos, mestrado e doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Professora associada da Universidade Federal de Sergipe do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe. pblconstant@ufs.br

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de preservar as características dos alimentos com o aumento de tempo de prateleira, surge desde a pré-história, como forma de armazenamento de alimentos para os grandes períodos de escassez. Os princípios dos métodos são utilizados até os dias atuais, como a aplicação do calor na defumação, concentração com sal para conservar carnes, fermentação para aumentar a *Shelf Life* de produtos de origem vegetal ou animal (CAROCHO et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Em toda cadeia produtiva até o consumidor, a obtenção de alimentos em condições ideais requer uma alta demanda energética para evitar alterações e/ou reduzir a deterioração no alimento. Dessa forma, torna-se fundamental o emprego de processos físicos e biológicos, como refrigeração, secagem, congelamento, aquecimento e irradiação, embalagem controlada ou uso de aditivos químicos para o fornecimento de produtos de qualidade (SALTMARSH et al., 2013).

Esse avanço tecnológico passou a influenciar a dieta, pois devido a necessidade de aumentar o prazo de vida útil dos alimentos, conseqüentemente, houve um aumento da exposição das pessoas a uma série de substâncias conservadoras. No entanto, é importante atentar para a segurança do uso desses aditivos alimentares (AUN et al, 2011).

Quando os alimentos não podem ser submetidos a aplicação desses métodos, se faz necessário o uso de aditivos químicos, os conservantes e antioxidantes, essenciais para atender a demanda do mercado (SALTMARSH et al., 2013; VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010). Quanto maior a quantidade e a frequência do consumo de alimentos processados, conseqüentemente, maior será a ingestão de aditivos alimentares, tornando-se um grande problema, por apresentarem efeito cumulativo no organismo ao longo do tempo e a não possibilidade de predizer o grau de toxicidade promovida pelos mesmos (BRASIL, 2007).

Segundo a Portaria SVS/MS 540, de 27/10/97, aditivo alimentar é todo e qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 1997).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica referente ao uso de aditivos na conservação dos alimentos, conservadores e antioxidantes.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento bibliográfico em bases de dados eletrônicas com objetivo de identificar estudos nacionais e internacionais, publicados no período de 2000 a 2019. Foram incluídas as publicações científicas que avaliaram os tipos de aditivos utilizados para conservação de alimentos, conservadores e antioxidantes.

As bases eletrônicas consultadas foram *Scielo*, *Lilacs*, *Bireme*, *Pubmed*. Na estratégia de busca, os descritores utilizados foram: “aditivos de alimentos”, “conservadores” e “antioxidantes” e seus correspondentes em inglês. Foram incluídos para análise minuciosa artigos originais, revisões de literatura e revisões sistemáticas. Os artigos selecionados foram considerados válidos de acordo com o grau de relevância do assunto estudado e levando-se também em consideração os que apresentavam no título ou resumo algum dos descritores utilizados na busca de dados. Foram também utilizadas como fontes de pesquisa livros da área de Nutrição e Tecnologia de Alimentos considerados relevantes em relação ao tema estudado. Por fim, realizou-se a análise descritiva da amostra bibliográfica acompanhada de discussão.

## 2.1 ADITIVOS

Conforme o *Codex Alimentarius*, aditivo alimentar significa:

“qualquer substância que normalmente não é consumida como um alimento por si só e que normalmente não é utilizada como um ingrediente típico do alimento, com ou sem valor nutritivo, a adição intencional de que para alimentos para fins tecnológicos (incluindo organolépticos) na fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, transporte ou exploração de tais resultados de alimentos, ou pode ser razoavelmente esperado para resultar (direta ou indiretamente), ou seus subprodutos se tornando um componente de ou afetar de outra forma as características desses alimentos. O termo não inclui contaminantes ou substâncias adicionadas aos alimentos para manter ou melhorar as qualidades nutricionais” (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2010).

A *Food and Agriculture Organization/World Health Organization* (FAO/WHO) define aditivos como “toda substância, adicionada ao alimento com a finalidade de impedir alterações, manter, conferir ou intensificar seu aroma, cor e sabor; modificar ou manter seu estado físico geral ou exercer qualquer ação exigida para uma boa tecnologia de fabricação do alimento” (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1974).

As entidades que regularizam os aditivos alimentares são a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) e a Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos. Em 2010, a EFSA dá início a uma reavaliação de todos os aditivos alimentares, a fim de elucidar as prováveis implicações para a saúde e ajustar sua Ingestão Diária Aceitável (IDA) (CAROCHO et al., 2014).

Os aditivos são classificados de acordo sua produção e origem em: aditivos naturais (obtidos diretamente de animais ou plantas); semelhantes aos naturais (produzidos sinteticamente copiando os naturais); modificados dos naturais (aditivos naturais que são modificados quimicamente); e aditivos artificiais (compostos sintéticos) (CAROCHO et al., 2014). Além disso, também podem ser classificados conforme sua função em: agente de massa, antiespumante, antiiumectante, antioxidante, corante, conservador, adoçantes (edulcorante), espessante, geleificante, estabilizante, aromatizante, umectante, regulador de acidez, acidulante, emulsionante/emulsificante, melhorador de farinha, flavorizantes (realçador de sabor), fermento químico, glaceante, agente de firmeza, sequestrante, estabilizante de cor, espumante, amidos modificados, gases de embalagem, propelentes, agentes vitrificantes. (BRASIL, 1997; COUNCIL REGULATION (EC) 1333/2008; RANDHAWA, BAHANAS, 2009).

Os EUA possuem mais de 3000 aditivos alimentares, a FDA classifica os aditivos em seis grupos: conservantes, aditivos nutricionais, agentes corantes, agentes aromatizantes, agentes texturizadores, e diversos agentes (CAROCHO et al., 2014). Os aditivos utilizados na conservação de alimentos, a fim de inibir ou retardar as alterações indesejadas, seja microbiológica, química ou física, são chamados de preservadores, conservantes e antioxidantes. A letra de identificação de conservantes é a letra E, o intervalo vai de E200 ao E399 (CAROCHO et al., 2014; ESFANDIARI et al., 2013).

### 2.1.1 CONSERVADORES

Os aditivos conservantes são substâncias que impedem ou retardam as alterações dos alimentos provocadas por microrganismos ou enzimas, são os antioxidantes ou antimicrobianos (RANDHAWA, BAHANAS, 2009). Antioxidantes são substâncias que retardam o aparecimento de alterações oxidativas nos alimentos (BRASIL, 1997). Os antimicrobianos são substâncias inseridas aos alimentos para controlar alimentos naturais (controle de alimentos) e/ou evitar / controlar a contaminação por microrganismos, incluindo patogênicos (de segurança alimentar) (TAJKARIMI et al., 2010).

Os antimicrobianos mais utilizados nos alimentos, são benzoatos, sorbatos, propionatos, nitritos e parabéns (RICKE, 2003). Como exposto no estudo Carochi et al (2014), alguns possuem quantum satisfatório: ácido acético (E260), acetato de potássio (E261), acetato de cálcio (E263),

ácido láctico (E270), dióxido de carbono (E209), ácido málico (E296). E outros apresentam restrições de uso ácido benzóico e benzoatos (E210-E219; ADI 5 mg / kg Bw), ácido sórbico e sorbatos (E200-E209; ADI 25 mg / kg pc), ácido propiônico e propionatos (E280-E289; quantum satis), nitritos (nitrito de potássio E249; ADI 0,07 mg / kg bw, nitrito de sódio E250; ADI 0,1 mg / kg pc), nitratos (nitrato de sódio E251 e nitrato de potássio E252; ambos com ADI 3.7mg / kg bw), e parabenos (E214-E219; ADI 10 mg / kg pc). Alguns autores relatam sobre os possíveis efeitos colaterais do emprego de aditivos alimentares podendo provocar sensibilidade, inflamação de tecidos e fator de risco no desenvolvimento de doenças crônicas como o câncer (LENNERZ et al., 2015; RAPOSA et al., 2016).

### 2.1.2 NITRATOS E NITRITOS

Os sais de cura a base de nitrito e nitrato tem como objetivo conferir cor em carnes, aves, peixe e queijo, e sabor típico dos produtos curados (GASSARA et al., 2016; HONIKEL, 2008). Funcionam como agente antimicrobiano, prevenção da rancidez, devido à sua ação antioxidante. O nitrito é bastante eficiente como inibidor de crescimento de *Clostridium botulinum*, no retardo do ranço lipídico, uma das principais causas da deterioração, afetando a qualidade dos produtos com alteração do sabor (VASAVADA, CORNFORTH, 2005). O nitrato atua tão somente na cura de carnes, após sua conversão a nitrito, processo que ocorre pela ação de bactérias redutoras (GASSARA et al., 2016; LEMOS et al., 2008).

Esses sais podem estar relacionados a incidência de câncer em adultos, estudos sugerem que a combinação de amins secundárias ou terciárias formam derivados N-nitrosos, ocasionando em aumento de casos de leucemia, problemas nasofaríngeos e tumores cerebrais (BEDALE, SINDELAR, MILKOWSKI, 2016). Embora alguns estudos sejam conflitantes, conforme a Agência de Proteção Ambiental dos Estados (EPA), existem evidências conflitantes sobre o uso de nitritos e nitratos na associação de carcinomas em crianças e adultos (USEPA, 2006).

Na ausência de uma posição definitiva sobre os riscos da ingestão destes sais em humanos, a proibição total de seu uso não é implementada devido a sua efetividade como conservantes, principalmente com a prevenção de crescimento de *Clostridium botulinum*, à baixas doses (abaixo de 200ppm) não representam preocupações com a saúde (HEALTH CANADA, 2008). As aplicações do nitrito e nitrato são bastante efetivas, no entanto seu uso em doses acima do recomendado pode trazer riscos à saúde e ao meio ambiente. A toxicidade varia com a concentração na carne e limitação dos valores variam de acordo com cada país (MAJOU, CHRISTIEANS, 2018; KALAYCIOĞLU, ERIM, 2019). Faz-se necessário a utilização de alternativas mais saudáveis ao uso destes sais. Algumas especiarias com propriedades organolépticas e antimicrobianas estão sendo estudadas (GASSARA et al., 2016). De forma geral, os riscos são atribuídos ao potencial de conversão desses íons em nitrosaminas, consideradas cancerígenas, porém as controvérsias dos estudos tornam as interpretações inconsistentes (KOBAYASHI, 2018; OLIVO, 2018).

### 2.1.3 ÁCIDOS

Ácidos orgânicos e seus derivados (“acidificantes” “acidulantes” ou “ácidos alimentares”) são um dos mais importantes e usados com frequência como aditivos em alimentos e bebidas e na alimentação de animais. Exercem funções como reguladores de acidez, antioxidantes, conservantes, potenciadores de sabor e sequestrantes. Estes ácidos são geralmente ácidos fracos que atuam como tampões em soluções aquosas (QUITMANN et al., 2014).

Ácidos orgânicos específicos são usados para controlar a contaminação microbiana e dispersão de patógenos transmitidos por alimentos em toda as etapas de produção. Os mecanismos antibacterianos não são totalmente esclarecidos (RICKE, 2003).

## 2.1.4 ÁCIDO BENZÓICO E DERIVADOS

O benzoato de sódio tem aplicação em diversos alimentos, sucos de frutas naturais em ambiente ácido, refrigerantes, conservas (pickles), produtos marinhos, molhos (ESFANDIARI et al., 2013; RANDHAWA; BAHNA, 2009; WHO 2000). Embora existam vários estudos nas últimas décadas, o potencial efeito danoso à saúde provocado por esses ácidos ainda não está elucidado. O benzoato de sódio apesar de ser considerado seguro, não foi comprovado ainda que não é perigoso durante longas exposições (LENNERZ et al., 2015).

Estudos relacionam a interação dos benzoatos com o ácido ascórbico, formando benzeno, causando reações alérgicas em indivíduos com sensibilidade, hiperatividade e broncoespasmo (BATEMAN et al., 2004; RANDHAWA; BAHNA, 2009). Também se verificou a deformação em ratos e efeitos de toxicidade pela exposição do benzoato e derivados (NAIR, 2001).

## 2.1.5 ÁCIDO PROPIÔNICO E DERIVADOS

O ácido propiônico (PA) tem ação fungicida e bactericida, é um preservador eficiente no controle de *Salmonella* e outros agentes patogênicos. Possui alta propriedade bacteriostática devido à sua atividade na redução do pH tanto em alimentos, como no trato gastrointestinal, através de ação farmacológica na microflora. Controla o crescimento de microrganismos em grãos armazenados, feno, áreas de armazenamento de grãos, lixo de aves e água potável para animais. Pode ser uma alternativa ao uso de antibióticos para alimentação animal (HAQUE et al., 2009).

Além de melhorar a segurança dos alimentos e aumento de vida de prateleira, PA é utilizado em outros ramos além do alimentício, como pesticida, produção de plástico e polímeros, solventes, aromas e produtos farmacêuticos. A obtenção desse ácido é a partir do etileno e de outras fontes petroquímicas. No entanto, está crescendo a produção através da biotecnologia (fermentação), com o uso de microrganismos específicos. Essa demanda a outras fontes devido à grande demanda como conservante em alimentos e alimentação animal, especialmente em grãos (BANKAR et al., 2012; SURVASE et al., 2011).

O PA concentrado assim como outros ácidos, pode causar queimaduras. Em estudos com animais, o efeito adverso associado a pequenas concentrações a longo prazo de exposição foram, ulceração do esôfago e estômago. É considerado não tóxico, mutagênico, com efeitos cancerígenos ou reprodutivos já observados (HAQUE et al., 2009).

## 2.1.6 ÉSTERES DO ÁCIDO P-HIDROXIBENZÓICO

Os aditivos parabenos se referem ao coletivo de alquil- ou arilésteres, a cadeia varia do metil- a n-butilo, isobutilo ou benzilo) do ácido para-hidroxibenzoico (ácido 4-hidroxibenzoico, PHBA). É um composto natural encontrado em plantas, cereais, frutas, morangos, sumo de uva, extratos de levedura, cevada, vinagre, queijos, geleia real, própolis e especiarias. Tem propriedades antifúngicas e antibacterianas, são bastante usados como conservantes em alimentos, bebidas, medicamentos e produtos de higiene pessoal (AUBERT et al., 2012; CASTELAIN, CASTELAIN, 2012).

Os parabenos possuem características que são favoráveis ao seu uso, possui baixa toxicidade aguda, baixa irritação ou potencial de sensibilização, estabilidade ampla na faixa de pH, sua hidro ou lipofilicidade, que varia com o tamanho da cadeia; essas características reforçam a segurança do seu uso (CASTELAIN, CASTELAIN, 2012; SONI et al., 2001).

Os parabenos eram considerados mutagênicos, por promoverem alterações cromossômicas e alergias de contato, houve associações conflitantes relacionados à fecundidade masculina e alterações estrogênicas, relacionado ao câncer de mama em mulheres, porém não foram comprovados por estudos (AUBERT et al., 2012; CASTELAIN, CASTELAIN, 2012; TAVARES et al., 2009). CASTELAIN, CASTELAIN (2012) analisaram vários estudos de grupos europeus acerca

da relação de câncer de mama e o consumo de alimentos, cosméticos e medicamentos contendo parabenos, e concluiu-se que não existem argumentos favoráveis a essa associação.

### 2.1.7 ÁCIDO SÓRBICO E DERIVADOS

O ácido sórbico e seus derivados (sais de sódio, potássio e cálcio) são aditivos GRAS (*Generally Recognized As Safe*) e são de grande relevância. Amplamente utilizado pela indústria de alimentos, em ração animal, produtos cosméticos e farmacêuticos (FANDOS, DOMINGUEZ, 2007).

O sorbato de potássio é um dos principais conservantes e de maior utilização na indústria de alimentos, tem função de antimicrobiano, inibe com eficiência o crescimento de fungos, bactérias aeróbicas e leveduras (FANDOS, DOMINGUEZ, 2007; LIU, WANG, YOUNG, 2014). É comumente utilizado devido a sua alta solubilidade em soluções, aplicado em imersão e pulverização. A qualidade sensorial é mantida com o uso de sorbato de potássio (FANDOS, DOMINGUES, 2007).

Embora sejam considerados aditivos seguros, eficazes e menos tóxicos em comparação a outros conservantes, existem autores que ponderam o uso, indicando risco a saúde (CALEJA et al., 2016; FANDOS, DOMINGUEZ, 2007; KAMANKESH et al., 2013). Alguns casos de alergia, urticária e asma foram descritos na literatura (GOREN et al., 2015).

### 2.1.8 SULFITOS

Os agentes sulfitantes ou sulfitos que incluem o dióxido de enxofre, sais de sódio (sulfito de sódio, bisulfito de sódio ou metabissulfito de sódio) ou sais de potássio (bisul-fósforo ou metabissulfito de potássio) são usados em alta concentração na indústria na prevenção de deterioração, inibindo a fermentação de microrganismos em frutas secas, sucos de uva, vinho, melão, cebola e frutos do mar (RANDHAWA; BAHNA, 2009).

A patogenicidade ao sulfito não é totalmente esclarecida, podem existir vários mecanismos envolvidos. No estudo de Randhawa e Bahna (2009), o primeiro mecanismo provoca broncoespasmo, por inalação. O segundo, através de hipersensibilidades mediadas por IgE, através da deficiência da enzima mitocondrial, sulfite oxidase, que oxida sulfito em sulfato. Existem alguns relatos de urticária e angioedema pelo uso destes conservantes. (RANDHAWA; BAHNA, 2009; YANG et al., 2012).

## 2.2 ANTIOXIDANTES

Os antioxidantes são substâncias que retardam o aparecimento de alterações oxidativas nos alimentos, mantendo a qualidade sensorial e prolongando a vida útil dos mesmos (CAROCHO, FERREIRA, 2013). Esses compostos químicos podem ser classificados em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, agentes quelantes e antioxidantes mistos (DECKER, 2002; OETTERER, DÁRCE, SPOTO, 2006).

Os antioxidantes primários compreendem os compostos fenólicos que atuam na remoção ou inativação dos radicais livres formados durante as etapas de iniciação ou propagação da reação de oxidação, doando átomos de hidrogênio e interrompendo a reação em cadeia. Os principais representantes desse grupo são polifenóis, sintéticos como butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT), terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e propil galato (PG), e tocoferóis, que são naturais. Sendo que os tocoferóis podem ser classificados como antioxidantes biológicos (RAMALHO, JORGE, 2006b; DOMINGOS et al., 2009).

Os sinergistas são substâncias que apresentam pouca ou nenhuma atividade antioxidante e possibilitam o aumento da atividade dos antioxidantes primários quando usados em combinação adequada com eles. Alguns antioxidantes primários podem atuar sinergicamente quando usados em combinação. Os removedores de oxigênio retiram o oxigênio do meio para evitar a propagação da autooxidação através de reações químicas estáveis; dentre eles tem-se o ácido ascórbico, seus

isômeros e seus derivados. O ácido ascórbico pode atuar também como sinergista na regeneração de antioxidantes primários (ANTONIASI, 2001; ARAÚJO, 2008).

Os antioxidantes biológicos são substâncias que removem oxigênio ou compostos altamente reativos e incluem várias enzimas, como glicose oxidase, superóxido dismutase e catalases. Os agentes quelantes complexam íons metálicos como cobre e ferro que catalisam a oxidação lipídica, pela presença de um par de elétrons não compartilhado na sua estrutura molecular. Os mais comuns são ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais de ácido etileno diamino tetra acético (EDTA). Por fim, os antioxidantes mistos incluem compostos de plantas e animais amplamente estudados como antioxidantes em alimentos. Entre eles estão várias proteínas hidrolisadas, flavonóides e derivados de ácido cinâmico (ácido caféico) (BAINES, SEAL, 2012)

Alguns requisitos devem ser atendidos para aplicação de um antioxidante como, por exemplo, ser compatível com o substrato, ser eficaz em baixa concentração, não conferir odor ou sabor estranho ao produto, manter eficácia durante o período de processamento do produto, estabilidade durante o processo de aquecimento e facilidade de incorporação no alimento. Além desses fatores devem-se considerar também a legislação vigente e os custos envolvidos (RAMALHO, JORGE, 2006a).

Os antioxidantes usados na indústria de alimentos podem ser de origem natural como os tocoferóis, ácido ascórbico, os carotenóides e os compostos fenólicos, ou de origem sintética como o butilato de hidroxitolueno (BHT), butilato de hidroxianisol (BHA), tercbutil-hidroquinona (TBHQ) e o propil galato (PG) (BREWER, 2011). É importante destacar que o emprego de antioxidantes sintéticos tem sido questionado quanto à inocuidade, sugerindo a possibilidade de toxicidade (BAUER et al., 2001), os estudos buscam, cada vez mais, a utilização de compostos naturais com propriedade antioxidante. (MELO, GUERRA, 2002, NORMA et al., 2017).

## 2.2.1 ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS

De um modo geral, os antioxidantes sintéticos são amplamente utilizados como aditivos alimentares para prevenir ou retardar a oxidação lipídica. Os mais utilizados e permitidos pela legislação brasileira para uso em alimentos são butilato de hidroxitolueno (BHT), butilato de hidroxianisol (BHA), tercbutil-hidroquinona (TBHQ) e o propil galato (PG), principalmente em óleos e gorduras (TAKEMOTO, FILHO, GODOY, 2009). São estruturas fenólicas que permitem a doação de um próton a um radical livre, regenerando a molécula do acilglicerol e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres. Assim, os derivados fenólicos são transformados em radicais livres podendo se estabilizar sem promover ou propagar reações de oxidação (MARTINEZ-TOME et al., 2001).

O BHA possui maior efetividade na supressão da oxidação em gorduras animais, quando comparada nos óleos vegetais. Essa eficiência é ainda limitada em óleos insaturados de vegetais ou sementes. Em temperaturas elevadas, apresenta pouca estabilidade, sendo efetivo no controle de oxidação de ácidos graxos de cadeia curta, presentes em óleo de coco e palma. É insolúvel em água e utilizado sinergicamente com o BHT e PG pela indústria.

O BHT é menos efetivo pela presença de dois grupos butil, levando a maior impedimento estérico que o BHA, porém, suas propriedades são similares. Vaporiza fácil a altas temperaturas, é insolúvel em água e tanto o BHA e BHT podem conferir odor em alimentos quando aplicados em condição de fritura, por longo período. O BHA e o BHT são sinergistas entre si. O BHA age sequestrando radicais peróxidos, enquanto o BHT age como sinergista, ou regenerador de radicais BHA (SANHUEZA, NIETO, VALENZUELA; BERA, LAHIRI, NAG, 2006; ARAÚJO, 2008, CAMARGO et al., 2012).

O TBHQ apresenta custo alto, sendo o mais efetivo na estabilização de óleos e gorduras, principalmente óleos vegetais polinsaturados. Ele é um pó cristalino branco e brilhoso, ligeiramente solúvel em água e moderadamente solúvel em óleos e gorduras. O TBHQ não se complexa com

íons de cobre e ferro, resiste ao calor e é considerado o melhor antioxidante para óleos de fritura. Os estudos têm demonstrado a possibilidade destes antioxidantes apresentarem efeito carcinogênico e citotóxicos, mas os resultados são controversos, limitando seu uso. No Brasil, o uso destes antioxidantes é controlado pelo Ministério da Saúde que limita 200 mg/kg para BHA e TBHQ e 100 mg/g para BHT como concentrações máximas permitidas (ARAÚJO, 2008; ESKANDANI, HAMISHEHKAR, DOLATABADI, 2014).

O PG é um éster do 3,4,5 ácido triidroxibenzóico, tem uma concentração ótima de atividade como antioxidante, e quando usado em níveis elevados, pode atuar como pró-oxidante. É usado para evitar a rancidez nos produtos à base de carne, sendo bastante efetivo na estabilização de óleos e gorduras. Atua sinergisticamente com o TBHQ e BHA. Apresenta uma relativa solubilidade em água e pouca resistência ao aquecimento, além de formar complexos de coloração violeta com íon ferro, necessitando de agentes complexantes como o ácido cítrico, por exemplo (ARAÚJO, 2008).

A volatilidade e facilidade de decomposição em altas temperaturas bem como os riscos associados ao consumo crônico, principalmente potencial carcinogênico, são as principais desvantagens dos compostos sintéticos (SAITO, SAKAGAMI, FUJISAWA, 2003; DOMINGOS et al., 2007). Por isso, existe uma crescente preocupação para a redução do uso de antioxidantes sintéticos em alimentos ou sua substituição pelas formas naturais.

## 2.2.2 ANTIOXIDANTES NATURAIS

Os antioxidantes naturais abrangem uma gama de moléculas presentes nos alimentos capazes de reduzir a velocidade das reações de oxidação dos compostos lipídicos presentes em determinado produto (WANG, 2001; CAROCHO et al., 2015). Entre os antioxidantes naturais mais utilizados destacam-se os tocoferóis, ácidos fenólicos e extratos de plantas como alecrim e sálvia (KARPINKSA, BOROWSKI, DANOWSKA-OZIEWICZ, 2001; LORENZO et al., 2018).

O tocoferol é um dos principais antioxidantes naturais usados na inibição da oxidação dos óleos e gorduras e prevenção da oxidação dos ácidos graxos insaturados. Sua atividade antioxidante se deve a capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos aos radicais livres lipídicos interrompendo a propagação em cadeia. A legislação brasileira permite a adição de 300 mg/kg de tocoferóis em óleos e gorduras, com função de antioxidante. Estão presentes naturalmente em alguns pescados e na maioria dos óleos vegetais, porém são eliminados com o processo de refino e desodorização. São divididos em  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol,  $\gamma$ -tocoferol e  $\delta$ -tocoferol) conforme a localização dos grupos metila no anel, sendo que o isômero delta possui a maior atividade antioxidante para gorduras, seguido pelo gama e beta. O alfa-tocoferol é conhecido como vitamina E (HUSSAIN et al., 2013; CAROCHO, MORALES, FERREIRA, 2015).

Os compostos fenólicos, considerados os mais relevantes compostos utilizados como conservantes, têm alta ação antioxidante e são usados no controle das reações oxidativas (BALASUNDRAM, SUNDRAM, SAMMAN, 2006; TANASE et al., 2015). São resultados dos metabólitos secundários de plantas em resposta às condições de estresse, como radiação UV, patógenos e parasitas, poluição e exposição a temperaturas elevadas. Encontrados principalmente em frutas, vegetais, raízes, folhas e sementes, originam-se através de duas vias metabólicas: a via do ácido chiquímico onde, principalmente, fenilpropanóides são formados e a via do ácido acético, nos quais os principais produtos são fenóis simples. Eles são encontrados como ésteres, ésteres metílicos ou glicosídeos, em vez de compostos livres, e estão principalmente presentes como conjugados com mono e polissacarídeos, ligados a um ou mais dos grupos fenólicos. Abrangem um grupo de compostos químicos extenso e diversificado com estruturas heterogêneas e pode ser classificado de diferentes maneiras (TOMÁS-BARBERÁN, ESPÍN, 2001; DEGÁSPARI, WASZCZYNSKYJ, 2004; NACZK, SHAHIDI, 2006). Os polifenóis são usados nas indústrias de peixe e carne, apresentam atividade antioxidante como compostos puros incorporados nos



alimentos, enquanto outros dependem de sinergismo para realizar os efeitos protetores (MAQSOOD, BENJAKUL, SHAHIDI 2013).

O ácido ascórbico, conhecido como vitamina C, apresenta mecanismo responsável pelo sequestro das espécies reativas de oxigênio e posterior doação de elétrons aos mesmos, formando compostos menos reativos. Remove o oxigênio do meio através de reações químicas estáveis, tornando-o indisponível para atuar como propagador da autoxidação. É um eficiente antioxidante e um dos mais utilizados nas indústrias de carnes, bebidas, peixes e pães. Além disso, o ácido ascórbico está envolvido na regeneração do  $\alpha$ -tocoferol, atuando indiretamente na proteção contra a lipoperoxidação (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; CERQUEIRA et al., 2007). O alecrim apresenta capacidade antioxidante atribuída à presença de compostos fenólicos, voláteis e não voláteis, como os flavonóides, os ácidos fenólicos e os diterpenos fenólicos, tais como o ácido carnósico e o carnosol (hidrofóbicos) e o ácido rosmarínico e o rosmanol (hidrofilicos) sendo que a maior parte desta atividade é atribuída aos compostos hidrofóbicos, principalmente ao ácido carnósico (JUSTO et al., 2008).

### 3 CONCLUSÃO

De acordo com os estudos avaliados, observa-se que a utilização de aditivos em alimentos tornou-se praticamente indispensável. Os aditivos conservadores possuem funções importantes na manutenção da vida útil dos alimentos.

Entretanto, é possível verificar os riscos associados ao consumo de alimentos que apresentem esses aditivos, visto os efeitos adversos a curto ou longo prazo com danos sobre a saúde humana que vão desde uma simples alergia até doenças crônicas ou oncológicas. Devido a esses fatores, é importante que as indústrias alimentícias tenham a preocupação de utilizá-los dentro dos limites propostos pela legislação vigente e cada vez mais possibilite a substituição pelos compostos naturais.

### FOOD PRESERVATION BY USE OF ADDITIVES: A REVIEW

#### ABSTRACT

Since ancient times, various techniques for food preservation have been used by mankind to preserve the characteristics of food due to the need to survive long periods of scarcity. However, the use of chemical additives such as preservatives is essential to meet market demand when food cannot be subjected to the application of traditional preservation methods. The objective of the study is to carry out a bibliographical review regarding the use of additives in food preservation, conservatives and antioxidants. The studies analyzed were selected from the following databases: Scielo, Lilacs, Bireme, Pubmed, published in the period from 2000 to 2019. Books of the area of Nutrition and Food Technology were also used as research sources considered relevant in relation to the studied subject. The results demonstrate the importance, application and mechanism of action of the most used preservatives in the food industry, as well as the risks associated with consumption, safety and toxicity. It can be concluded that the use of additives in food has become almost indispensable. Conservative additives play important roles in maintaining the shelf life of food. However, it is possible to verify that they can cause adverse effects in the short or long term, so it is necessary to use them within limits.

**Keywords:** Food additives, Preservatives, Antioxidants

## REFERÊNCIAS

1. ANDREO, D., JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B. CEPPA**, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
2. ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim CEPPA**, v.19, n.2, 2001.
3. ARAÚJO, J.M.A. Química de Alimentos: teoria e prática. 4ed. Viçosa:UFV, 596p. 2008.
4. AUBERT, N.; AMELLER, T; LEGRAND, J. Systemic exposure to parabens: pharmacokinetics, tissue distribution, excretion balance and plasma metabolites of [14C]-methyl-, propyl- and butylparaben in rats after oral, topical or subcutaneous administration. **Food Chem Toxicol.**, v.50, p.445–54, 2012.
5. AUN, M V.; MAFRA, C.; PHILIPPI, J. C. ; KALIL, J.; AGONDI, R. C.; MOTTA, A. A. Aditivos em alimentos. **Rev. bras. alerg. imunopatol.**, v. 34, n.5, p.177-186, 2011.
6. BANKAR, S.B.; SURVASE, S.A.; SINGHAL, R.S.; GRANSTRÖM, T. Continuous two stage acetone–butanol–ethanol fermentation with integrated solvent removal using *Clostridium acetobutylicum* B 5313. **Bioresour. Technol.** v.106, p.110–116, 2012.
7. BAINES, D., SEAL, R. Natural food additives, ingredients and flavourings. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2012, p.488.
8. BALASUNDRAM, K., SUNDRAM, K., SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by products: antioxidant activity occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v.99. n.1, p.191-203, 2006.
9. BATEMAN, B.; WARNER, J.O.; HUTCHINSON, E.; DEAN, T.; ROWLANDSON, P.; GANT, C.; GRUNDY, J.; FITZGERALD, C.; STEVENSON, J. The effects of a double blind, placebo controlled, artificial food colourings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in a general population sample of preschool children. **Arch Dis Child.**, v.89, p.506–511, 2014.
10. BAUER, A.K., DWYER-NIELD, L., HANKIN, J.A et al. The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. **Toxicology**, v.169, n.1, p.1-15, 2001.
11. BEDALE, W., SINDELAR, J.J., MILKOWSKI, A.L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**, v.120, p.85-92, 2016.
12. BERA, D., LAHIRI, D., NAG, A. Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. **J Food Eng.**, v. 74, p.542–545, 2006.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência nacional de vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico para Aditivos Alimentares. Portaria nº 540, SVS/MS, de 27 de outubro de 1997. **Diário Oficial da União**, de 28 de out. de 1997.
14. BREWER, M. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.10, n.4, p. 221-247, 2011.
15. CAROCHO, M., FERREIRA, I. C. F. R. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. **Food and Chemical Toxicology**, v.51, p.15-25, 2013.
16. CAROCHO, M.; BARREIRO, M.F.; MORALES, P.; FERREIRA, I.C.F.R. Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v.13, n.4, p. 377–399, 2014.
17. CAROCHO, M., MORALES, P., FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: Quo vadis? **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, p.284–295, 2015.
18. CALEJA, C.; BARROS, L.; ANTONIO, A.L.; CAROCHO, M.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; FERREIRA, I.C.F.R. Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. **Food Chemistry**. v.210, p.262–268, 2016.
19. CASTELAIN, F.; CASTELAIN M. Parabens: a real hazard or a scare story?. **Eur J Dermatol.**, v.22, p.723,–27, 2012.
20. CERQUEIRA, F. M., MEDEIROS, M. H. G., AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.
21. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Procedural Manual. 9 ed. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. <http://www.codexalimentarius.org/standards/gsfa/>. Acesso em julho, 2020.
22. COUNCIL REGULATION (EC) 1333/2008 of 16 December 2008 on food additives. 2008. OJ L354/16.
23. DECKER, E.A. Antioxidant mechanisms. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 2002. p.517-42.
24. DEGÁSPARI, C.H., WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos antioxidant properties of phenolic compounds. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

25. DOMINGOS, A.K., SAAD, E.B., VECHIATTO, W.W.D et al. The influence of BHA, BHT, and TBHQ on the oxidation stability of soybean oil ethyl esters (biodiesel). **J. Braz. Chem. Soc.** v.18, n.2, 2007.
26. DUARTE-ALMEIDA, J. M., SANTOS, R. J., GENOVESE, M. I., LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.
27. ESFANDIARI, Z.; BADIEY, M.; MAHMOODIAN, P.; SARHANGPOUR, R.; YAZDANI, E.; MIRLOHI, M. Simultaneous Determination of Preservatives in Dairy Products by HPLC and Chemometric Analysis. **Iran J Public Health.**, v.42, n.8, p.915-920, 2013.
28. ESKANDANI, M., HAMISHEHKAR, H., DOLATABADI, J.E.N. Cytotoxicity and DNA damage properties of tert-butylhydroquinone (TBHQ) food additive. **Analytical Methods** Cytotoxicity and DNA damage properties of tert-butylhydroquinone(TBHQ) food additive. **Food Chemistry.**, v. 153, p. 315–320, 2014.
29. Food Additives (2008). Health Canada. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/index-eng.php>. Acesso em julho, 2020.
30. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Evaluation of certain food additives. Geneva, 1974. p. 1-37. (Technical Report Series, 557).
31. GASSARA, F.; KOUASSI, A.P.; BRAR, S.K.; BELKACEMI, K. Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products-A Review. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v.56, n.13, p. 2133-48, 2016.
32. GONZÁLEZ-FANDOS, E; DOMINGUEZ, J.L. Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. **Food Control.**, v.18, p. 842-846, 2007.
33. HAQUE, M.N.; CHOWDHURY, R.; ISLAM, K.M.S.; AKBAR, M.A. Propionic acid is an alternative to antibiotics in poultry diet. **J Anim Sci.**, v. 38, p.115–122, 2009.
34. HENDRICH, Q.; RONG, F.; PETER, C. Acidic Organic Compounds in Beverage, Food, and Feed Production. **Adv Biochem Eng Biotechnol.** n.143, p.91–141, 2014.
35. HONIKEL, K.O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Sci.** v.78, p. 68–76, 2008.
36. HUSSAI, N., IRSHAD, F., JABEEN, Z., SHAMSI, I.H., Li, Z., JIANG, L. Biosynthesis, structural, and functional attributes of tocopherol in plants; Past, present, and future perspectives. **J Agric Food Chem.**, v.61, p.6137–49, 2013.
37. JUSTO, O. R., MORAES, A.M., BARRETO, G. P. M et al. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**, v.31, n.7, p.1699-705, 2008.
38. KALAYCIOĞLU, Z., ERIM, F. B. Nitrate and Nitrites in Foods: Worldwide Regional Distribution in View of Their Risks and Benefits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 26, p.7205-7222, 2019
39. KAMANKESH, M.; MOHAMMADI, A.; TEHRANI, Z.M.; FERDOWSI, R.; HOSSEINI, H. Dispersive liquid–liquid microextraction followed by high-performance liquid chromatography for determination of benzoate and sorbate in yogurt drinks and method optimization by central composite design. **Talanta**, v.109, p.46–51, 2013.
40. KARPINKSA, M., BOROWSKI, M., DANOWSKA-OZIEWICZ. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. **Food Chemistry**, v.72, p.5-9,2001.
41. KOBAYASHI, J. Effect of diet and gut environment on the gastrointestinal formation of N-nitroso compounds: A review. **Nitric Oxide**, v.28, n.73, p.66-73, 2018.
42. LENNERZ, B. S.; VAFAI, S. B.; DELANEY, N. F.; CLISH, C. B.; DEIK, A. A.; PIERCE, K. A., et al. Effects of sodium benzoate, a widely used food preservative, on glucose homeostasis and metabolic profiles in humans. **Molecular Genetics and Metabolism**, v.114, p.73-79, 2015.
43. LIU, K.; WANG, X.; YOUNG, M. Effect of bentonite/potassium sorbate coatings on the quality of mangos in storage at ambient temperature. **Journal of Food Engineering**. v.137, p.16–22, 2014.
44. LORENZO, J. M., PATEIRO, M., DOMINGUEZ, R.; BARBA, F.J., PUTNIK, P., KOVACEVIC, D.B., SHPIGELMAN, A., GRANATO, D., FRANCO, D. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**, v. 106, p. 1095-1104, 2018.
45. MAJOU, D., CHRISTIEANS, S. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. **Meat Science**, v.145, p.273-284, 2018.
46. MAQSOOD, S., BENJAKUL, S., SHAHIDI, F. Emerging role of phenolic compounds as natural additives in fish and fish products. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v.53, p.162–79, 2013.
47. MARTINEZ-TOME, M., JIMÉNEZ, A.M., RUGGIERI, S et al. Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 9, p. 1412-1419, 2001.
48. MELO, E.A., GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologias de Alimentos**, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

49. NAIR, B. Final report on the safety assessment of benzyl alcohol, benzoic acid and sodium benzoate. **Intl J Toxicol.**, v.20, p.23–50, 2001.
50. OETTERER, M.; DÁRCE, M.; SPOTO, M. Antioxidantes. In: OETTERER, Marília; DÁRCE, Marisa; SPOTO, Marta. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri-SP: Manole, 2006.
51. OLIVO, R. Novas considerações científicas sobre nitratos e nitritos. **CarneTec, Marketing & Technology Group Inc**, v. 25, n.2, p.34-38, 2018.
52. RAMALHO, V.C., JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p.755-760, 2006a.
53. RAMALHO, V.C., JORGE, N. Atividade antioxidante de  $\alpha$ -tocoferol e do extrato de alecrim em óleo de soja purificado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 65, p.15-20, 2006b.
54. RANDHAWA, S.; BAHNA, S. L. Hypersensitivity reactions to food additives. **Curr Opin Allergy ClinImmunol**; v.9, p.278-83, 2009.
55. RAPOSA, B.; P'ONUSZ, R.; GERENCSÉR, G.; BUDÁN, F.; GYÖNGYI, Z.; TIBOLD, A.; HEGYI, D.; KISS, I.; KOLLER, Á., VARJAS, T. Food additives: Sodium benzoate, potassium sorbate, azorubine, and tartrazine modify the expression of NF $\kappa$ B, GADD45 $\alpha$ , and MAPK8 genes. **Physiology International**, v.103, n.3, p. 334–343, 2016.
56. RICKE, S.C. Perspectives on the Use of Organic Acids and Short Chain Fatty Acids as Antimicrobials. **Poultry Science**. v.82, p.632–639, 2003.
57. SAITO, M., SAKAGAMI, H., FUJISAWA, S. Cytotoxicity and apoptosis induction by butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). **Anticancer Res.**, v. 23, p.4693–4701, 2003.
58. SALTMARSH, M. Essential guide to food additives (4th ed.). Cambridge, UK: RSC Publishing. 2013.
59. SANHUEZA, J., NIETO, S., VALENZUELA, A. Thermal Stability of Some Commercial Synthetic Antioxidants. **JAOCS**, v. 77, n. 9, 2000.
60. SANTOS-SANCHEZ, N.F., SALAS-CORONADO, R., VALADEZ-BLANCO R., HERNÁNDEZ-CARLOS, B., GUADARRAMA-MENDOZA P. C. Natural antioxidant extracts as food preservatives. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 16, n. 4, p. 361 370, 2017.
61. SILVA, E.R.; WANDERLEY, R.O.S.; MACHADO, A. V.; COSTA, R.O. Tecnologia de Conservação dos Alimentos pelo Uso de Aditivos Químicos. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v.4, n.1, p.10-14, Jan-Dez, 2014.
62. SONI, M.G.; BURDOCK, G.A.; TAYLOR, S.L.; GREENBERG, N.A. Safety assessment of propyl paraben: a review of the published literature. **Food Chem. Toxicol.**, v.39, p.513–532, 2001.
63. SURVASE, S.A.; SKLAVOUNOS, E.; JURGENS, G.; VAN HEININGEN, A.; GRANSTRÖM, T. Continuous acetone–butanol–ethanol fermentation using SO<sub>2</sub>–ethanol–water spent liquor from spruce. **Bioresour. Technol.**, v.102, n.23, p.10996–11002, 2011.
64. TAJKARIMI, M.M.; IBRAHIM, S.A.; CLIVER, D.O. Antimicrobial herb and spice compounds in food. **Food Control**. v.21, p.1199–218, 2010.
65. TANASE, C., BARA, C.I., POPA, V.I. Cytogenetical effect of some polyphenol compounds separated from industrial by-products on maize (*Zea Mays* L.) plants. **Cellulose Chemistry and Technology**, v.49, p.799-805, 2015.
66. TAKEMOTO, E., FILHO, J.T., GODOY, H.T. Validação de metodologia para a determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Quim. Nova**, v.32, n.5, p.1189-1194, 2009.
67. TOMÁS-BARBERÁN, F.A., ESPÍN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **J. Sci. Food Agric**, v.81, p. 853–876, 2001.
68. U.S EPA (2006). Toxicity and Exposure Assessment for Children's Health. [http://www.epa.gov/teach/chem\\_summ/Nitrates\\_summary.pdf](http://www.epa.gov/teach/chem_summ/Nitrates_summary.pdf). Acesso em julho, 2020.
69. VASAVADA, M.N.; CORNFORTH, D.P. Evaluation of milk mineral antioxidant activity in meat balls and nitrite-cured sausage. **J. Food Sci**. v.70, p.250–253, 2005.
70. WHO/World Health Organization. 2000. Concise International Chemical Assessment Document. Benzoic acid and sodium benzoate. Available from: [http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26\\_rev\\_1.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf). Acesso em julho, 2020.
71. YANG, B.; BHATTACHARYYA, S.; LINHARDT, R.; TOBACMAN, J. Exposure to common food additive carrageenan leads to reduced sulfatase activity and increase in sulphated glycosaminoglycans in human epithelial cells. **Biochimie**. v.94, p.1309–16, 2012.
72. NACZK, M., SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **J. Pharm. Biomed**, v. 41, p.1523–1542, 2006.
73. ZHENG, W., WANG, S. Antioxidant activity and phenolic composition in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.