

O USO DE EMBALAGENS CARTONADAS NO ENVASE ASSÉPTICO DE ALIMENTOS E BEBIDAS: UMA REVISÃO NARRATIVA

THE USE OF CARTON PACKAGING IN THE ASEPTIC PACKAGING OF FOOD AND BEVERAGES: A NARRATIVE REVIEW

Carolina Vieira de Mello Barros Pimentel^{1,2}

Faculdade de Medicina da USP, Instituto de Psiquiatria, ambulatório PROMEV, São Paulo, SP, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-3964-3647>

carolina.pimentel@hc.fm.usp.br

Ana Paula Gines Geraldo²

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Nutrição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-9716-601X>

ana.paula.geraldo@ufsc.br

¹Participação ativa na elaboração da discussão dos resultados

²Revisão e aprovação da versão final do trabalho

Recebido: 20/09/2023. Parecer: 08/01/2024. Corrigido: 29/01/2024. Aprovado: 31/01/2024.

Publicado: 26/02/2024



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

RESUMO

A embalagem constitui um importante componente para a preservação de alimentos. Um dos avanços mais notáveis na tecnologia de alimentos foi o método de envase asséptico, criado para atender à necessidade de prolongar a vida útil dos alimentos, otimizar a qualidade do produto e reduzir custos. A embalagem cartonada pode ser utilizada no envase asséptico e está presente em diversos mercados, como o de lácteos, sucos, e até alimentos sólidos, como vegetais e grãos. O presente trabalho fez uma revisão narrativa da literatura científica com informações de estudos disponíveis sobre o uso da embalagem cartonada no envase asséptico de alimentos e bebidas, com ênfase nos aspectos nutricionais, sensoriais e de sustentabilidade. As embalagens cartonadas são

consideradas seguras e não foram identificados na literatura problemas de saúde associados a elas. O alumínio presente nas embalagens não possui proximidade direta com o alimento, pois existe uma camada interna de polietileno de baixa densidade que entra em contato com o produto. O envase asséptico em embalagens cartonadas não possui impacto negativo na qualidade nutricional dos produtos e as tecnologias disponíveis são capazes de preservar as características sensoriais dos mesmos. O envase em embalagens que atuam como uma barreira à luz e oxigênio, como a embalagem cartonada, pode representar uma boa alternativa para redução de alterações físico-químicas em alimentos. Alguns obstáculos ainda dificultam a reciclagem completa das embalagens cartonadas, no entanto, esforços e

investimentos vêm sendo empregados para encontrar novas soluções.

Palavras-chave: Embalagem de alimentos. Valor nutricional. Reciclagem.

ABSTRACT

Packaging is an important component for food preservation. One of the most notable advances in food technology has been the aseptic filling method, created to meet the need to extend the shelf life of food, optimize product quality and reduce costs. Carton packaging can be used in aseptic packaging and is present in several markets, such as dairy products, juices, and even solid foods, such as vegetables and grains. The present work carried out a narrative review of the scientific literature with information from available studies on the use of carton packaging in the aseptic packaging of food and beverages, with an emphasis on nutritional, sensory and sustainability aspects. Carton packaging is considered safe and no health problems associated with it have been identified in the literature. The aluminum present in the packaging is not directly close to the food, as there is an internal layer of low-density polyethylene that comes into contact with the product. Aseptic packaging in carton packaging does not have a negative impact on the nutritional quality of products and the available technologies are capable of preserving their sensory characteristics. Filling in packaging that acts as a barrier to light and oxygen, such as carton packaging, can represent a good alternative for reducing physical-chemical changes in food. Some obstacles still make it difficult to completely recycle carton packaging, however, efforts and investments have been made to find new solutions.

Keywords: Food packaging. Nutritive value. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

Por muitos séculos, os alimentos têm sido submetidos a tratamentos

térmicos com o objetivo de alterar e conservar as características sensoriais e nutricionais dos alimentos (LANDEN *et al.*, 2007). Um dos avanços mais notáveis na tecnologia de alimentos foi o método de envase asséptico, criado para atender à necessidade de prolongar a vida útil dos alimentos, otimizar a qualidade do produto e reduzir custos. Essa tecnologia foi projetada para esterilizar o material da embalagem, envasar o produto estéril na embalagem em um ambiente estéril e selar hermeticamente (ZEKI, 2013).

A embalagem surgiu como um importante componente para a preservação de alimentos, ao atuar como uma barreira a contaminações químicas, físicas e microbiológicas que possam colocar em risco a saúde do consumidor (JORGE, 2013). Ao longo da história, a evolução do processamento e embalagem de alimentos levou ao aumento constante da qualidade e segurança alimentar, melhorando a qualidade de vida humana (KAAVYA *et al.*, 2021). Além disso, ela desempenha um papel crucial na sociedade humana como um componente fundamental da cadeia de abastecimento alimentar (TRAJKOVSKA *et al.*, 2021).

Para isso, a embalagem deve ser composta por materiais e substâncias que não migrem para o produto em quantidades que representem riscos à segurança dos consumidores ou que possam alterar suas características

sensoriais (JORGE, 2013). Alguns materiais comuns usados em embalagens de alimentos são plásticos, papel, vidro e metais (ALAMRI *et al.*, 2021). A embalagem cartonada pode ser utilizada no envase asséptico e está presente em diversos mercados, como o de lácteos, sucos e até alimentos sólidos, como vegetais e grãos. O mercado de bebidas proteicas tem sido apontado como promissor para o setor de embalagens cartonadas, pela possibilidade de oferecer um produto prático e de fácil manuseio e consumo (TETRA PAK, 2023).

O presente trabalho fez uma revisão da literatura científica sobre o uso da embalagem cartonada no envase asséptico de alimentos e bebidas, com ênfase nos aspectos nutricionais, sensoriais e de reciclagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão narrativa da literatura incluiu informações de estudos disponíveis na literatura científica sobre o uso da embalagem cartonada no envase asséptico, com enfoque sobre os impactos no valor nutricional, características sensoriais dos alimentos e reciclagem destas embalagens.

Os termos utilizados para a busca na literatura foram “Tetra Pak®”, “recycling”, “sustainability”, “packaging”, “aseptic”, “sensorial analysis” e “nutritional value”, em inglês e em português.

Restrições relacionadas a datas ou outros filtros de pesquisa não foram usados. As combinações foram adaptadas para usar termos mais gerais ou mais específicos com base nas limitações de cada base de dados. O levantamento bibliográfico utilizou as bases Scielo, Web of Science, Science Direct, Scopus, e Pubmed, no mês de maio de 2023. Os estudos selecionados foram lidos e analisados criteriosamente em texto completo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tecnologia asséptica: um marco na história da alimentação

A França foi o local onde ocorreu a invenção do tratamento térmico de alta temperatura e do envase em latas como método de preservação de alimentos, no início do século XIX. Naquela época, por volta de 1839, recipientes de aço com revestimento de estanho eram comumente utilizados. Posteriormente, nos anos 1960, aproveitando os avanços tecnológicos na conservação de alimentos, a empresa Tetra Pak® introduziu seu próprio processo contínuo de tratamento térmico de ultra-alta temperatura (UHT) e sistemas de embalagem asséptica, impulsionando o crescimento do setor de leite UHT (TETRA PAK, [s.d.]).

O processamento UHT de alimentos é, na maioria das vezes, uma combinação de tratamento térmico com

embalagem asséptica, que proporciona prazo de validade a um produto alimentício com danos químicos mínimos em comparação com produtos alimentícios esterilizados em outros tipos de embalagem (DEETH; LEWIS, 2017).

O envase asséptico é o processo pelo qual os microrganismos são impedidos de entrar em uma embalagem durante e após a etapa de embalagem. Durante o processamento asséptico, uma embalagem esterilizada é preenchida com um produto alimentício comercialmente estéril e selada dentro dos limites de um ambiente higiênico (USDA, 2022).

O Consenso da Associação Brasileira de Nutrologia e da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição sobre o consumo de leite de vaca pelo ser humano enfatiza que o leite UHT passa por um processo altamente seguro e validado desde meados do século 20 e que esse processo é importante para a manutenção da qualidade do leite e de sua segurança microbiológica, resultando em um leite microbiológica e nutricionalmente seguro (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 2023).

O uso de aditivos alimentares na produção do leite UHT é regulamentado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária. Segundo a Portaria nº 370, é permitido o uso de alguns estabilizantes, que possibilitam a manutenção da homogeneidade do alimento. No entanto, é vedada a utilização de conservantes (BRASIL, 1997).

Uso da embalagem cartonada no envase asséptico

A embalagem cartonada é um tipo contemporâneo de embalagem amplamente utilizado em todo o mundo para produtos embalados assepticamente (EKERE *et al.*, 2022).

São formadas por seis camadas, compostas por três matérias-primas, constituídas por papel cartão (75%), polietileno (PE) (20%) e alumínio (Al) (5% em peso) (Tabela 1). As camadas internas de PE impermeabilizam a embalagem e evitam o contato do Al com o alimento, e a camada de Al impede a penetração de ar, luz e micro-organismos, garantindo a preservação do conteúdo alimentar (MA, 2018).

Tabela 1 - Materiais que compõem uma embalagem cartonada e suas funções.

Material	Nº de camadas	Função
Papel Cartão	1	Resistência mecânica e estabilidade.
Polietileno	4	Proteção contra a umidade externa e permitem que o papel-cartão grude na folha de alumínio.
Alumínio	1	Proteção contra o oxigênio e a luz.

Fonte: TETRA PAK, [s.d.]b.

A camada em contato direto com os alimentos é, frequentemente, feita de um material plástico. Essa camada, portanto, está sujeita aos regulamentos que regem os materiais plásticos. Já as camadas que não têm contato direto com os alimentos devem estar em conformidade com regulamentos específicos para cada material ou garantir que não ocorra migração de substâncias em quantidades que representem riscos para a saúde (ANVISA, 2020).

As embalagens cartonadas são consideradas seguras e não apresentam problemas de saúde associados a elas. O alumínio presente nas embalagens não possui proximidade direta com o alimento, pois existe uma camada interna de polietileno de baixa densidade, um material aprovado pela Food and Drug Administration, que entra em contato com o produto. Experimentos já conduzidos comprovaram que nenhum polietileno é liberado para o alimento e que não há vazamento de alumínio ou componentes de alumínio através da camada de polietileno (USDA, 2022).

O papel da embalagem cartonada na preservação das características físico-químicas, sensoriais e no valor nutricional em alimentos e bebidas submetidos ao envase asséptico.

Uma das preocupações que o consumidor pode ter em relação ao envase

asséptico é sobre a preservação do valor nutricional, como vitaminas e proteínas, dos alimentos. Por esse motivo, alguns estudos científicos já foram realizados para esclarecer essa questão. Durante o processamento do leite, por exemplo, o aquecimento pode causar desdobramento de proteínas, exposição a grupos hidrofóbicos, agregação e floculação. Todas essas mudanças podem ter um impacto na qualidade do leite (QI *et al.*, 2015).

A sedimentação é uma questão significativa observada no leite UHT, caracterizada pela deposição de uma substância compacta no fundo do recipiente. Os sinais de deterioração mais comuns do leite UHT que causam reclamações dos consumidores e recalls de produtos com altos custos econômicos são sedimentação, gelificação e separação de gordura. No entanto, abordagens tecnológicas de processamento podem ser implementadas para estender a estabilidade de armazenamento do leite UHT (KRISHNA *et al.*, 2021).

Uma técnica essencial para alcançar reduzir as alterações observadas em leite UHT é através de uma homogeneização eficiente. Esse procedimento emulsiona as partículas de gordura presentes no leite, permitindo assim a preservação prolongada do sabor, estabilidade e textura do produto embalado. Quanto mais eficiente for o

processo de homogeneização, maior será a durabilidade do leite e o seu valor no mercado (TETRA PAK, [s.d.]).

Evidências apontam que as proteínas presentes no leite UHT passam por alterações durante o processamento e o armazenamento. As altas temperaturas utilizadas têm pouco impacto nas caseínas, enquanto as proteínas do soro são mais suscetíveis à desnaturação térmica, sendo essa suscetibilidade influenciada pela estrutura química das proteínas. Embora a proteólise seja observada em muitos produtos UHT, é possível minimizá-la ou evitá-la por meio de uma seleção cuidadosa da qualidade do leite cru e do controle das condições de processamento. O ajuste das condições de temperatura e tempo no processo UHT é empregado para reduzir os processos de proteólise. Por exemplo, aumentar a temperatura de 145 °C para 150 °C durante quatro segundos reduz a proteólise e também diminui o sabor amargo do leite UHT (KRISHNA *et al.*, 2021).

Apesar de representar apenas 5% da composição da embalagem, o alumínio desempenha um papel crucial na estabilização térmica dos produtos alimentícios, ao criar uma barreira contra a entrada de oxigênio e luz. Isso não apenas inibe o crescimento microbiano, que poderia causar danos oxidativos, mas também previne a fotodegradação, que resulta na perda de vitaminas essenciais

(A, B₂, C, D e E), ácidos carboxílicos, enzimas e sabor dos alimentos (LOKAHITA *et al.*, 2017). O bloqueio da luz ultravioleta é especialmente importante para produtos lácteos, pois a riboflavina é suscetível à degradação pela exposição à luz ultravioleta (WANG *et al.*, 2022).

Um dos fatores que pode levar à perda de qualidade do suco de laranja durante a vida de prateleira é a mudança de cor (WIBOWO *et al.*, 2015). Essa alteração pode ocorrer devido à oxidação do ácido ascórbico, que conduz à geração de pigmentos de tonalidade escura, responsáveis pelo fenômeno de escurecimento do suco, conhecido como "*browning*" (CORRÊA NETO; FARIA, 1999). Nesse sentido, as embalagens que oferecem maior barreira para entrada de oxigênio, auxiliam na manutenção da cor do suco. A desaeração e a pasteurização são também são operações essenciais para melhorar a vida de prateleira e a segurança do suco de laranja (JORDAN; GOODNER; LAENCINA, 2003).

Outros fatores que podem contribuir para alteração da cor de suco de laranja pasteurizado é o desbotamento da cor desejada dos pigmentos carotenoides naturais, o desenvolvimento de substâncias pigmentadas devido a reações enzimáticas e/ou não enzimáticas (BHARATE; BHARATE, 2014), como os pigmentos de cor marrom formados na etapa final da Reação de Maillard, que

ocorre entre açúcares e aminoácidos (TETRA PAK, [s.d.]c).

A mudança de aroma é uma das questões mais críticas no suco cítrico durante o processamento e armazenamento, o que implica que o desaparecimento da maioria dos compostos aromáticos e a formação de compostos de sabor desagradável no suco cítrico eventualmente levam à formação de sabor desagradável do suco cítrico. Os compostos de aroma de suco cítrico fresco são facilmente alterados durante o processamento ou armazenamento, devido ao tratamento térmico, armazenamento, luz, oxigênio, embalagem, estado de maturação da fruta, entre outros. Produtos de degradação de terpenos, compostos contendo enxofre, fenóis, ácidos e furanos contribuem para o sabor desagradável do suco cítrico (JIA *et al.*, 2022). Assim, o envase em embalagens que atuam como uma barreira à luz e oxigênio, como a embalagem cartonada, pode representar uma boa alternativa para redução de alterações físico-químicas em alimentos (COSTA *et al.*, 2003; MATCHÉ, 2018).

O teor de vitamina C é um fator de qualidade importante para sucos e sua diminuição geralmente determina a vida útil do produto. Um estudo realizado com o objetivo de avaliar os efeitos do material da embalagem e do tempo de armazenamento na estabilidade da

vitamina C e dos compostos de aroma no suco de laranja encontrou que a melhor preservação da vitamina C foi encontrada no suco embalado em embalagem cartonada, quando comparada a embalagem de vidro e PET (BELMESKINE; KACED, 2018). Isso se deve à presença de materiais em camadas criam uma barreira que impede a entrada de luz, ar, água, micro-organismos e odores externos e, ao mesmo tempo, preserva o aroma dos alimentos dentro da embalagem.

Resultado semelhante foi encontrado por Danieli *et al.* (2009) ao analisarem o teor de vitamina C e sua estabilidade em suco de laranja natural fresco e comercial envasado em embalagem cartonada. O estudo demonstrou que o suco de laranja processado assepticamente e acondicionado em embalagem cartonada permitiu a estabilidade e a qualidade do suco, bem como a retenção de vitamina C, que apresentou redução de 3,6%.

Reciclagem das embalagens cartonadas: atendendo às demandas de sustentabilidade

O grande volume de utilização de embalagens assépticas ao redor do mundo aumenta a preocupação com o destino dos resíduos gerados por elas. Em 2021, mais de 191 bilhões de embalagens cartonadas foram comercializadas e dessas, 50

bilhões foram coletadas e enviadas para reciclagem, o que corresponde a uma reciclagem e 26% do total de embalagens vendidas neste ano (TETRA PAK, 2022).

As técnicas atuais de reciclagem podem ser amplamente separadas em três categorias principais: uma categoria envolve métodos que não separam os três componentes e tem como objetivo principal a recuperação de energia ou converte tudo em outros materiais, como produtos de aglomerado, enchimento e chapas de telhado (ZAWADIAK *et al.*, 2017). Outra categoria usa a técnica envolve a separação mecânica dos materiais. Esta parece ser a principal via de reciclagem, recuperando-se uma grande quantidade de fibra de celulose, que pode ser reutilizada para o fabrico de papel e materiais de embalagem. O polietileno e o alumínio reciclados podem ser convertidos em outros produtos úteis – como placas de painéis, telhas, placas impermeáveis e móveis, ou podem ser usados para recuperação de energia por meio de incineração (ŞAHIN; KARABOYACI, 2021). O terceiro método de reciclagem recupera o alumínio por meio por processos termoquímicos (ZÚÑIGA-MURO *et al.*, 2021; RODRÍGUEZ-GÓMEZ *et al.*, 2014).

Alguns obstáculos ainda dificultam a reciclagem completa das embalagens cartonadas, como a ausência de infraestrutura adequada de reciclagem

para embalagens cartonadas em grande parte do mundo, os elevados custos de processamento dos métodos de reciclagem, o alto consumo de energia envolvido, a baixa demanda por produtos finais reciclados e o baixo de engajamento dos consumidores em relação à reciclagem pós-consumo. No entanto, esforços e investimentos vêm sendo empregados para encontrar novas soluções. A tecnologia ReAl (Recycling Aluminum) tem sido apontada como uma solução mais acessível, economicamente viável e garantirá a circularidade do alumínio na cadeia produtiva. Essa tecnologia utiliza uma solução alcalina para isolar o alumínio do plástico. Assim, o alumínio é separado e, por ser reciclável, retorna ao processo produtivo e pode se tornar novamente uma folha de alumínio para embalagens. O plástico não reage em meio alcalino e, portanto, sai limpo ao final do processo e pode ser reciclado e reutilizado, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos pós-consumo (CBA, [s.d.])

4 CONCLUSÃO

Com as informações disponíveis na literatura consultada é possível afirmar que o envase asséptico em embalagem cartonada não possui impacto negativo na qualidade nutricional dos produtos e que as tecnologias disponíveis são capazes de preservar as características sensoriais dos mesmos.

As demandas pela reciclagem dos resíduos gerados pelas embalagens cartonadas são crescentes e o volume de reciclagem ainda é pequeno em relação ao número de embalagens produzidas e comercializadas devido aos obstáculos presentes, porém há um crescente investimento para o desenvolvimento de métodos capazes de utilizar os materiais provenientes destas embalagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMRI, M.S.; et al. Food packaging's materials: A food safety perspective. *Saudi J Biol Sci*. V. 28, n. 8, p. 4490-4499, 2021. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.04.047.

ANVISA. Materiais em contato com alimentos, 2020. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/embalagens-materiais-em-contato-com-alimentos.pdf>. Acesso em 05 junho 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. Consenso da Associação Brasileira de Nutrologia e da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição sobre o consumo de leite de vaca pelo ser humano. Disponível em: https://abran.org.br/media/files/abran_consenso_leite.pdf. Acesso em 03 janeiro 2023.

BHARATE, S. S.; BHARATE, S. B. Non-enzymatic browning in citrus juice:

chemical markers, their detection and ways to improve product quality. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 10, p. 2271-2288, out. 2014. doi: 10.1007/s13197-012-0718-8.

BELMESKINE, H.; KACED, A. The effects of package material and storage time on the stability of vitamin C and flavor compounds in reconstituted orange juice produced in Algeria. *AgroBiologia* 2018 Vol.8 No.1 pp.695-705.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Portaria no 370, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite UHT (UAT). Seção 1, p. 52, **Diário Oficial** da República Federativa do Brasil, Brasília, 08 set. 1997.

CBA. Renovando o alumínio. Transformando vidas, [s.d.]a. Disponível em: <https://www.cba.com.br/real/#real-technology>. Acesso em 01 set 2023.

COSTA, M.C.O.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W. de; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; BRASIL, I.M. Storage stability of cashew apple juice by hot fill and aseptic processes. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, v.23, p. 106-109, 2003

DANIELI, F. et al. Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja in natura e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. *Revista do Instituto de Ciências da Saúde*, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 361-365, 2009.

DEETH H.C., LEWIS M.J. *High Temperature Processing of Milk and Milk Products*. John Wiley & Sons; Hoboken, NJ, USA: 2017.

EKERE, I.; et al. Bioconversion Process of Polyethylene from Waste Tetra

Pak® Packaging to Polyhydroxyalkanoates. *Polymers* (Basel). 2022 Jul 12;14(14):2840. doi: 10.3390/polym14142840.

JIA, X. et al. Citrus juice off-flavor during different processing and storage: Review of odorants, formation pathways, and analytical techniques. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, [S.l.], p. 1-26, 11 out. 2022. doi: 10.1080/10408398.2022.2129581.

JORDAN, M. J.; GOODNER, K. L.; LAENCINA, J. Deaeration and pasteurization effects on the orange juice aromatic fraction. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 36, p. 391-396, 2003.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos** / Neza Jorge. – São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013 194 p.

KAAVYA, R. et al. Emerging Non-Thermal Technologies for Decontamination of Salmonella in Food. *Trends Food Sci. Technol*, v.112, p. 400–418, 2021. doi: 10.1016/j.tifs.2021.04.011.

KRISHNA, T. C. et al. Influence of Ultra-Heat Treatment on Properties of Milk Proteins. *Polymers (Basel)*, [S.l.], v. 13, n. 18, p. 3164, set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym13183164>. Acesso em: [data de acesso, dia mês ano].

LADEN, G. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 26, Suppl, p. 82-92, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897>.

LOKAHITA, B. et al. Recuperação de energia e recursos de resíduos da Tetra Pak usando tratamento hidrotérmico.

Applied Energy, v. 207, p. 107-113, 2017. doi: 10.1016/j.apenergy.2017.05.141.

MA, Y. Changing Tetra Pak: from waste to resource. *Science Progress*, v. 101, n. 2, p. 161-170, 1 jun. 2018. doi: 10.3184/003685018X15215434299329.

MATCHE, R. Chapter 32. **Packaging Technologies for Fruit Juices**. In: *Fruit Juice – Extration, composition, quality and analysis*. Academic Press, p. 637-666, 2018.

PETKOSKA, A.T.; DANILOSKI, D.; D'CUNHA, N.M.; NAUMOVSKI, N.; BROACH, A.T. Edible Packaging: Sustainable Solutions and Novel Trends in Food Packaging. *Food Res. Int.* v.140, p.109981, 2021. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109981.

QI, P. X. et al. Effect of homogenization and pasteurization on the structure and stability of whey protein in milk. *Journal of Dairy Science*, v. 98, p. 2884-2897, 2015. doi: 10.3168/jds.2014-8920.

RODRÍGUEZ-GÓMEZ J., et al. Development of a process using waste vegetable oil for separation of aluminum and polyethylene from Tetra Pak. *Fuel*. 2015; 149: 90–94. doi: 10.1016/j.fuel.2014.09.032.

ŞAHIN G.G.; KARABOYACI, M. Process and machinery design for the recycling of tetra pak componentes. *J. Clean. Prod.* 2021; 323: 129186. doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129186.

CORRÊA NETO, R. da S.; FARIA., J. de A.F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, p. 28, 1999. doi: 10.1590/S0101-20611999000100028.

TETRA PAK. **Tratamento UHT para alimentos e produtos lácteos**, [s.d.]a. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/solutions/processing/main-technology-area/uh-treatment>. Acesso em: 05 jun 2023.

TETRA PAK. **Visão do especialista**. Conheça os mercados promissores para envase em embalagem cartonada, 2023. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/insights/caixas-de-ideias/visao-do-especialista/Conheca-os-mercados-promissores-para-envase-em-embalagem-cartonada>. Acesso em: 22 jan 2024.

TETRA PAK. **A anatomia de embalagens cartonadas da Tetra Pak®**, [s.d.]b. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/solutions/packaging/packaging-material/materials>. Acesso em 05 jun 2023.

TETRA PAK. **The orange book**, [s.d.]c. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/insights/handbooks/tetra-pak-orange-book>. Acesso em: 30 maio 2023.

TETRA PAK. **Homogeneização: o segredo para a longa vida**, [s.d.]d. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/insights/cases-articles/homogenization-the-secret-to-longer-life>. Acesso em: 08 jun 2023.

TETRA PAK. **Sustainability Report**, 2022. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/content/dam/tetrapak/media->

[box/global/en/documents/SustainabilityReport-2022.pdf](https://www.tetrapak.com/global/en/documents/SustainabilityReport-2022.pdf). Acesso em 10 jun 2023.

USDA (U.S. Department of Agriculture). **Are aseptic packages safe?** Disponível em: <https://ask.usda.gov/s/article/Are-aseptic-packages-safe>. Acesso em: 03 jan. 2022.

WANG, A. et al. Performance of cost-effective PET packaging with light protective additives to limit photo-oxidation in UHT milk under refrigerated LED-lighted storage condition. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 31, p. 100773, 2022. doi: 10.1016/j.fpsl.2021.100773.

WIBOWO, S. et al. Quality changes of pasteurised orange juice during storage: A kinetic study of specific parameters and their relation to colour instability. **Food Chem.** 2015 Nov 15;187:140-51. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.131.

ZAWADI AK, J. et al. Tetra Pak Recycling – Current Trends and New Developments. South. **J. Chem. Eng.** 2017; 5: 37–42. doi: 10.11648/j.ajche.20170503.12.

ZEKI, B. **Thermal Processes, Methods and Equipment**. In Food Science and Technology, Food Process Engineering and Technology. 2ª edição. Cambridge: Academic Press, 2013, p. 421-438. doi <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415923-5.00018-6>.

ZÚÑIGA-MURO, N.M. et al. Recycling of Tetra pak wastes via pyrolysis: Characterization of solid products and application of the resulting char in the adsorption of mercury from water. **J. Clean. Prod.** 2021; 291: 125219. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125219.