

Embalagens cartonadas assépticas: uma revisão sobre os métodos de reciclagem mais empregados**Aseptic carton packages: a review about the most used recycling methods**

DOI:10.34117/bjdv6n7-312

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 14/07/2020

Aylla Roberta da S. VICTER FERREIRA

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Materiais

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, UEZO

E-mail: aylla_roberta@hotmail.com

Florêncio Gomes de Ramos Filho

Doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, IMA - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, UEZO

Endereço: Avenida Manuel Caldeiras de Alvarenga, 1203, Campo Grande, CEP: 23070-200, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

E-mail: florenciogr@yahoo.com; florenciogomes@uezo.rj.gov.br

Valdir Agostinho de Melo

Doutora em Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, UEZO

Endereço: Avenida Manuel Caldeiras de Alvarenga, 1203, Campo Grande, CEP: 23070-200, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

E-mail: valdir.melo@gmail.com

Patricia Soares da Costa Pereira

Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, IMA - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, UEZO

Endereço: Avenida Manuel Caldeiras de Alvarenga, 1203, Campo Grande, CEP: 23070-200, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

E-mail: patriciapereira@uezo.rj.gov.br / patyscp@gmail.com

RESUMO

Os resíduos sólidos domésticos são dejetos das atividades dos seres humanos em ambientes domésticos, cujo acúmulo representa um grande problema para a população. Dentre os tipos de resíduos sólidos domésticos existentes, as embalagens cartonadas assépticas, materiais compostos de polietileno, alumínio e papel-cartão, que são comumente utilizados para armazenar bebidas. A melhor maneira de destinar as embalagens cartonadas é a reciclagem, que pode ser realizada tanto de maneira artesanal, quanto separando seus componentes industrialmente. Este trabalho realizou uma pesquisa bibliográfica sobre os métodos de reciclagem de embalagens cartonadas assépticas mais empregados pelos autores de artigos científicos nos últimos dez anos. Para isso, foram realizadas buscas nos sites Science Direct, Scielo e Google Acadêmico. Em seguida, os artigos selecionados foram analisados

com relação à técnica de reciclagem utilizada e aos produtos elaborados. Através da análise dos resultados, foi possível observar que dentre os 28 artigos selecionados, 61% destes usaram técnicas de separação dos componentes das embalagens cartonadas e 39% reciclaram artesanalmente. Com relação aos produtos desenvolvidos, o forro térmico e os compósitos que possuem resíduos de embalagens cartonadas em suas composições foram os mais encontrados nos artigos selecionados, ambos com 21% do total estudados. Foi possível concluir que é extremamente importante que sejam desenvolvidos trabalhos sobre produtos elaborados com materiais reciclados, ressaltando a necessidade de reciclar materiais para diminuir os danos causados ao meio ambiente e para a população envolvida, além das vantagens econômicas desta prática.

Palavras-chave: Embalagens de bebidas, Reciclagem artesanal, Materiais compósitos.

ABSTRACT

Domestic solid wastes are a kind of garbage from the human activities in domestic environments, which accumulation represents a great problem for the population. Among the types of domestic solid waste, it is found the aseptic carton packages, a material composed of polyethylene, aluminum and paperboard, which are usually used for storing beverages. The best way to dispose aseptic carton packages is recycling, that can be done either handmade or separating their components industrially. The objective of this paper was to elaborate a bibliographic research about the methods of recycling aseptic carton packages most used by the authors in the last ten years. Then, it was elaborated searches on the data bases Science Direct, Scielo and Google Scholar. After that, the selected articles were analyzed regarding the technique of recycling used and the elaborated products. Through the analysis of the results, it was possible to observe that among the 28 articles studied, 61% of them used techniques of separation of the aseptic carton packages components and 39% used the handmade recycled process. The thermal liner and the composites composed of aseptic carton packages residues were the most common products in the articles, both with 21% of the total studied. It was concluded that it is extremely important to develop papers about products made with recycled materials, emphasizing the need to recycle materials to reduce damage to the environment and the population involved in this process, as well as the economic advantages of this practice.

Keywords: Beverage package, Handmade recycling, Composite materials.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Abdel-Shafy e Mansour (2018), resíduos sólidos domésticos podem ser definidos como dejetos das atividades dos seres humanos em ambientes domésticos, cuja composição depende de onde ele surgiu, das condições da população e de quem o descarta. O aumento da produção desses resíduos representa um grande problema para a população (VIEIRA & GARCIA, 2012). O acúmulo de resíduos sólidos, aliado a ineficiência brasileira em gerenciá-los e descartá-los corretamente, implica nos três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), como: transmissão de doenças pela proliferação de vetores nos ambientes contaminados, degradação do solo, poluição da água e do ar e emissão de gases que contribuem com o efeito estufa (GODECKE & WALERKO, 2015; DE & DEBNATH, 2016).

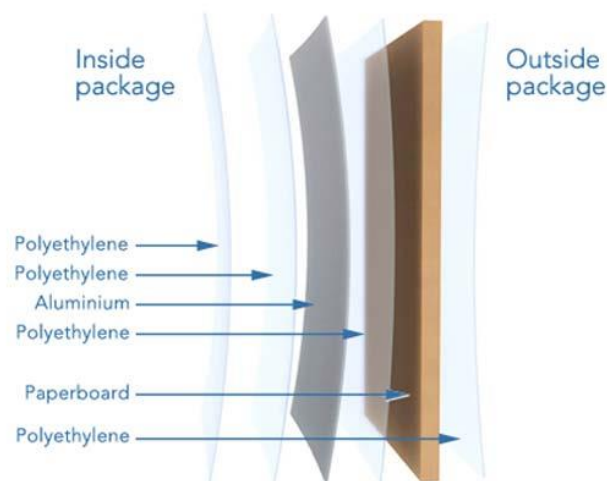
De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (2019), cada brasileiro produz cerca de 1,1kg de resíduos por dia. No Brasil, são coletadas diariamente 188,8 toneladas de resíduos sólidos

e em 50,8% dos municípios, os resíduos ainda têm destino inadequado, sendo descartados nos 2.906 lixões que estão espalhados pelo país. Além disso, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE), em 27,7% das cidades o lixo vai para os aterros sanitários. Dessa maneira, a própria geração de resíduos é considerada como um problema ambiental e o reaproveitamento desses é uma possível solução para este problema. Apenas 1% dos resíduos recolhidos no Brasil são reaproveitados ou reciclados (CORRÊA et al., 2010).

Neste cenário, surge a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que visa regulamentar a coleta seletiva e a reciclagem. Este conjunto de normas e ações objetiva assegurar que a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos sejam realizados de forma adequada. Além disso, a PNRS também versa sobre os perigos, as responsabilidades dos geradores dos resíduos, as obrigações do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis, exigindo transparência no gerenciamento dos resíduos em ambos os setores (BRASIL, 2010).

Dentre os diversos tipos de resíduos sólidos domésticos existem as embalagens cartonadas assépticas que são comumente utilizadas para armazenar bebidas. As embalagens cartonadas são formadas de 75% de papel-cartão, 20% de polietileno e 5% de alumínio, agrupados em seis camadas, através da ação de calor e pressão. Estas fases são organizadas, de dentro da embalagem para fora, na seguinte ordem: duas camadas de polietileno, uma camada de alumínio, uma camada de polietileno, uma camada grossa de papel-cartão e uma última camada de polietileno, conforme indica a Figura 1 (FENSTERSEIFER et al., 2017).

Figura 1: Representação das camadas de uma embalagem de cartonadas assépticas (TETRA PAK, 2019)



A composição das embalagens cartonadas forma uma proteção que garante que o alimento seja danificado como luz, oxigênio, ar e umidade. Desta maneira, os alimentos não precisam ser mantidos em ambientes resfriados até que sejam abertos. Além disso, esse material é leve, de fácil

transporte e totalmente reciclável. Existem diversas empresas que produzem as embalagens cartonadas assépticas, como a Sig Combibloc, a Elopak, GA Pack e a Tetra Pak. (TETRA PAK, 2019).

Segundo Bigoloti e Bigoloti (2016), a Tetra Pak, principal marca de embalagens cartonadas assépticas no Brasil e segunda maior produtora da empresa no mundo, em volume de vendas e faturamento, foi fundada em 1951. Ela mudou a forma com que os alimentos são processados, envasados e distribuídos, em todo o mundo. Há anos atrás, o leite era comercializado em garrafas ou a granel. Então, o sueco Ruben Rausing, fundador da empresa, projetou uma embalagem para armazenar a bebida que fosse prática, segura e econômica. Em 1952 foi lançada a primeira embalagem cartonada foi lançada e, em 1961, a empresa lançou sua primeira embalagem longa vida asséptica que era composta de alumínio, polietileno e papelão. A produção das embalagens cartonadas é realizada através de um tratamento térmico que assegura que alimentos perecíveis permaneçam imunes a contaminação, mesmo em ambientes sem refrigeração.

A melhor maneira de destinar as embalagens cartonadas é a reciclagem, que consiste em um processo que transforma os resíduos sólidos, modificando suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, objetivando a formação de novos produtos. A reciclagem dessas embalagens é um processo difícil, devido a sua composição de três diferentes materiais. Ainda assim, existe uma forma de processar o material visando a separação de seus componentes. Assim, as embalagens são enviadas para uma indústria especializada, onde o papel é separado do polietileno e do alumínio, para depois ser convertido em diversos produtos. O papel-cartão, por exemplo, pode se transformar produtos de papel e a polietileno e o alumínio, podem ser convertidos em quadros, placas de telhado, entre outros (TETRA PAK, 2019).

Entretanto, também pode ser realizada a reciclagem artesanal das embalagens cartonadas que ocorre quando se utiliza o material para produzir novos produtos sem que seus componentes sejam separados. Esse processo é possível pois o compósito possui vantagens estéticas, como brilho e cor diferenciados, além de propriedades físicas e químicas que lhe atribuem durabilidade. Assim sendo, se as embalagens forem bem trabalhadas, essas podem ser utilizadas como um material decorativo (MARQUES et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi analisar quais os métodos de reciclagem de embalagens cartonadas assépticas mais utilizada pelos autores de artigos científicos nos últimos dez anos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho teve como base uma pesquisa bibliográfica acerca da aplicação de técnicas de reciclagem artesanais e por separação de componentes de embalagens cartonadas assépticas,

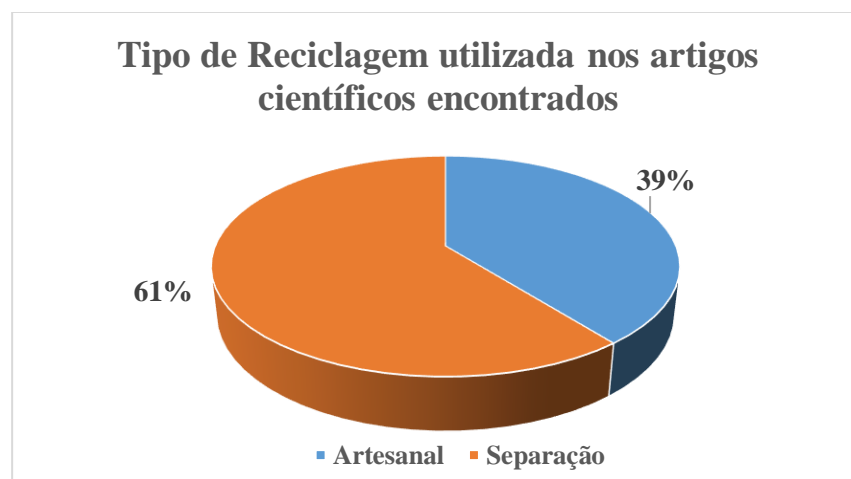
semelhante a metodologia utilizada por Godecke e Walerko (2015). Deste modo, foram pesquisados artigos escritos entre os anos de 2009 e 2019 nos sites Science Direct, Scielo e Google Acadêmico.

Em seguida, foi elaborada uma tabela com algumas informações importantes dos trabalhos encontrados. Então, foi analisado quais as tendências dos autores sobre a reciclagem de embalagens cartonadas e qual a principal técnica empregada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

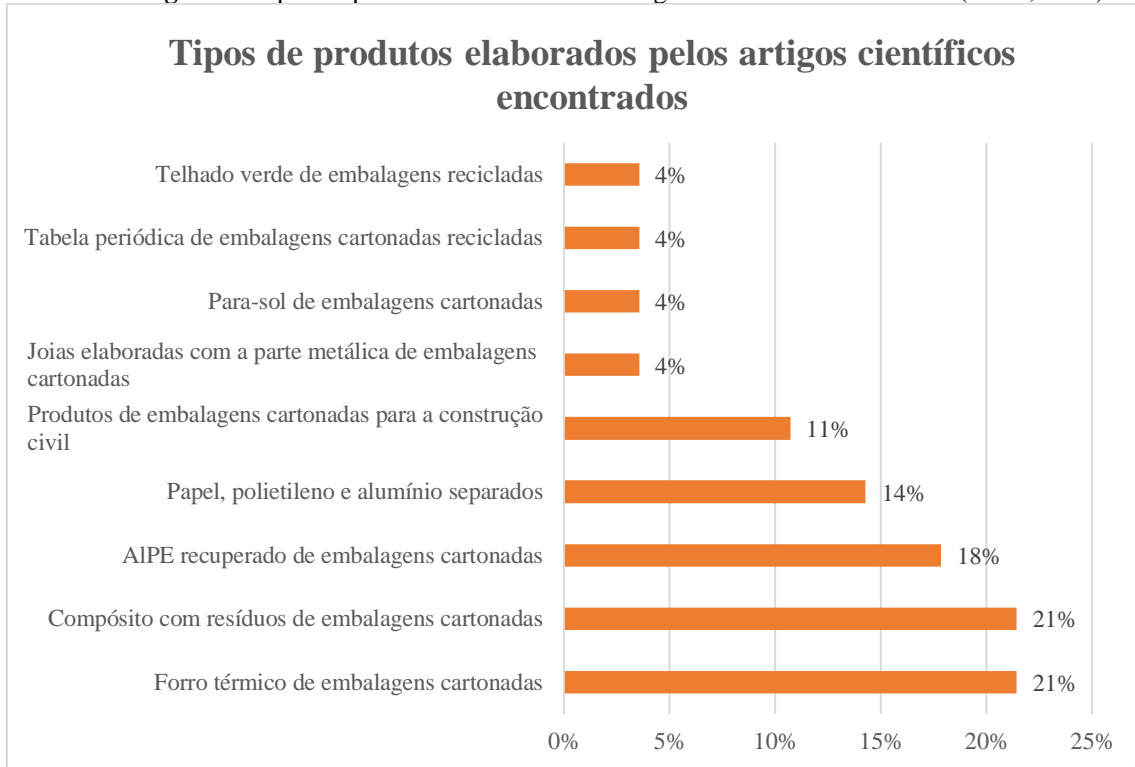
Dentre os 28 artigos selecionados para a realização deste trabalho, verificou-se que aproximadamente 61% destes empregaram técnicas de separação dos componentes das embalagens cartonadas para reciclá-las, enquanto 39% utilizaram a reciclagem artesanal, conforme indica a Figura 2.

Figura 2: Tipos de processos de reciclagem de embalagens cartonadas encontrados nos artigos científicos encontrados (Autor, 2020)



Após identificar o tipo de reciclagem mais frequente nos estudos, foram detectados os tipos de produtos desenvolvidos nas pesquisas, conforme demonstra a Figura 3. Dessa forma, percebeu-se que os produtos mais encontrados foram: forro térmico produzidos com embalagens térmicas e compósitos que possuem resíduos de embalagens cartonadas em suas composições, ambos foram produtos em 21% dos artigos estudados.

Figura 3: Tipos de produtos elaborados nos artigos científicos selecionados (Autor, 2020)



O forro térmico é a maneira mais comum de reciclagem artesanal de embalagens cartonadas assépticas (21% dos artigos científicos, segundo a Tabela 1). Estes forros consistem em estruturas que revestem os telhados dos ambientes proporcionam isolamento e conforto térmico em locais com muita incidência de calor ou de frio, uma vez que a face de alumínio reflete o calor para cima em dias quentes e não deixa o calor sair da residência em dias frios. Além disso, a manta também evita goteiras e bloqueia a entrada de sujeira (MALLET, 2010).

Tabela 1: Artigos que elaboraram forros térmicos como reciclagem artesanal de embalagens cartonadas assépticas (Autor, 2020)

Tema do artigo	Principais resultados	Referência
Desenvolvimento de uma manta de isolamento térmico para residências utilizando embalagens cartonadas assépticas	O projeto conseguiu otimizar as temperaturas no inverno e no verão, melhorando, assim, a qualidade de vida dos moradores.	Fernandes et al. (2014)
Realização de uma avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens reaproveitáveis em comparação com o convencional	A manta aquecedora construído a partir de materiais reaproveitáveis obteve índice satisfatórios de temperaturas atingidos, estando a água desse sistema em média apenas 10°C abaixo da água do sistema de aquecimento convencional.	Almeida et al. (2016)

Reutilização de embalagens cartonadas para solucionar problemas estruturais nas moradias de famílias de baixa renda.	É necessária uma maior conscientização por parte da sociedade, quanto a necessidade do lixo seletivo, uma vez que o lixo de algumas famílias representa uma solução para outras famílias.	Marques et al. (2018)
Reutilização de embalagens cartonadas no ensino da termologia por meio da simulação de forros de residências	As embalagens cartonadas melhoraram o conforto térmico nos ambientes em que estão implantadas. O forro pode ser aplicado em residências populares, pois não exige métodos de implantação sofisticados, diminuindo os gastos financeiros e melhorando a qualidade de vida das pessoas.	Nunes et al (2015)
Apresentação de uma manta térmica elaborada a partir do reaproveitamento de embalagens cartonadas assépticas	É possível promover conforto térmico no interior de ambientes edificados com o uso de mantas térmicas confeccionadas a partir do reaproveitamento de embalagens longa vida, mais conhecidas como embalagens cartonadas assépticas	Takenaka e Tosello (2013)
Reutilização de embalagens cartonadas como forro em telhados e análise da redução de calor melhorando o conforto térmico nas instalações.	A telha reciclada apresentou bom desempenho térmico. O forro contribuiu para a redução dos valores médios de índice de temperatura e umidade, índice de temperatura do globo e umidade e carga térmica de radiação.	Silva et al (2015)

Dentre os artigos encontrados, 21% desenvolveram materiais compósitos que possuíam resíduos de embalagens cartonadas assépticas em sua composição. Estes materiais foram utilizados nos produtos desenvolvidos por diversos motivos de acordo com o objetivo da pesquisa. Entretanto, estes materiais geralmente tornam os produtos mais ecológicos e diminuem o custo com materiais (MARTÍNEZ-LÓPEZ et al., 2016). A Tabela 2 abaixo aponta os artigos encontrados que abordaram a elaboração desses materiais.

Tabela2: Artigos que elaboraram materiais compósitos que possuíam embalagens cartonadas assépticas em sua composição (Autor, 2020).

Tema do artigo	Principais resultados	Referência
Substituição da areia de sílica por fibras de celulose de embalagens	Fibras de celulose recicladas e irradiação gama melhoraram as propriedades mecânicas do compósito. A combinação de menores energia de irradiação e concentração de fibra, geram maiores resistência à compressão e à flexão, módulo de elasticidade e grau de cristalinidade.	Martínez-Barrera et al. (2017)
Substituição de partículas de embalagens cartonadas por minerais em argamassas poliméricas	Alta resistência à compressão e flexão foi encontrada, bem como módulo de elasticidade quando 1% em peso da partícula de embalagem cartonada é adicionada. A deformação por compressão e flexão aumentou substancialmente quando o compósito é irradiado em altas doses.	Martínez-López et al. (2016)
Apresentação de uma rota para valorizar a fibra de celulose a partir de resíduos de embalagens cartonadas	A quantidade de celulose e a eficiência aumentou no processo ácido. O preço da celulose microcristalina á é de cerca de 7-9\$/kg com um preço alvo de celulose nanocristalina à base de H2SO4 de 10-20\$/kg.	Diop, Lavoie (2017)

Apresentação do efeito da incorporação de fibras naturais em uma matriz formada por PEBD e alumínio de embalagens cartonadas	A resistência ao impacto do material aumentou devido à geração de mecanismos de absorção de energia durante a fratura. As partículas de alumínio e a incorporação de fibra hospedeira no melhoram as propriedades térmicas, diminuiu a densidade e aumentou a absorção de água, gerando areia ou cavidades vazias no material.	Hidalgo-Salazar et al (2015)
Investigação do efeito do resíduo de embalagens cartonadas e do polietileno enxertado com anidrido maleico (MAPE),	Aumentando o conteúdo de embalagens a resistência do compósito aumentou. O MAPE teve um efeito positivo na resistência mecânica do compósito. A resistência ao impacto diminuiu quando o conteúdo da embalagem aumentou e a adição de MAPE melhorou a ligação. Os compósitos reduzem a resistência a impactos. Além disso, a adição de 3% de MAPE melhorou a cobertura de preenchimento.	Ebadi et al. (2015)
Produção de painéis de diferentes partículas de resíduos e determinar as propriedades básicas de engenharia das amostras.	Dois tipos de partículas aditivas aumentaram as propriedades físicas e mecânicas globais dos painéis experimentais fabricados. As propriedades das amostras cumprem os requisitos mínimos indicados nas normas para painéis de partículas.	Bekhta et al. (2016)

Em seguida, em um total de 18% artigos encontrados, segundo a Tabela 3, o produto desenvolvido foi um compósito de AIPE produzido com embalagens cartonadas assépticas. Estes compósitos são formados no processo de separação dos componentes das caixas de leite, no qual é utilizado um equipamento denominado *hidrapulper* que utiliza a força centrífuga para separar o papel que ficará dos demais componentes que formam as embalagens, gerando o compósito de AIPE (XIE et al., 2015). Uma vez que separado do papel, o compósito terá uma nova aplicação de acordo com o objetivo da pesquisa desenvolvida, podendo ser empregado para diminuir os prejuízos para o meio ambiente, para diminuir os custos com a produção de novos produtos ou para melhorar as propriedades mecânicas de materiais.

Tabela 3: Artigos que utilizaram o compósito AIPE para elaborar produtos (Autor, 2020)

Tema do artigo	Principais resultados	Referência
Investigação da viabilidade das tecnologias benzeno-álcool etílico-água para recuperar o Al não oxidado	As separações econômicas são otimizadas em baixo uso de solventes em certas temperaturas, por determinados momento. Os parâmetros de solubilidade semelhantes de solventes e adesivos de polietileno são importantes para a separação dos laminados de alumínio-plástico.	Zhang et al. (2014)
Analisar o mecanismo de separação AIPE e demonstrar usando uma abordagem de avaliação de ciclo de vida	O impacto ambiental da reciclagem de resíduos de embalagens AIPE teve efeitos benéficos sobre o meio ambiente que foram maiores do que aqueles de aterros ou incineração. A reciclagem de resíduos de embalagens AIPE otimiza a economia de energia.	Xie et al. (2015)

Identificação do melhor tratamento para resíduos de embalagens	O aterro é a pior opção de gestão de resíduos e que a incineração é mais ecológica do que a reciclagem de papel. Um novo cenário, separação de PEBD e Al, foi estabelecido demonstrando que esta foi a opção que mais reduziu os impactos ambientais (12,8%).	Xie et al. (2012)
Análise do mecanismo de separação de AIPE, comparando os efeitos de separação de vários reagentes de separação	No processo úmido, quando a taxa de separação e a temperatura aumentam, o tempo de reação diminuirá. A condição ótima de separação completa de Al e PEBD é obtida utilizando ácido metanóico como reagente, 60°C, 60L/kg de relação líquido/sólido e 5×5cm.	Zhang et al. (2009)
Estudo das propriedades e do comportamento do compósito de PEBD/Al para o seu uso em telhas	Foram encontradas dispersões heterogêneas do reforço de PEBD/Al, influenciando nas propriedades mecânicas e físico-químicas do material processado. Os resultados mecânicos se encontraram em uma faixa aceitável para aplicações não estruturais na indústria civil.	Valim et al. (2015)

Além desses, também tiveram artigos científicos nos quais os autores separaram totalmente os componentes das embalagens cartonadas assépticas (14%), gerando assim papel, alumínio e PEBD (LOKAHITA et al., 2017). Cada artigo encontrado utilizou um processo diferente para separar os componentes, empregando até mesmo alguns solventes como clorofórmio e álcool isopropílico.

Dessa forma, em suma, os autores separam os componentes das embalagens visando reciclar cada material separadamente para produzir novos produtos, como latas de alumínio, papelão, banquetas e canetas produzidas com o PEBD reciclado (KARABOYACI et al., 2017). Outro motivo pelo qual torna-se importante estudar a separação dos componentes dessas embalagens seria propor melhorias para este processo, reduzindo o custo e aumentando sua eficiência e produtividade (WANG et al., 2019). A Tabela 4 apresenta os artigos científicos encontrados nas bases de dados.

Tabela 4: Artigos científicos que utilizaram processos de separação dos componentes das embalagens cartonadas assépticas (Autor, 2020)

Tema do artigo	Principais resultados	Referência
Apresenta um método para reciclar resíduos de embalagens cartonadas usando um processo hidrotérmico para decompor o papel e o PEBD e avaliou a qualidade do combustível sólido e do Al	À medida que o teor de carbono aumentou, o HHV também aumentou e o teor de cinzas diminuiu. A principal reação foi a desidratação e esse pode aumentar o HHV da embalagem em até 25,22 MJ/kg. Além disso, o tratamento tem um custo mais baixo.	Lokahita et al. (2017)
Investigação da influência da temperatura, da pressão, do tempo de residência e concentração de alimentação (massa de embalagem cartonada /água) no rendimento de bio-óleo e análise dos possíveis caminhos de reação.	A produção máxima de bio-óleo de 35,55% foi obtida a 360°C, 22MPa, 30min e concentração de alimentação de 20% em peso. Cetonas, fenólicos, ésteres e álcoois foram os principais compostos do bio-óleo por GC-MS, formados pela liquefação de carboidratos e lignina.	Wang et al. (2019)

Avaliação dos processos de resíduos de embalagens cartonadas de bebidas. Apresentação de um caminho alternativo que recupere separadamente caixas, papel, alumínio e polietileno.	Os produtos obtidos foram papel, alumínio e polietileno dissolvidos em clorofórmio. O uso de clorofórmio sob calor e pressão foi um método interessante, pois resultou em menor tempo de duração e tempo de reação, facilitando a reciclagem.	Karaboyaci et al (2017)
Recuperação do alumínio e do polietileno das embalagens cartonadas utilizando um processo de separação, que pode ser considerado sustentável com baixo custo de operação, utilizando uma quantidade mínima de matérias-primas e energia.	A porcentagem de PEBD e alumínio separados da amostra de TP foi de 85% e 80%, respectivamente. Álcool isopropílico foi observado como sendo o melhor solvente para remover o PEBD. O processo desenvolvido poderia ser melhorado aumentando o tempo de lavagem e a quantidade de solvente usado.	Rodríguez-Gómez (2014)

Em seguida, com o total de 11% dos artigos científicos encontrados, estão aquelas pesquisas nas quais os autores estudaram a reciclagem de embalagens cartonadas com aplicações para a construção civil (Tabela 5). Os autores acrescentaram as embalagens na construção de residências visando diminuição de custos com materiais, melhorar o conforto térmico das casas, aprimorar as propriedades mecânicas dos materiais estudados e diminuir os impactos ambientais gerados.

Tabela 5: Artigos científicos que utilizaram embalagens cartonadas assépticas aplicada na construção civil

Tema do artigo	Principais resultados	Referência
Desenvolvimento de um sistema construtivo pré-fabricado modular produzido com placas de argamassa de cimento, areia e brita, tendo como matéria prima as embalagens cartonadas.	As placas têm resistência mecânica para serem aplicadas em construções de pequeno porte. O alcance da matéria-prima e a fácil execução possibilitam que o processo de construção adote um sistema semi-industrializado. Além disso, ainda foi garantido conforto ambiental para a residência, devido à resistência térmica que a película de alumínio da embalagens cartonadas proporciona.	Nunes et al (2009)
Análise de lajes unidirecionais pré-moldadas, em que os ladrilhos foram substituídos por embalagens cartonadas, latas de alumínio e garrafas PET.	A redução nas densidades das placas utilizando elementos reciclados leves foi de 20% em média e, portanto, a redução potencial no peso morto de um edifício é de 10%. Esta redução significativa no peso tem um impacto direto na economia. A análise dos resultados mostrou que a capacidade de carga de ruptura é maior em lajes com embalagens recicladas. A resistência à flexão da laje de referência foi de 31kN enquanto as forças das placas usando embalagens reutilizáveis foram 36 e 38kN.	Vargas et al (2014)
Avaliação da radiação gama e de resíduos de celulose como ferramentas para melhoria das propriedades mecânicas do concreto de cimento.	Tanto a concentração de celulose residual quanto a radiação gama são ferramentas adequadas para melhoria das propriedades mecânicas do concreto. Os valores de resistência à compressão e módulo de elasticidade apresentam uma melhoria de 45% e 47%, respectivamente. Diminuições nas propriedades mecânicas foram observadas para o concreto não irradiado. A radiação gama influencia os resíduos de celulose e o efeito sobre as propriedades mecânicas do concreto.	Martínez-Barrera et al. (2015)

Por fim, estão posicionados os artigos científicos de Garcia e Tabarelli (2015), Wuillda et al. (2017), Fensterseifer et al. (2017) e Vasconcelos et al. (2010), todos com 4% do total.

O trabalho de Garcia e Tabarelli (2015) abordou a elaboração de joias com embalagens cartonadas assépticas. Desta maneira, o alumínio foi separado dos demais componentes para que as peças pudessem ser produzidas, utilizando o mesmo, objetivando aumentar a sua vida útil, bem como minimizar a extração de matéria-prima virgem da natureza. Assim sendo, o alumínio oriundo das embalagens tornou as joias viáveis e confortáveis, contribuindo para a descaracterização das embalagens recicladas. Além disso, com relação a estéticas das peças, é considerado que o referencial estético de Futurismo empregado é muito pertinente ao conceito de reciclagem desenvolvido.

Na pesquisa desempenhada por Wuillda et al. (2017) foi produzida uma tabela periódica através de embalagens cartonadas assépticas recicladas, visando desenvolver a temática ambiental durante aulas de química de uma turma de ensino médio. Dessa forma, a tabela foi elaborada de forma artesanal, envolvendo alunos e professores no projeto, contribuindo e estimulando o estudo da tabela periódica.

No artigo escrito por Fensterseifer et al. (2017), os autores reaproveitaram embalagens cartonadas para montar telhados verdes, Estes telhados consistem em estruturas com vegetação implantada nas coberturas de prédios, objetivando reverter os impactos ambientais, compensando os espaços verdes perdidos devido à impermeabilidade dos solos nas cidades. A implantação de telhados verdes possui diversas vantagens como melhoria na qualidade do ar, estética, tonando as cidades mais verdes e atraentes e melhorando o conforto térmico e acústico, diminuindo a transmissão de calor e ruído para o interior do prédio. A base dos telhados verdes consiste em um sistema de drenagem, substrato de solo e vegetação, tudo sobre uma membrana impermeável de um telhado. Logo, o telhado elaborado pode apresentar, além dos benefícios supracitados, uma maneira de reutilizar produtos, podendo minimizar problemas ambientais e contribuir em projetos de educação ambiental.

Por fim, na pesquisa desenvolvida por Vasconcelos et al. (2010), foi produzido um para sol com embalagens cartonadas assépticas, com o objetivo de otimizar a reciclagem dessas e elevando a vida útil das mesmas dentro cadeia industrial. Os resultados demonstraram que a reciclagem das embalagens cartonadas na fabricação do para sol é viável e possui um custo baixo. Além disso, ao ser aquecida a 100°C. não ocorreram deformações no material e, também, não houveram quebras de estrutura quando a embalagem foi submetida a um ciclo de dobramento. O para sol foi capaz de bloquear a entrada da luz do sol no interior do veículo, diminuindo a temperatura interna de contato das mãos com o volante do carro e conservando as cores dos estofados por mais tempo.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível identificar que a separação dos componentes é o processo mais empregado para reciclar as embalagens cartonadas assépticas. Em contrapartida, a reciclagem artesanal do material ainda é o processo que mais beneficia o meio ambiente, diminuindo problemas com descarte de resíduos.

Dentre os produtos desenvolvidos nas pesquisas encontradas, o forro térmico foi o mais frequente. Este forro foi desenvolvido pelos autores visando diminuir os problemas ambientais, melhorar o conforto térmico dos ambientes nos quais o mesmo foi instalado, além de ser uma solução com custo baixo de produção, uma vez que este utiliza materiais reciclados de fácil acesso à população.

Desta maneira, é imprescindível ressaltar que a importância do desenvolvimento de trabalhos que abordem sobre produtos elaborados com materiais reciclados, principalmente as embalagens cartonadas assépticas, bem como a importância do processo de reutilização e de reciclagem para o meio ambiente e para a população envolvida. Além disso, a modalidade artesanal de reciclagem de embalagens cartonadas assépticas consiste em uma medida simples e economicamente acessível.

REFERÊNCIAS

ABDEL-SHAIFY, HUSSEIN I.; MANSOUR, M. S.M. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. **Egyptian Journal of Petroleum**, v.27, p.1275–1290, 2018.

BARBALHO, I. L. P.; BARBALHO, E. P. C.; REBOUÇAS, M. J. J. B. S.; ARAÚJO, R. C. A.; GONDIM, P. C. A. O aproveitamento de materiais recicláveis como fonte de renda. *In: Anais do XVII Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, 2016.

BEKHTA, P.; LYUTYY, P.; HIZIROGLU, S.; ORTYNSKA, G. (2016). **Properties of Composite Panels Made from Tetra-Pak and Polyethylene Waste Material**. *Journal of Polymers and the Environment*, 24(2), 159-165. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10924-016-0758-7>.

BIGOLOTI, C. R.; BIGOLOTI, V. M. A. (2016). **Educação ambiental e reciclagem: uma proposta de reaproveitamento de embalagens Tetra Pak no mercado brasileiro**. *Revista InterLink*, 3(3), 7-27.

BORTOLOZO, A.; LEVEK, L. A.; DEON, C. V.; FERNANDES, J. S. Revestimento térmico de residências utilizando embalagens Tetra Pak®. *In: Anais da XIV Feira de Iniciação Científica e Extensão*, 2015.

BRASIL. (2010). **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010 – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação ; n. 81). Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 09/04/2019.

CORRÊA, R. S.; SILVA, L. C. R.; BAPTISTA, G. M. M.; SANTOS, P. F. (2010). Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.538–544. Acessado em: 21/08/2019.

DE, S.; DEBNATH, B. (2016). Prevalence of Health Hazards Associated with Solid Waste Disposal- A Case Study of Kolkata, India. **Procedia Environmental Sciences**, v.35, p.201–208. Acessado em: 21/08/2019.

DIOP, C. I. K. ; LAVOIE, J. (2017). **Isolation of Nanocrystalline Cellulose: A Technological Route for Valorizing Recycled Tetra Pak Aseptic Multilayered Food Packaging Wastes.** *Waste and Biomass Valorization*. 8, 41-56. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9585-2>.

EBADI, M.; FARSI, M.; NARCHIN, P.; MADHOUSHI, M. (2015). **The effect of beverage storage packets (Tetra Pak™) waste on mechanical properties of wood–plastic composites.** *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 29(12), 1601-1610. DOI: 10.1177/0892705715618745.

FENSTERSEIFER, P.; TASSI, R.; CECONI, D. E.; ALLASIA, D. G.; MINETTO, B.; CHAMMA, A. L. S.; CELANTE, R.; FENSTERSEIFER, M. J. Reaproveitamento de embalagens Tetra Pak® como suporte de telhados verdes. *In: Anais do XVIII Fórum Internacional de Recursos Hídricos*, 2017. Rebouças/ Curitiba.

FERNANDES, J. S.; DANIELEWICZ, R. J.; SECCO, J.(2014). **Isolamento térmico de residências através da reutilização de embalagens Tetra Pak.** *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 5(1), 77-80.

FILHO, L. R. A. G.; SOUZA, L. S.; CREMASCO, C. P.; GÓES, B. C., CANEPPELE, F. L.; PUTTI, F. F. (2016). **Avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens reaproveitáveis utilizando modelos de regressão polinomial.** *Revista Energia na Agricultura*, 31(3), 273-281. DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2016v31n3p273-281>.

GARCIA, D. C.; TABARELLI, T. R. E. **Coleção de joias elaborada a partir da reciclagem do Tetra Pak.** (2016). *Disciplinarum Scientia*, 17(1), 193-204.

GODECKE, M. V.; WALERKO, V. S. (2015). Gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo do caso da reciclagem em Pelotas, RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 104 - 128. Acessado em: 21/08/2019.

HIDALGO-SALAZAR, M. A.; MUÑOZ, M. F.; MINA, J. H. (2015). **Influence of Incorporation of Natural Fibers on the Physical, Mechanical, and Thermal Properties of Composites LDPE-Al Reinforced with Figue Fibers.** *International Journal of Polymer Science*, 2015(386325), 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/386325>.

KARABOYACI, M.; ELBEK, G. G.; KILIC, M.; SENCAN, A. (2017). **Process Design for the Recycling Of Tetra Pak Components.** *European Journal of Engineering and Natural Sciences*. 2(1), 126-129. Disponível em: <http://dergipark.gov.tr/ejens/issue/27741/281881>.

LOKAHITA, B.; AZIZ, M.; YOSHIKAWA, K.; TAKAHASHI, F. **Energy and resource recovery from Tetra Pak waste using hydrothermal treatment.** *Applied Energy*. 207, 107-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.141>. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261917306967>.

MALLET, M. B. (2010). **Educação ambiental numa abordagem interdisciplinar a partir da reutilização de embalagens cartonadas longa vida.** Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/4221064/mauro-benetti-mallet>. Acessado em: 13/05/2019.

MARQUES, F. O.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, L. D. M.; ALMEIDA, V. L. (2018). **Embalagens Tetra Pak como alternativa sustentável para isolamento térmico de residências em Porto Velho/RO.** *Revista Ciência Amazônica*, 1(3), 1-9.

MARTÍNEZ-BARRERA, G.; BARRERA-DÍAZ, C. E.; CUEVAS-YAÑEZ, E.; VARELA-GUERRERO, V.; VIGUERAS-SANTIAGO, E.; ÁVILA-CÓRDOBA, L.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, M. (2015). **Waste Cellulose from Tetra Pak Packages as Reinforcement of Cement Concrete.** *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015(682926), 1-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/682926>.

MARTÍNEZ-BARRERA, G.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, M.; GONZÁLEZ-RIVAS, N.; COZ-DIAZ, J. J.; ÁVILA-CÓRDOBA, L.; REIS, J. M. L.; GENCEL, O. (2017). **Recycled cellulose from Tetra Pak packaging as reinforcement of polyester based composites.** *Construction and Building Materials*. 157, 1018–1023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.181>. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817320135>.

MARTÍNEZ-LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ-BARRERA, G.; BARRERA-DÍAZ, C.; UREÑA-NÚÑEZ, F.; REIS, J. M. L. (2016). **Waste Tetra Pak particles from beverage containers as reinforcements in polymer mortar: Effect of gamma irradiation as an interfacial coupling factor.** *Construction and Building Materials*. 121, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.153>. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181630887X>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2019). **Gestão do lixo.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/gestao-do-lixo>. Acessado em 21/08/2019.

MO, X.; WANG, P. (2013). **Materials used in sustainable design.** *Advanced Materials Research Vols*, 753-755. DOI: <https://www.scientific.net/AMR.753-755.1420>. Acessado em: 13/05/2019.

VIEIRA, A. C. P.; GARCIA, J. R. (2012). **A gestão de resíduos sólidos domésticos no Brasil a par da experiência internacional.** *Revista Economia & Tecnologia (RET)*, v.8, n.4, p.57-66. Acessado em: 21/08/2019.