



A relevância do tipo de material para a percepção de sustentabilidade em embalagens

The relevance of the type of material for the perception of sustainability in packaging

Thamyres Oliveira Clementino, doutora, Universidade Federal de Campina Grande.

thamyres.oliveira@professor.ufcg.edu.br

Itamar Ferreira da Silva, doutor, Universidade Federal de Campina Grande.

itamar.ferreira@ufcg.edu.br

Amilton José Vieira de Arruda, PhD, Universidade Federal de Pernambuco.

arruda.amilton@gmail.com

Tiago Lucas Pereira Clementino, mestre, Universidade Federal de Campina Grande.

tiago.luks@gmail.com

Resumo

Este artigo teve como objetivo investigar, por meio da percepção visual dos consumidores, o valor ambiental percebido em embalagens, considerando a capacidade que o tipo de material empregado tem para melhorar a comunicação. Para isso utilizou métodos inerentes a área do Design e da Aprendizagem de Máquina. A Fase 1 consistiu no desenvolvimento de embalagens experimentais pensadas para dar subsídios às avaliações perceptuais sobre a comunicação acerca da orientação sustentável; A Fase 2 adotou métodos inerentes a área de Aprendizagem de máquina e da Estética Empírica para a coleta de dados com o público; e a Fase 3 muniu-se dos dados coletados para o treinamento de modelos preditivos e de interpretação que corroboram para a compreensão sobre a percepção de sustentabilidade através dos materiais. Foi possível comprovar, a partir das respostas fornecidas pelo público, a existência de tipos de materiais que contribuem para a percepção do valor ambiental, sendo eles o papel cartão e o vidro, e materiais que prejudicam essa percepção, como o metal e o polímero, demonstrando a necessidade da difusão de informações mais profundas acerca da temática para o público consumidor.

Palavras-chave: Design de embalagem; Sustentabilidade; Materiais; Comunicação estética.

Abstract

The main objective of this article was to investigate, through the visual perception of consumers, the perceived environmental value of packaging, considering the ability of the type of material used to improve communication. For this, it used methods inherent to the area of Design and Machine Learning, in which Phase 1 consisted of the development of experimental packages designed to

support perceptual evaluations on communication about sustainable orientation; Phase 2 adopted methods inherent to the area of Machine Learning and Empirical Aesthetics to collect data with the public; and Phase 3 was equipped with the data collected for the training of predictive and interpretation models that corroborate the understanding of the perception of sustainability through the materials. It was possible to verify, based on the responses provided by the public, the existence of types of materials that contribute to the perception of environmental value, such as paperboard and glass, and materials that undermine this perception, such as metals and polymer, demonstrating the need to disseminate more in-depth information about the subject to the consuming public.

Keywords: Packing design; Sustainability; Materials; Aesthetic communication.

1. Introdução

As discussões sobre a sustentabilidade ambiental afetaram diversos setores, inclusive o de embalagem, que vem buscando maneiras de reduzir o impacto ambiental a partir de práticas projetuais menos danosas. As diretrizes orientadas à sustentabilidade originaram uma nova categoria de produtos denominada de “embalagens sustentáveis”. De acordo com a ABRE – Associação Brasileira de Embalagem (2023), este tipo de produto visa proteger o conteúdo a partir de soluções que considerem a otimização dos recursos na fabricação, permitindo ainda o fechamento do ciclo de vida e reciclagem ou reuso da matéria-prima.

Para agregar valor ambiental são adotados no desenvolvimento de embalagens sustentáveis a minimização de recursos, a escolha de processos de baixo impacto ambiental, a otimização da vida dos produtos; a extensão de vida dos materiais; e a facilidade de desmontagem (MANZINI e VEZZOLI, 2016; KAZAZIAN, 2005). Vale ressaltar, no entanto, que de acordo com Manzini e Vezzoli (2016) é muito improvável que apenas uma ação seja suficiente para satisfazer todos os requisitos ambientais, sendo ideal a adoção de um “set de estratégias” que reduzam os danos. Assim, é considerada como Embalagem sustentável aquela que se enquadre, de preferência, em mais de uma diretriz sustentável.

Além das estratégias supracitadas, outra ação se faz relevante: a comunicação, visto que de acordo com Vezzoli (2010, p.49) “uma inovação ambientalmente sustentável, sem ser percebida como uma melhoria (comparada com as soluções obsoletas), não é suficiente”. O Instituto Akatu (2018) corrobora com esta afirmação ao enfatizar o papel da informação para derrubar barreiras entre o produto sustentável e o consumidor, sendo, de acordo com a pesquisa conduzida pelo instituto, o acesso à informação sobre a sustentabilidade da embalagem um gatilho para o consumo consciente.

Para trazer maior confiança para o produto ecologicamente orientado, é necessário que a empresa adote um mix de informações que sejam capazes de construir uma narrativa coerente sobre as ações adotadas para tornar o produto mais sustentável, podendo isto ocorrer mediante textos explicativos, selos, tabelas, quadros e dados que comprovem e reforcem os valores ambientais envolvidos na produção da embalagem.

Neste contexto evidencia-se a necessidade da percepção e reconhecimento por parte do consumidor de quais produtos seguem diretrizes ambientais, favorecendo sua preferência e difusão. Este reconhecimento pode ser intrínseco a embalagem, que pode atuar como um meio de reeducação social a partir da indicação de que existem opções menos danosas ao meio

ambiente, fator já requerido pela população. Mas, para que a escolha em consumir produtos com valor ambiental agregado seja ampliada, é necessário que os produtos ecologicamente orientados sejam enfatizados de forma estratégica, se diferenciando dos demais – insustentáveis. Esta segregação pode fornecer meios para o reconhecimento e comunicação acerca do valor ambiental quando estiverem dispostos em ambientes de consumo, em que comumente são encontrados, facilitando o diálogo com o consumidor mais consciente.

2. Design de embalagem e comunicação

As primeiras embalagens surgem com a necessidade de transporte e armazenamento de alimentos. Neste primeiro momento elas eram compostas por materiais naturais e sua função se restringia a prolongar a duração das caçadas (NEGRÃO e CAMARGO, 2006). Com o passar dos anos as embalagens foram se moldando às demandas da sociedade, tendo suas funções revisadas mediante novos materiais e sistemas produtivos, que viabilizaram sua ampliação, passando de meramente utilitárias para simbólicas (LORENZINI, 2013, p.18). Para Mestriner (2008) o contato direto com o usuário tornou a embalagem uma ferramenta valiosa na comunicação dos aspectos da empresa, sendo para Viana et al. (2013) essencial, visto que a maioria das decisões de compra é tomada dentro dos pontos de venda, “frente-a-frente”.

O valor estratégico, consolidado a partir da implantação do sistema de autosserviço, desencadeou uma revolução no campo do design e da comunicação aplicados à embalagem, tornando o projeto de embalagem uma atividade multidisciplinar (MESTRINER, 2002). Nesta perspectiva, a embalagem é trabalhada não só na dimensão funcional, mas também na dimensão informacional. O planejamento configuracional adequado pode ser utilizado, neste sentido, para enfatizar atributos do produto, comunicando qualidades que tenham potencial de mudar a escolha dos consumidores. De acordo com Löbach (2001), a capacidade de evidenciação está atrelada a aparência do produto, que quando trabalhada corretamente pode comunicar qualidades, como a exemplo do valor ambiental agregado.

Martins (2014, p.33) afirma que a embalagem permeia diversos tipos de comunicação, que podem ser observadas no Quadro 1:

Quadro 1: Comunicação visual em embalagens

Tipos	Descrição
Verbais	Componentes literais como: designação do produto, ingredientes, esclarecimentos nutricionais, determinadas particularidades, modo de utilização, entre outros.
Não-verbais	Cor, imagens, ilustrações, marca, entre outros.
Forma	Forma, materiais, acabamentos, efeitos, aparências ergonômicas e funcionalidade.

Fonte: Martins (2014, p.33).

Esse artigo se debruça sobre o aspecto formal de comunicação, entendidos como os aspectos visuais estéticos que constituem a linguagem visual, que de acordo com Gonçalves et al. (2008, p.277), é responsável por estabelecer o diálogo entre a embalagem e o consumidor, tornando as embalagens produtos carregados de informação e portadores de mensagens cheias de significados. Machado et al. (2011, p.9) expressa que “a comunicação entre a embalagem e

o público ocorre a partir de diversos aspectos expressivo-comunicativos como: materiais, formas, funcionamento, informações e a estética como um todo”.

Munari (2009, p.68) afirma que a comunicação visual ocorre por meio de mensagens diversas e pode ter caráter intencional, mediante elaboração prévia. Dondis (2007, p.25) corrobora ao afirmar que os aspectos visuais estéticos são manipulados a partir de técnicas de comunicação visual, em que as soluções são conduzidas pela postura e significado almejados. A escolha dos aspectos visuais estéticos deve assim ser realizada de acordo com o efeito pretendido, sendo eles infinitos.

Licheski (2004, p.12-14) expõe que o designer é o responsável pela administração dos aspectos visuais estéticos direcionados a programação de estratégias comunicacionais, tecendo relações entre imagens e textos, que visem desenvolver mensagens visuais com finalidade comunicacional, em que “cabe ao designer realizar um trabalho cognitivo e organizativo que revele, pela interface, o conteúdo das informações”.

Para que haja sucesso neste processo, outro fator além das escolhas do designer se faz necessário, a consonância entre o que se pretende comunicar, por meio da aparência da embalagem, e a recepção por parte do consumidor. Isso pode ser alcançado mediante abordagens que dialoguem com o repertório existente, favorecendo associações. A percepção do usuário para a construção da mensagem se faz relevante, pois “o processo de comunicação só se efetiva quando o receptor constrói o significado da mensagem que apreende. Assim, é o receptor quem estabelece a realidade da mensagem, por meio da interpretação que faz dos elementos” (LICHESKI, 2004, p.12-19). Para Cardoso (2012, p.62), “sem um sujeito capaz de atribuir significado, o objeto não quer dizer nada. Em última instância, é a comunidade que determina o que o artefato quer dizer”.

Santos (2012) versa sobre a necessidade de pesquisas que foquem no usuário como participante no processo de mudança. De acordo com o autor, deve-se somar a preocupação com a identificação pelo indivíduo dos objetos que consome, inter-relacionando a linguagem estética (aparência) e os valores da sociedade com a prática do design. Deste modo, é exposta a relevância do designer na construção de mensagens que estejam alinhadas à percepção do consumidor, sendo possível desenvolver comunicação sobre temas de grande importância no contexto atual, como no caso do valor ambiental agregado às embalagens.

Diante do exposto é plausível afirmar que a comunicação acerca do valor ambiental em embalagens é possível a partir da escolha correta entre os aspectos visuais estéticos disponíveis, alinhados à percepção/avaliação do público. Com o entendimento da importância da embalagem como suporte estratégico de comunicação do valor ambiental, é necessária a realização de pesquisas que consigam nortear o designer a tomar decisões estéticas que contribuam com mensagens eficazes acerca da orientação ecológica do produto.

2.1. Material como elemento estético para a comunicação visual

Para que a embalagem consiga se comunicar com o público é necessário que haja um conjunto de elementos estéticos capazes de fornecer materialidade à linguagem visual estabelecida durante o projeto. Para Löbach (2001), entre os elementos mais relevantes está o material, que segundo Lesko (2005, p.5) torna visível todas as formas. Segundo este último autor, ao criar uma forma o designer está, inerentemente, selecionando materiais e processos

de fabricação que podem ser adotados por fatores tanto funcionais como estéticos, segundo afirma Moraes (2010, p.62).

Estas informações mostram a importância do material para a composição dos produtos, mas também expressam a relevância de pensá-lo junto à composição visual quando o objetivo está em comunicar valores específicos, como a orientação ecológica, abordada neste artigo. Acredita-se que o tipo de material utilizado no design da embalagem impacta consideravelmente a percepção de sustentabilidade da embalagem, sendo o objetivo desse artigo entender quais materiais mais utilizados para a produção de embalagens brasileiras e qual a percepção real do público sobre a sustentabilidade de cada um.

2.2.1. Tipos de materiais aplicados às embalagens brasileiras

O último estudo sobre a produção de embalagens realizado pela FGV e apresentado pela ABRE (2021) afirma que os polímeros “representam a maior participação no valor da produção, correspondente a 37,1% do total, seguido pelo setor de embalagens de papel, cartolina e papel cartão e papelão ondulado, que juntos representam 31,7%, metálicas com 21,4%, vidro com 4,2%, têxteis para embalagens com 3,7% e madeira com 1,9%”.

Os polímeros são, em sua grande maioria, provenientes de fontes não renováveis e produzidos por meio da polimerização, em que substâncias químicas são convertidas em moléculas maiores. O modo de produção favorece grande variedade de polímeros. Nas embalagens geralmente são empregados o polietileno (PE), politereftalo de etileno (PET), policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e poliestireno (PS), que permitem produção de embalagens mais econômicas com os mais diversos formatos e cores (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, a associação sem fins lucrativos CEMPRE (2023), que trabalha para a promoção da reciclagem, informa que apenas 23,1% de todo o plástico produzido em 2020 foram reciclados.

O papel e derivados originam-se da aglomeração de fibras de diferentes tamanhos, prensadas uma à outra. Os tipos mais comuns no ambiente da embalagem são o papel monolúcido, couché e offset, mas também o papel cartão – mais rígido, formado de multicamadas de celulose, e o duplex, composto por três camadas superpostas com capa de celulose branca, verso com celulose com aparas e miolo com pasta mecânica ou termomecânica. A aparência é influenciada pelo revestimento de base de látex, que atribui acabamento específico e lisura que permite melhor qualidade na impressão (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, o índice geral para o papel é de 66,9% (2019), porém ao serem consideradas somente os papéis de embalagem, esse índice fica em torno de 85%, acima da média geral (CEMPRE, 2023).

A obtenção do metal se inicia com a produção do ferro fundido, que é misturado a minérios de ferro, coque e calcário em altas temperaturas. Os tipos de aço mais utilizados para a fabricação de embalagens são os de folha de Flandres, folha cromada e folha não revestida. Na superfície da embalagem em aço é fundamental o uso de vernizes para proteção, que evitam a oxidação. Além disso, permitem a impressão por meio da litografia, offset, entre outros. Quanto ao alumínio, é produzido a partir da separação dos elementos que compõem a bauxita da alumina. Trata-se de um material 100% reciclável (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). De acordo com a CEMPRE (2023) 47,1% das latas de aço

consumidas no Brasil foram recicladas em 2019 e 98,7% das latas de alumínio foram recicladas em 2021. Segundo a associação quase a totalidade de latas de alumínio que foram colocadas no mercado voltaram para o ciclo produtivo, o que torna o Brasil um expoente nesta prática.

O vidro consiste em um material composto de areia, calcário, barrilha, feldspato e corantes, tem como características: ser reciclável, retornável, reutilizável, higiênico, inerte, impermeável, resistente, transparente (embora possam apresentar desde o puro incolor até infinitas cores) (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, apenas 25,8% foi o índice de reciclagem do vidro no ano de 2018, último dado apresentado.

Quadro 2: Relação participação produtiva e taxa de reciclagem

Materiais	Participação no valor da produção	Taxa de embalagens recicladas
Polímero	37,1%	23,1%
Papel e derivados	31,7%	85%
Metal	Alumínio	21,4%
	Aço	98,7%
		47,1%
Vidros	4,2%	25,8%

Fonte: ABRE (2023) e CEMPRE (2023)

Manzini e Vezzoli (2016) expõem que “todos os materiais (uns mais e outros menos) determinam um certo nível de impacto ambiental”, que derivam majoritariamente da fase de produção e de eliminação, mas também permeiam a fase de transporte e uso. Assim, para os autores, para minimizar a periculosidade das emissões ambientais, deve ser considerado os processos de produção e de transformação dos materiais, os sistemas de distribuição e uso e os tratamentos de eliminação final. No Brasil, o tratamento final adequado ocorre geralmente mediante a reciclagem.

Cada tipo de material expõe peculiaridades quando ao modo de produção e taxa de reciclagem, o que faz com que a relação com a sustentabilidade também seja diferenciada. Observa-se que em algumas situações esse tipo de elemento estético pode ser utilizado estrategicamente para agregar valor ambiental às embalagens, caso seja considerada a percepção do consumidor para o projeto.

3. Procedimentos Metodológicos

Para compreender como a escolha do tipo de material afeta a percepção de sustentabilidade nas embalagens e o potencial de cada material em comunicar o valor ambiental, esta pesquisa se propôs a consultar o repertório da população com o objetivo de traduzir estas informações para dados tangíveis e aplicáveis em projetos de embalagens, o que foi alcançado a partir dos seguintes procedimentos apresentados no Quadro 3:

Quadro 3: Fases Síntese de Fases da pesquisa

Fase	Descrição	Objetivo
1. Desenvolvimento de embalagens experimentais	Procedimentos de design para desenvolvimento de embalagens experimentais.	Fornecer material visual para avaliação.

2. Desenvolvimento de questionário avaliativo	Elaboração e implementação de questionário para coleta de dados sobre as avaliações das embalagens experimentais criadas.	Coletar dados perceptuais do público sobre a percepção de sustentabilidade a partir do uso de diferentes tipos de materiais
3. Tratamento dos dados	Seleção e treinamento de modelo preditivo e de interpretação em Aprendizagem de Máquina.	Analisar, justificar e interpretar os dados coletados.

Fonte: Autores.

Para investigar a percepção de sustentabilidade a partir dos tipos de materiais utilizados em embalagens, foi realizada a modelagem 3D de embalagens experimentais com os principais materiais aplicados no mercado brasileiro de acordo com a ABRE (2021), sendo eles: polímero, metal, papel e vidro. As embalagens experimentais modeladas em 3D foram utilizadas como imagens na aplicação de um questionário avaliativo acerca dos tipos de materiais associados à percepção do valor ambiental agregado em embalagem – que obteve 112 respostas, número suficiente de acordo com o método adotado, já que de acordo Mammasse e Schlich (2014) amostras com mais de 100 são geralmente consideradas apropriadas para a maioria das pesquisas em aprendizagem de máquina.

Para a coleta de dados o questionário considerou dois conjuntos de informações: (1) quantitativo, com as respostas às comparações entre embalagens e (2) respostas discursivas, a partir da questão final do formulário. A consonância entre os dados quantitativos e qualitativos foram a base para as análises deste trabalho, que buscou sempre aliar os dados estatísticos às respostas perceptivas do público participante acerca do tema sustentabilidade ambiental.

Quadro 4: Blocos do questionário para coleta de dados

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3
- Apresentação do projeto; - Termo de consentimento livre e esclarecido; - Informações pessoais; - Questões de conhecimento sobre o tema.	- Gif explicando o funcionamento das questões; - Questões comparativas visuais de múltipla escolha;	- Questão aberta (percepção geral dos participantes acerca das escolhas feitas)

Fonte: Autores.

Para a análise dos dados quantitativos de comparação, utilizou-se um algoritmo de aprendizagem supervisionado, em que se utilizou a abordagem de classificação e regressão (NORVIG, 2002), que separa a amostra de dados categorias ou classes a partir do modelo preditivo matemático treinado, em que os consumidores rotulam os dados em função de sua opinião – buscando consenso. Para entender a percepção de cada tipo de material investigado foi utilizado ainda uma metodologia de justificação e interpretação dos resultados por meio da metodologia LIME (RIBEIRO et al., 2016), que identifica contribuições de características específicas dos dados para os resultados em modelos preditivos.

Os dados qualitativos foram transferidos pela autora para quadros e cada justificativa foi analisada e direcionada à proposição ao qual fazia mais sentido. Após classificação das justificativas de cada proposição o texto passou por uma análise que possibilitou compreender melhor as escolhas dos respondentes, complementando as respostas quantitativas. Os textos

classificados foram submetidos ao *WordItOut*, que analisa a frequência de cada palavra no texto, transformando-o em nuvens de palavras, na qual os vocábulos de maior ocorrência aparecem em destaque.

4. Resultados e discussões

A partir das respostas fornecidas pelos 112 participantes, o algoritmo de aprendizagem aplicado à pesquisa pôde concluir que o aspecto visual estético “Material” se mostrou de grande relevância para as avaliações sobre a configuração das embalagens experimentais, atingindo influência superior a 70% para a percepção de sustentabilidade da embalagem, a depender do tipo de material adotado (Figura 1). Sendo, portanto, o aspecto visual que exerce a maior interferência nos resultados perceptuais.



Figura 1: Embalagens experimentais apresentadas aos respondentes. Fonte: elaborado pelos autores.

O resultado positivo, apresentado por meio das médias, foi confirmado a partir das respostas discursivas coletadas no questionário, em que os respondentes justificavam a seleção das embalagens sustentáveis a partir do tipo de material adotado, como observa-se: “Na maioria das respostas levei em consideração o material escolhido para fabricação das embalagens”, a seleção ocorreu norteadora pelo “material e o processo de fabricação”, “priorizei o material”, “o material da embalagem, ou que “a aparência desse material, influi na visão do nível de sustentabilidade”. Este discurso se repete, se apresentando como um vetor norteador para as avaliações.

Se aprofundando um pouco mais nas respostas fornecidas pelos respondentes acerca do Material, percebe-se que é avaliado a partir de suas características e do repertório acerca do tema “sustentabilidade ambiental”, como destacado na análise de palavras-chave (Figura 2):



Figura 2: Palavras-chave sobre materiais. Fonte: elaborado pelos autores.

Em que se percebe que os respondentes avaliam se o material aparenta ser reciclado, reciclável, reaproveitável, biodegradável, monomaterial, entre outras questões associadas ao ciclo de vida, fator que vem sendo difundido na sociedade nos últimos anos a partir de campanhas diversas. Estes critérios fazem distinção entre os tipos de material, segregando-os a partir da percepção de valor ambiental ou não, o que pôde ser observado nos resultados.

A Figura 3 apresenta a influência média de cada tipo de material avaliado para a percepção do público sobre as embalagens. Nota-se que há muita diversidade na influência que cada tipo de “Material” exerce no resultado, como apresentado no gráfico da Figura 3:

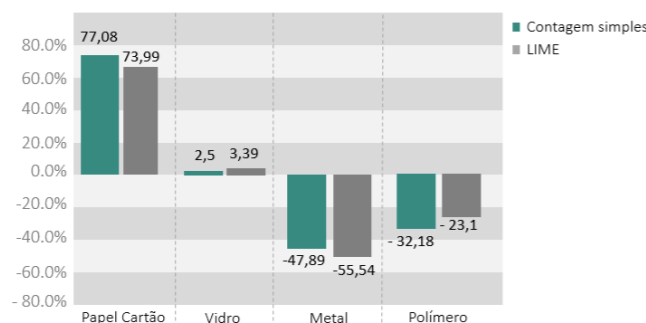


Figura 3: Valores atribuídos aos materiais. Fonte: elaborado pelos autores.

Nele é possível indicar quais materiais tem melhor desempenho frente à percepção do público sobre o valor ambiental, sendo eles: 1) Papel cartão; e 2) Vidro, com influência positiva; e 3) Polímero e 4) Metal, com influência negativa. O uso do Papel Cartão aumenta

significativamente o sucesso das avaliações, sendo necessário pouco esforço para que seja percebido como pertencente a uma embalagem com valor ambiental agregado. Em contrapartida, a adoção dos demais materiais – Vidro, Metal ou Polímero, exigirá grande esforço para melhorar a percepção de sustentabilidade da embalagem. Essas constatações refletiram nas respostas discursivas, que justificam as influências de cada um para a avaliação.

O material “Papel Cartão” se destaca por ter influência positiva de mais de 70% para a avaliação das embalagens como sustentáveis. Isso concerne com o que versam os participantes da pesquisa ao justificarem suas escolhas: “as de papel por se degradarem mais rapidamente, apresentando menos danos ao meio ambiente”; “tentei visualizar as de papel, pois acredito serem recicláveis”, além de demonstrações de maior conhecimento na área “por conhecer de perto diversas entidades de reciclagem de celulose e compreender a facilidade desses processos de reciclagem, minha tendência é compreender como mais sustentável os produtos com que aparentam ser produzidos por esse material”. O papel cartão é percebido pelos respondentes como um material passível de reciclagem, sendo para os participantes um grande indicativo do valor ambiental, fator associado diretamente à critérios técnicos.

O “Vidro”, embora com um índice bem menor, é apresentado como uma influência positiva (3,39%) para a percepção do valor ambiental, sendo posicionado como segundo material com melhor desempenho para a avaliação. Para os respondentes isso ocorre “pois são 100% reaproveitáveis”, além de o “vidro ser mais sustentável porque pode ser reutilizado”. As pesquisas apresentadas anteriormente indicam que este material tem como características ser reciclável, retornável, reutilizável, sendo isto percebido pelos respondentes e transferido para as avaliações. Mas, embora tenha estas capacidades, trata-se de um material com pouco valor comercial para a reciclagem, se comparado a outros, além de ter dificuldades para o transporte até as recicladoras, o que faz com que só apresente índice de reciclagem de 25,8% no Brasil, segundo o CEMPRE (2023). Este distanciamento do processo de reciclagem pode ser um limitante para a percepção do valor ambiental por parte dos participantes da pesquisa.

Adentrando nas avaliações negativas dos materiais quando associados à percepção do valor ambiental, o que se apresentou como o de pior avaliação foi o “Metal”, representando influência negativa de -55,54% para as configurações. Isto ocorre mesmo este material sendo reciclável e tendo boas condições de coleta e transporte, e tendo um índice de 98% de reciclagem para alumínio e 47% para o aço (CEMPRE, 2023). Para os respondentes “as que continham mais metal pareciam as menos sustentáveis” como endossado por outro participante ao afirmar que “embalagens que tinham aparência metalizada me pareceram menos sustentáveis”, pois para eles o metal traz a impressão de que “oxida dando a aparência de que não pode ser reutilizado por muito tempo” sendo associados aos produtos como as “latas com um tempo podem gerar oxidação”.

Nesta perspectiva, é observado que o repertório dos respondentes expõe experiências vividas com o material, que aparentam ter sido relacionadas à durabilidade e resistência. Percebe-se o conhecimento escasso sobre a facilidade de reciclagem deste material, refletindo na percepção negativa. Neste contexto, Clementino et. al (2015) constataram que os materiais com aparência metalizada são associados à industrialização, o que para os participantes da pesquisa se opõe ao que é sustentável.

O polímero também foi visto como um material insustentável, embora ainda apresente resultados perceptuais melhores do que o Metal. Este aspecto visual apresentou influência



negativa em torno de -30%. O resultado melhor que o metal ocorre provavelmente por, no entendimento dos respondentes, “plástico serem reutilizáveis” e “plásticos serem recicláveis”. De fato, nos últimos anos vem sendo trabalhado como solução para este material a reciclagem, acarretando melhorias para a separação, coleta e transporte, o que pode ter sido absorvido pela população como ponto positivo. Mas, consiste em um material subdividido em muitos tipos, o que ainda dificulta a reciclagem. Assim, apenas alguns tipos conseguem voltar à cadeia produtiva, como no caso do PET, com índice de reciclagem de 54,8% (IPEA, 2017). Estas informações mais técnicas nem sempre estão ao alcance do público, o que pode intervir nas avaliações.

Além das associações positivas sobre o polímero, para os respondentes também acarreta percepções predominantemente negativas, já que se “saber o longo tempo necessário para a decomposição, aparentam, em minha percepção, serem menos sustentáveis”, e “plástico são menos sustentáveis já que são descartáveis, duram menos e produzem mais volume de lixo”, tendo também “dificuldade de absorção do meio ambiente, e pela má fama nos últimos anos”.

Deste modo, se conclui que nos projetos de embalagens que objetivem comunicar o valor ambiental, o Papel Cartão apresenta a capacidade de sozinho comunicar sustentabilidade, e como segunda alternativa o Vidro. Em contrapartida, as embalagens fabricadas em metal e polímero apresentam dificuldade para comunicar a orientação ecológica, o que exige a adoção de outros aspectos visuais estéticos que sejam capazes de, em conjunto, melhorar o desempenho das embalagens frente às avaliações do público.

5. Considerações finais

Na pesquisa realizada o material se destacou como o elemento de maior influência para as avaliações acerca da sustentabilidade das embalagens, isso provavelmente pela familiaridade da população com esse tipo de aspecto estético que faz parte da materialização dos artefatos, e, portanto, é passível de manipulação por parte dos indivíduos, o que por sua vez permite o desenvolvimento de um repertório capaz de nortear novas avaliações.

Quanto à sustentabilidade, observou-se que os respondentes apresentam repertório geral sobre, porém foi possível constatar que se trata de um conhecimento fragmentado, o que não favorece uma avaliação mais completa sobre o impacto do material, e, portanto, pode gerar escolhas desfavoráveis ao consumo consciente. É possível conjecturar que as campanhas que contemplam a temática abordam a questão de modo superficial e/ou fragmentado, não expondo informações que contemplem todo o ciclo em que o material está envolvido e quais os impactos que causa, bem como também parece favorecer um tipo de material em detrimento de outros.

Quando o material foi atrelado à sustentabilidade, evidenciou-se que a população utiliza os conhecimentos sobre o tema, mesmo que superficiais, para a avaliação acerca da sustentabilidade da embalagem. Portanto, para evitar pré-conceitos errôneos, é preciso que a embalagem utilize também outras estratégias além dos materiais adotados para comunicar sustentabilidade quando a embalagem precisar adotar vidro, metal e polímeros sustentáveis, e assim evidenciar o valor ambiental agregado.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Embalagem Sustentável**. São Paulo. 2015b. Disponível em: <https://www.abre.org.br/abresustentabilidade/ciclo2_d/>. Acesso em: 11 de março 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **ESTUDO ABRE MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM E CADEIA DE CONSUMO: retrospecto de 2021 e perspectivas para o ano de 2022**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2021-2/#:~:text=O%20estudo%20exclusivo%20macroecon%C3%B4mico%20da,6%20bilh%C3%B5es%20alcan%C3%A7ados%20em%202020>>. Acesso em: 11 de março 2023.
- AKATU. **Pesquisa Akatu 2018: panorama do consumo consciente no brasil: desafios, barreiras e motivações**. Disponível em: <https://www.akatu.org.br/arquivos/Pesquisa_akatu_apresentacao.pdf>. Acesso em: 10 jan 2019.
- CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: COSAC NAIFY, 2013. 264 p. ISBN 978-85-405-0098-3.
- CLEMENTINO, Thamyres Oliveira; SILVA, Itamar Ferreira; PEREIRA, Carla; FERNANDES, Tâmila. **Embalagem Sustentável: Estudo do Potencial Comunicativo dos Elementos e Técnicas Visuais. Educação Gráfica (Online)**, v. 19, p. 1-18, 2015.
- CEMPRE. **Taxas de reciclagem**. Disponível em: <<https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagem/>>. Acesso em: 11 de março 2023.
- GONÇALVES, Alex Augusto; PASSOS, Marcelo Gonzalez; Biedrzycki, Aline. **Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. Estudos Tecnológicos**, v. 4, n.3, p. 271-283, 2008.
- INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens: Design, Materiais, Processos, Máquinas e Sustentabilidade**. São Paulo: Instituto de Embalagens, 2011.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009. 193 p.
- LESKO, J. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação**. São Paul: EDUSP, 2008.
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração de produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 208 p. ISBN 85-212-0288-1.
- LICHESKI, Laís Cristina. **Conteúdos e Significados refletidos em Mensagens Visuais**. 2004. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- LORENZINI, Giana Carli. **Estudo dos fatores críticos em de sucesso da gestão de design para inovação em embalagens de consumo**. 2013. 203 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.



MACHADO, Amanda Pires; CARDOSO, Helder Antônio Teixeira Gomes; SOUSA, Richard Perassi Luiz de. Gestão de Marca: A qualidade percebida nas embalagens dos produtos.

E-revista: LOGO, Florianópolis, v.11, p.2-10, 2011.

MAMMASSE, Nadra; SCHLICH, Pascal. Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies. **Food quality and preference**, v. 31, p. 124-128, 2014.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016. 366 p.

MARTINS, Ana Raquel Dias. **O design de embalagem como elemento diferencial de marketing: estudo de caso de marcas portuguesas**. 2014. 196 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014.

MESTRINER, Fabio. **Gestão Estratégica de Embalagem: Uma ferramenta de Competitividade para sua empresa**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008. 156 p.

MORAES, Djion de. **Metaprojeto: o Design do Design**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

MUNARI, Bruno. **Design e Comunicação visual**. 1 ed. São Paulo: Martins fontes, 2009.

NEGRÃO, Celso; CAMARGO, Eleida. **Design de embalagem, do marketing à produção**. 1 ed. São Paulo: Novatec Editora, 2006. 336 p.

NORVIG, Peter; RUSSEL, Stuart; INTELLIGENCE, S. **Artificial. A modern approach**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

RIBEIRO, Marco Tulio; SINGH, Sameer; GUESTRIN, Carlos. Why should i trust you?: Explaining the predictions of any classifier. **In: Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining**. ACM, 2016. p. 1135-1144.

SANTOS, Ivan Mota. **Avaliação da percepção dos usuários sobre a comunicação da sustentabilidade em produtos: o modelo Persus**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte 2012.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. 1 ed. Salvador: EDUFBA, 2010. 342 p. ISBN 978-85-232-0722-9

VIANA, Carlos André; IANN, Carla Rocha; COUTINHO, Renata Corrêa. A Cor e a Embalagem na Decisão de Compra: Reflexões Sobre Estratégias Persuasivas no PDV. **In: Seminário Internacional de Pesquisa em comunicação**, 5, 2013, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSM, 2013.

Desenvolvimento de estrutura bioinspirada com propriedades de amortecimento: conceitos, ferramentas e aplicações

Development of bioinspired structure with damping properties: concepts, tools and applications

Antônio Roberto Miranda de Oliveira, Doutor, UNIAESO.

antonio.roberto83@gmail.com

Amilton José Vieira de Arruda, Doutor, UFPE.

arruda.amilton@gmail.com

Emília Cristina Pereira de Arruda, Doutora, UFPE.

emilia_arruda@yahoo.com.br

Resumo

O desenvolvimento de novos materiais é fundamental para a evolução das áreas de engenharia, arquitetura e design. Isso ocorre porque novos materiais podem oferecer benefícios significativos em relação aos materiais tradicionais, com relação as suas propriedades estruturais, físicas e químicas. Na arquitetura e no design, novos materiais podem ser usados para criar produtos mais duráveis, sustentáveis e esteticamente agradáveis, mais leves e resistentes. Através da biomimética, este estudo fez uma análise, em 4 estruturas de frutas tropicais – laranja, maracujá, cacau e romã – para gerar uma nova estrutura com propriedades de amortecimento e dissipação de energia com auxílio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), microtomografia computadorizada (Micro-CT) e reconstrução tridimensional computadorizada. Como resultado foi desenvolvido uma estrutura bioinspirada nas disposições das paredes celulares encontradas no mesocarpo (albedo) da laranja – *Citrus sinensis*. Por meio dessa estrutura desenvolvida foi possível fazer testes computacionais e sua prototipação em resina por intermédio da fabricação digital. Dessa maneira, o desenvolvimento de materiais bioinspirados para melhor absorção de impacto e amortecimento é importante porque pode ajudar a melhorar a segurança e a eficácia de uma ampla variedade de produtos, desde equipamentos esportivos até equipamentos médicos, além de contribuir para a sustentabilidade e a eficiência energética, pontos de grande interesse para diversas áreas de conhecimento e contribuições metodológicas foram listadas.

Palavras-chave: Biomimética; Bioinspirado; Estruturas hierárquicas; frutas; prototipação

Abstract

The development of new materials is fundamental to the evolution of engineering, architecture, and