



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

IA nas Engenharias

29 nov. a 01 de dezembro 2023

Uso dos conceitos fundamentais da TRIZ para a resolução de problemas no desenvolvimento de embalagens de cosméticos

Thaísa Lana Pilz

Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (UTFPR)

Marco Aurélio de Carvalho

Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (UTFPR)

Cássia Maria Lie Ugaya

Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (UTFPR)

Resumo: O uso da TRIZ como ferramenta de orientação para a identificação e resolução de problemas que ocorrem em produtos e serviços, tem sido observado desde a década de 50, desde que o engenheiro Altshuller propôs a abordagem como forma de dinamizar o processo criativo. A TRIZ tem demonstrado ser uma abordagem poderosa para a busca por soluções criativas em problemas identificados em produtos e, até mesmo, processos que envolvem o desenvolvimento de novos produtos. Visto que, torna-se válido que o conhecimento sobre a TRIZ seja disseminado e que estudos práticos e didáticos que demonstrem o potencial de melhoria das funções de produtos e serviços sejam incentivados, esse artigo teve como foco a utilização dos conceitos fundamentais da TRIZ para a concepção de duas novas ideias de embalagens criativas utilizadas pela indústria de cosméticos para o armazenamento, proteção e aplicação de batom líquido, gloss labial e/ou corretivo líquido facial. Para isso, os passos propostos pela TRIZ para o diagnóstico da situação atual, formulação do problema e resolução do problema foram seguidos e descritos detalhadamente para esse estudo de caso. Na sequência, a matriz de contradições e o Método dos Princípios Inventivos (MPIs) foram utilizados para o processo de criação de ideias e análise das soluções propostas. Como resultado desses processos, duas propostas de embalagens criativas que podem resolver os problemas de desperdício de materiais (no caso, de batom líquido) e de vazamento foram projetadas e apresentadas para que, a partir dessas sugestões, novas melhorias fossem recomendadas.

Palavras-chave: TRIZ, Solução Criativa de Problemas, Desenvolvimento de Produto, Embalagem.

Utilizing TRIZ Fundamental Concepts for Problem Solving in Cosmetic Packaging Development

Abstract: TRIZ, introduced by engineer Altshuller in the 1950s, has long been recognized as a guiding tool for problem identification and resolution in products and services. Its effectiveness in generating creative solutions for challenges in both product development and optimizing new product processes is well-established. Given the value of disseminating TRIZ knowledge and promoting practical, didactic studies showcasing its potential for enhancing product and service functions, this article places primary focus on the application of TRIZ's fundamental concepts. Our objective is to conceive two innovative packaging solutions tailored specifically for the cosmetics industry. These solutions aim to optimize the storage, protection, and application of liquid lipstick, lip gloss, and/or

liquid facial concealer. To achieve this, we followed TRIZ's recommended steps for diagnosing the current situation, formulating the problem, and devising a solution – all of which are comprehensively detailed in this case study. Subsequently, we employed the Contradiction Matrix and the Method of Inventive Principles (MPIs) to facilitate idea generation and analyze proposed solutions. The outcome of these systematic processes is the conceptualization of two innovative packaging solutions, specifically designed to address issues related to material wastage, with a particular focus on liquid lipstick, and to prevent leakage. These proposals are presented as a foundation for further recommendations and future improvements.

Keywords: TRIZ, Creative Problem Solving, Product Development, Packaging.

1. Introdução

A busca por inovação tecnológica é primordial para que empresas se mantenham competitivas no mercado e ofereçam soluções com o foco na solução de problemas. Dentre os diversos problemas encontrados, a resolução de muitos destes tende a ser crucial para que melhores níveis de serviço e funcionalidade sejam alcançados.

Por outro lado, embora existam técnicas mais avançadas de resolução de problemas, o processo criativo de geração de ideias, ou mesmo o processo de identificação de um problema ou futuros problemas indesejados em um produto ou serviço, nem sempre é simples e/ou livre de viés.

Em virtude das dificuldades de se estabelecer um pensamento sistêmico de criatividade na perspectiva da racionalidade, e de enfrentar as barreiras psicológicas de criação, surge a abordagem da Teoria da Solução Inventiva de Problemas, conhecida pela sigla russa TRIZ, desenvolvida pelo engenheiro Genrikh Saulovich Altshuller (ALTSULLER, 1969) e descrita, também, por Salamatov (1999).

Sabe-se que, na prática empresarial, a velocidade de criação e lançamento deve ser diminuída, pois o mercado está cada vez mais competitivo e os consumidores esperam cada vez mais inovações em produtos e serviços em tempo hábil. Quando o assunto é embalagem, as inovações esperadas podem não ocorrer com tanta agilidade como quando o enfoque são os bens nos quais os clientes sentem diretamente a função do produto agindo. Assim, a falta de inovação nessa área pode se tornar um problema no processo, podendo elevar os custos dos sistemas produtivos e administrativos, devido à funcionalidade ineficaz de algumas de suas principais funções.

Estudos anteriores que utilizam a TRIZ para a melhoria de embalagens podem ser observados nos artigos de: Harahap, Mubarak e Suzianti (2020), que utilizam a TRIZ para examinar o design adequado da embalagem usada para a entrega de alimentos (embalagem terciária); de Rafsanjani e Singgih (2018), que propõem a integração do FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) com a TRIZ, para a melhoria do processo de impressão de embalagem de produto; de Ng *et al.* (2017), que teve como objetivo projetar uma seladora a vácuo multifuncional (máquina de selar *zip lock*), com o uso dos princípios da TRIZ; de Li *et al.* (2013), que utilizou os conceitos básicos da TRIZ para propor uma estrutura de *Rigid Package Container* (RPC) inovadora, com o foco na melhoria da vedação dessa embalagem para o uso em indústrias alimentícias; de Xu (2010), que utilizou a TRIZ para propor uma solução inovadora para o problema das embalagens de frutas na China; e de Rau e Fang (2009), que usaram a TRIZ para o problema de embalagem de logística no estágio de introdução de novos produtos para *notebooks*.

Deste modo, conforme verificado na literatura, já existem iniciativas com o foco na melhoria ou reprojeto de embalagens. Por outro lado, foi observado a inexistência de estudos que aplicam os conceitos fundamentais da TRIZ para os problemas de embalagem na indústria de cosméticos, sendo que esse segmento industrial é um dos que mais realizam pesquisas

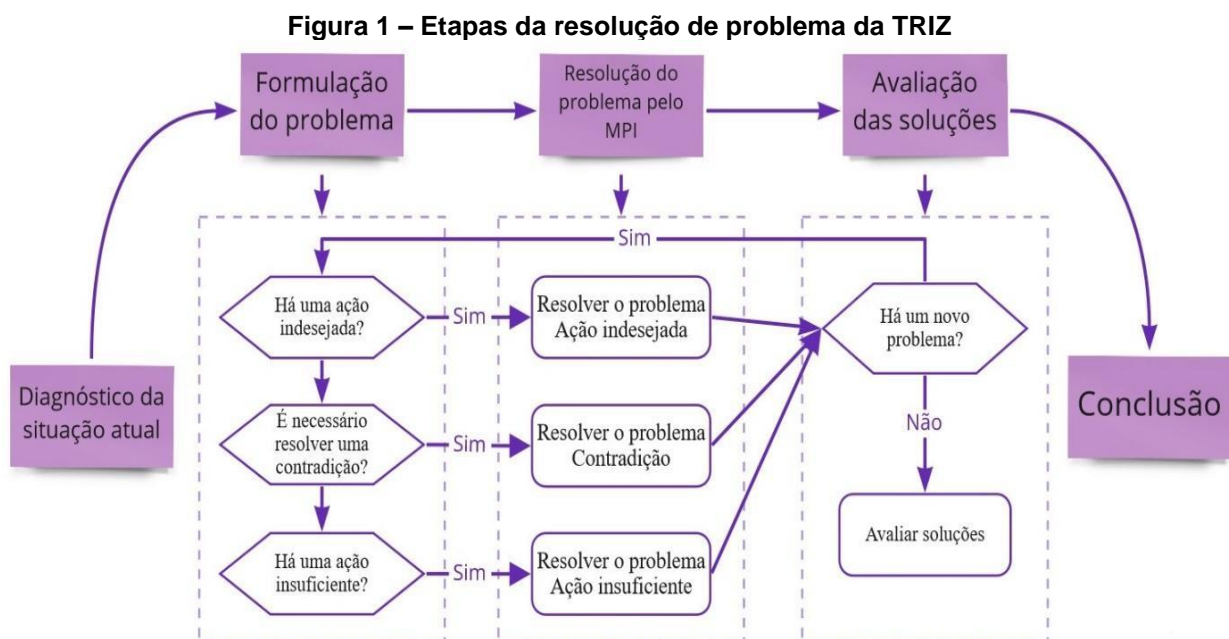
sobre embalagens e mais procuram resolver o problema de geração de grandes volumes de resíduos destas.

Deste modo, com base nessas constatações, esse artigo teve como objetivo a utilização da abordagem TRIZ para a resolução de problemas identificados em embalagens de cosméticos, especificamente, na embalagem comumente utilizada para o armazenamento, proteção e aplicação do batom líquido, gloss labial e/ou corretivo facial líquido para a área dos olhos.

2. Método

Com a finalidade de atender ao objetivo dessa pesquisa ação, a Figura 1 ilustra as atividades realizadas, de acordo com 5 etapas da resolução de problema com base na TRIZ. Além disso, o fluxograma de processos, que se inicia após o diagnóstico da situação atual, relativo ao ciclo de classificação do problema, resolução do problema e avaliação das soluções, foi adaptado do processo de Royzen (1993). A adaptação foi feita com o propósito de refletir o fluxo de processos necessários para os problemas identificados no produto em análise, o qual foi uma embalagem utilizada para armazenar produtos cosméticos líquidos ou pastosos.

A sequência de pesquisa foi efetuada com o propósito principal de aplicação da abordagem da TRIZ, para facilitar o entendimento sobre os seus principais fundamentos e gerar conhecimento prático sobre o assunto. Dessa forma, os esforços desse estudo foram direcionados à busca por soluções que possam resolver as contradições técnicas identificadas no sistema em análise.



Fonte: Adaptado de Royzen (1993)

Assim, na primeira etapa da pesquisa – Diagnóstico da situação atual, as informações referentes à embalagem e aos sistemas com os quais essa interage foram descritos. Além disso, os recursos disponíveis, que podem ajudar a resolver os problemas, o detalhamento sobre a situação problemática do sistema e a pesquisa por patentes que possam apresentar soluções alternativas foram, também, detalhados nessa etapa.

Já a segunda (Formulação do problema) e terceira etapa (Resolução do problema pelo MPI) tiveram como foco a classificação dos problemas identificados e a resolução dos problemas com base no Método dos Princípios Inventivos (MPI) e no uso da matriz de contradições, utilizado quando dois parâmetros no sistema são conflitantes (Altshuller, 1969), ocorrendo a melhoria de uma função em um parâmetro em detrimento de outra função em outro parâmetro.

Por fim, a quarta (Avaliação das soluções) e quinta etapa (Conclusão) foram atribuídas para a descrição e discussão sobre as alternativas de soluções propostas nesse artigo, assim como as conclusões, limitações e direcionamentos futuros.

3. Resultados e discussão

Nessa seção, o detalhamento das etapas descritas na metodologia, com relação à aplicação dos conceitos da TRIZ, é apresentado com um estudo de caso sobre uma embalagem usada pela indústria de cosméticos.

3.1 Diagnóstico da situação atual

A embalagem de cosmético delimitada para esse estudo foi a usualmente utilizada para o envase de batom líquido, gloss labial e corretivo facial líquido. Com base nessa delimitação, a primeira observação realizada foi relativa ao tipo de embalagem usada para conservar esses produtos. Essa observação não foi feita de forma estruturada como o benchmarking propõe para o processo de desenvolvimento de produtos e identificação das melhores práticas entre os concorrentes, mas como uma observação baseada na experiência de um dos autores e pessoas de seu convívio.

Assim, para simplificar a visualização dos principais componentes do sistema em análise, uma ilustração detalhada pode ser observada na Figura 2.



Fonte: Os autores (2023)

Deste modo, como a proposta desse artigo é a aplicação da TRIZ para estimular o pensamento criativo e propor soluções criativas para os problemas identificados, as seguintes etapas do MPI para formular o diagnóstico da situação foram realizadas:

a) Nome do sistema

Para fins de simplificação, o sistema será tratado com o nome de “Embalagem de batom líquido”.

b) Estrutura e ambiente do sistema

A embalagem do batom líquido contém um recipiente de plástico oco e rígido, onde o produto cosmético fica armazenado. A tampa possui uma rosca, utilizada para abrir e fechar a embalagem de plástico, acoplado com uma haste de plástico com uma ponta macia (ou flocada) para o uso do produto nos lábios.

Essa embalagem (sistema) interage diretamente com o batom líquido, que é envasado em seu interior por meio de máquinas automatizadas usadas para o envasamento do batom e rosqueamento da tampa (máquina pneumática) na linha de produção (supersistema 1). Após o transporte desse produto final, esse chega ao consumidor que realizará o seu uso, ou seja, a embalagem fará uma nova interação com outro supersistema (supersistema 2 – referente ao uso, armazenamento e transporte deste produto pelo consumidor).

c) Principal função do sistema

A embalagem de batom líquido é utilizada tanto para proteger e conservar o conteúdo do frasco, quanto para permitir a fácil aplicação do batom nos lábios.

d) Identificação dos principais elementos e suas funções no sistema

A embalagem é formada por quatro tipos de elementos, os foram exemplificados na Figura 1. Assim, a função da base de polietileno é armazenar o conteúdo envasado e proteger o conteúdo envasado; a função da haste com ponteira flocada é prover uma quantidade de produto para a aplicação confortável nos lábios; a função do batoque é impedir o vazamento do produto envasado e remover o excesso de batom líquido da haste de aplicação e da ponteira flocada; e a função da tampa é manter o sistema fechado para preservar o produto envasado contra as ações do tempo (oxidação).

e) Descrição do funcionamento do sistema

O uso do sistema técnico se inicia com a aplicação de um torque no sentido anti-horário para a abertura da tampa da embalagem. Na sequência, ao retirar a tampa com a haste de ponteira flocada da embalagem, uma grande quantidade de batom líquido fica fixada na haste. Para evitar que haja excesso de conteúdo nessa haste durante a aplicação, ao realizar a força para remover a tampa acoplada com a haste da base do sistema, essa haste cruza o batoque posicionado na abertura, que retira o excesso de batom líquido. Por fim, a tampa com a haste é movimentada pelo usuário de modo a aplicar o batom nos lábios e, no fim da aplicação, colocado novamente dentro da base, realizando o fechamento como torque no sentido contrário (anti-horário).

f) Levantamento de recursos

Recursos de substância: tampa, base, haste, batoque, batom, resíduos do batom, ar, umidade;

Recursos de energia: calor do ambiente, torque exercido, energia potencial, energia cinética,

Recursos de espaço: espaço entre a tampa e a base, espaço entre os lábios e a ponta flocada, espaço ao redor do sistema técnico, espaço interno do sistema técnico, espaço ocupado pela haste dentro da base; espaço ocupado pelo batoque dentro da embalagem;

Recursos de campo: campo gravitacional (fazendo o líquido escorrer tanto com o sistema fechado, quanto com o sistema em uso);

Recursos de tempo: tempo de aplicação do batom; tempo da embalagem aberta; tempo para abrir e para fechar a embalagem;

Recursos de informação: rigidez da base, maciez da ponta flocada, flexibilidade da haste;

Recursos de função: armazenamento do batom; conservação do batom; facilidade de uso/aplicação; facilidade de movimentação; facilidade de armazenamento.

g) Identificação das características desejadas que necessitam de melhoria e das características indesejadas que precisam ser eliminadas, reduzidas ou neutralizadas no sistema

A característica indesejada a ser reduzida, eliminada ou neutralizada no sistema técnico embalagem de batom líquido é o vazamento do conteúdo do recipiente e a característica desejada que necessita de melhoria é o acesso a todo o conteúdo do recipiente para que não ocorram desperdícios do produto cosmético.

h) Formulação do resultado final ideal

O sistema técnico deve permitir a aplicação adequada e agradável do batom líquido nos lábios, permitir o acesso facilitado ao produto cosmético quando este estiver no fim, sem que seja necessário se sujar para tentar abrir a embalagem e ter que aplicar muita força com o risco de rompimento da haste e permitir o armazenamento seguro sem que haja vazamentos indesejados.

3.2 Formulação do problema

Nessa etapa, para a formulação do problema a ser trabalhado, as seguintes perguntas foram respondidas para se estabelecer os principais focos de ação para o desenvolvimento de melhorias:

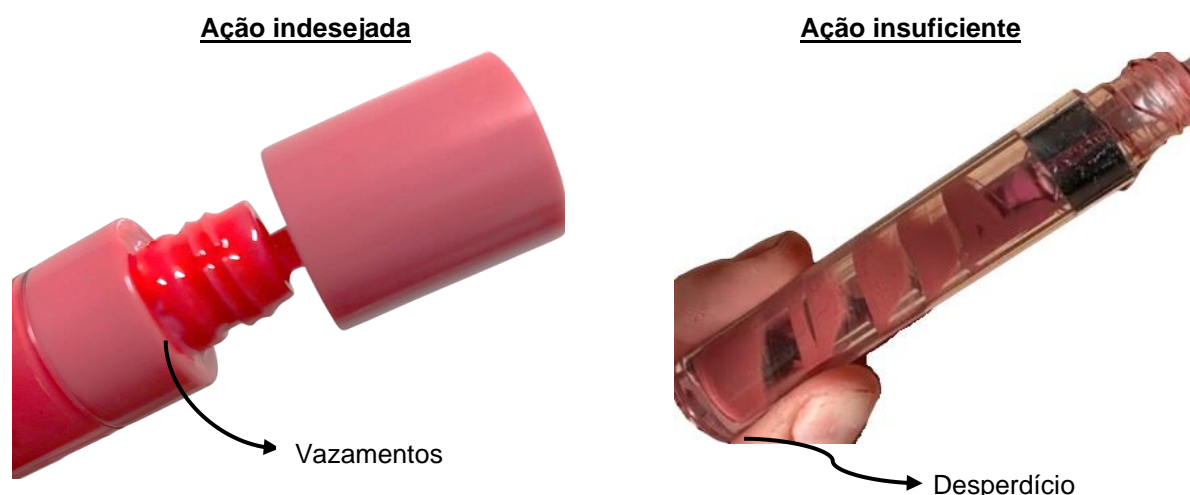
Classificando o problema: qual é o tipo de problema? Logo:

1. É necessário revelar a causa raiz do problema? Não.
2. É necessário detectar ou medir algo? Não.
3. É necessário diminuir / eliminar / neutralizar uma ação indesejada? Sim.
4. É necessário resolver uma contradição? Sim.
5. É necessário aumentar / melhorar uma ação insuficiente? Sim.
6. É necessário aumentar / melhorar uma ação útil? Não.

Com base nessas questões, os seguintes problemas foram selecionados para a embalagem de batom líquido, podendo ser observados, também, na Figura 3:

3. Ação indesejada: quanto mais líquida a textura do conteúdo envasado, mais chance de vazamento. Logo, a ação indesejada nessa embalagem é o derramamento do produto na região externa do frasco ou em outros objetos (agentes passivos que recebem a ação).
4. Contradição: quanto maior a abertura da embalagem, mais fácil alcançar todo o conteúdo do frasco, e maior a chance de desperdiçar produto por vazamentos indevidos.
5. Ação insuficiente: melhorar a embalagem para que todo o conteúdo do frasco seja utilizado, evitando-se desperdícios quando o produto estiver no fim.

Figura 3 – Componentes do sistema técnico



Fonte: Os autores (2023)

3.3 Resolução do problema pelo MPI e avaliação das soluções

Após o diagnóstico da situação atual do sistema técnico e classificação dos problemas identificados, foi necessário verificar quais dos 39 parâmetros de engenharia definidos por Altshuller (1969) eram mais coerentes com os problemas em questão. Assim, uma vez que o problema de vazamento do conteúdo da embalagem ocorre mesmo com a utilização do batoque, esse problema foi constatado como um problema crítico para as embalagens disponíveis atualmente no mercado e para as soluções que possam resolver o problema do desperdício de produto acumulado no fundo do recipiente.

Com base nisso, a contradição definida no tópico 3.2, foi traduzida nos parâmetros de engenharia para o uso na matriz de contradições. Assim, os parâmetros de engenharia utilizados para a contradição “–quanto maior a abertura da embalagem, mais fácil alcançar todo o conteúdo do frasco, e maior a chance de desperdiçar produto por vazamentos indevidos”, foram: 35. Adaptabilidade (alcance de todo o conteúdo do recipiente, a fim de evitar desperdícios) x 23. Perda de substância (vazamento).

Na sequência, a matriz de contradições de Altshuller (1969) foi consultada na tese de Carvalho (2007), para a identificação dos PIs sugeridos quando o parâmetro de engenharia a ser melhorado é o 35 e o parâmetro de engenharia que piora é 23 (Tabela 1)

Tabela 1 – Matriz de contradições resumida

		Parâmetros de engenharia piorados		
		Potência	Perda de energia	Perda de substância
Parâmetros de engenharia a ser melhorados		21	22	23
34	Mantenabilidade	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27
35	Adaptabilidade	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13
36	Complexidade do objeto	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29

Fonte: Os autores (2023)

Conforme Carvalho (2007), nas linhas são identificados os parâmetros de engenharia a serem melhorados e nas colunas o parâmetro que é prejudicado, de acordo com melhoria. Assim, o cruzamento entre o parâmetro a ser melhorado e afetado negativamente estão os princípios inventivos considerados mais úteis para a resolução da contradição (Altshuller, 1969; Carvalho, 2007). A matriz de contradições completa em português pode ser observada na tese de Carvalho (2007).

Como resultado da análise, os princípios inventivos utilizados para a inspiração de ideias inventivas para o sistema técnico foram os PIs 2 (Remoção ou Extração), 10 (Ação Prévia), 13 (Inversão) e 15 (Dinamização).

A partir disso, para cada PI, as seguintes ideias para os problemas de vazamento e desperdício dentro da embalagem foram sugeridas:

PI 2 – Remoção ou extração

Ideia 1: uma vez que na TRIZ, o objeto é o agente passivo da ação, uma forma de solucionar o problema do vazamento é utilizar esse tipo de embalagem somente para materiais pastosos, ou seja, mais consistentes como o batom líquido quando comparado ao gloss labial. Assim, essa ideia propõe a remoção de uma propriedade indesejada de um agente passivo no sistema (o material envasado como agente passivo), que é a textura do material envasado. Por outro lado, essa ideia não resolve o problema de desperdício no fundo do recipiente, uma vez que quanto mais pastoso o produto, mas acúmulos do mesmo ficaria depositado no fundo da embalagem, dificultando o seu alcance.

PI 10 – Ação prévia

Ideia 2: nesse caso, como a ação prévia já diz no nome, trata-se de encontrar maneiras/objetos que atuem de forma conveniente para minimizar a ação indesejada. Dessa forma, o problema de vazamento indesejado do batom em bolsas ou no local de armazenamento pode ser resolvido com o uso de um saco plástico, evitando-se assim, o espalhamento do conteúdo em caso do derramamento acidental. Novamente, essa sugestão de solução não resolve o problema em sua causa raiz, porém auxilia os consumidores a evitar danos maiores, como a total perda do produto e sujeiras em locais difíceis de higienizar.

Ideia 3: outra sugestão para o vazamento, é melhorar a interação que ocorre entre o batoque e a haste. É notável que o problema de vazamento, é consequência de uma ação insuficiente no sistema, ou seja, embora o batoque reduza a quantidade de produto que sai do frasco, a abertura feita no centro do batoque, para permitir a passagem da haste e da ponta flocada, deve ser repensada para não ocorram vazamentos quando a textura do conteúdo seja mais líquida.

PI 13 – Inversão

Ideia 4: como esse princípio traz como ideia central a fixação de partes móveis e/ou movimentação de partes fixas, uma solução para o problema de desperdício do batom líquido é a adição de outra abertura na parte inferior do frasco. Essa ideia pode resolver a dificuldade de alcance do produto no interior da embalagem, porém não soluciona o problema de vazamento. Outro ponto que deve ser destacado, é que a adição de outra abertura na embalagem, acaba ampliando as chances de vazamento. Assim, é fundamental que as ideias sugeridas para cada princípio inventivo, seja revisadas e/ou unidas.

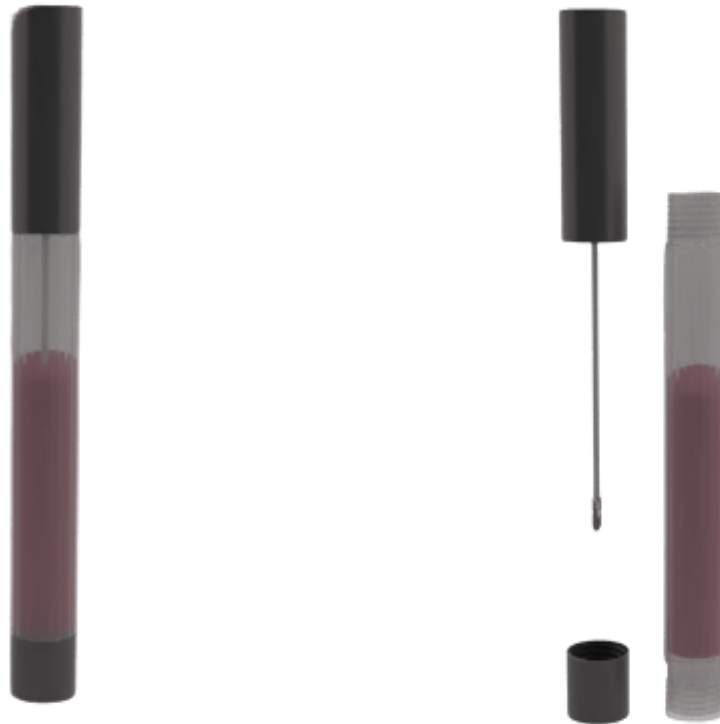
PI 15 – Dinamização

Ideia 5: com relação à dinamização, o objetivo é tornar um determinado objeto móvel ou adaptável, e/ou dividir o objeto em partes. Dessa forma, com base nesse PI, uma ideia para solucionar o problema do desperdício da embalagem é adicionar um dosador ajustável que puxe o conteúdo do fundo do recipiente em direção à sua abertura. Contudo, deve-se

imaginar como seria a interação desse sistema com o consumidor, dado que é fundamental tornar o sistema dinâmico e de fácil uso.

Com as ideias formuladas, duas novas concepções de embalagens criadas no *software SketchUp* são sugeridas, conforme ilustradas na Figura 4 e Figura 5.

Figura 4 – Proposta 1 de uma nova concepção da embalagem de batom líquido



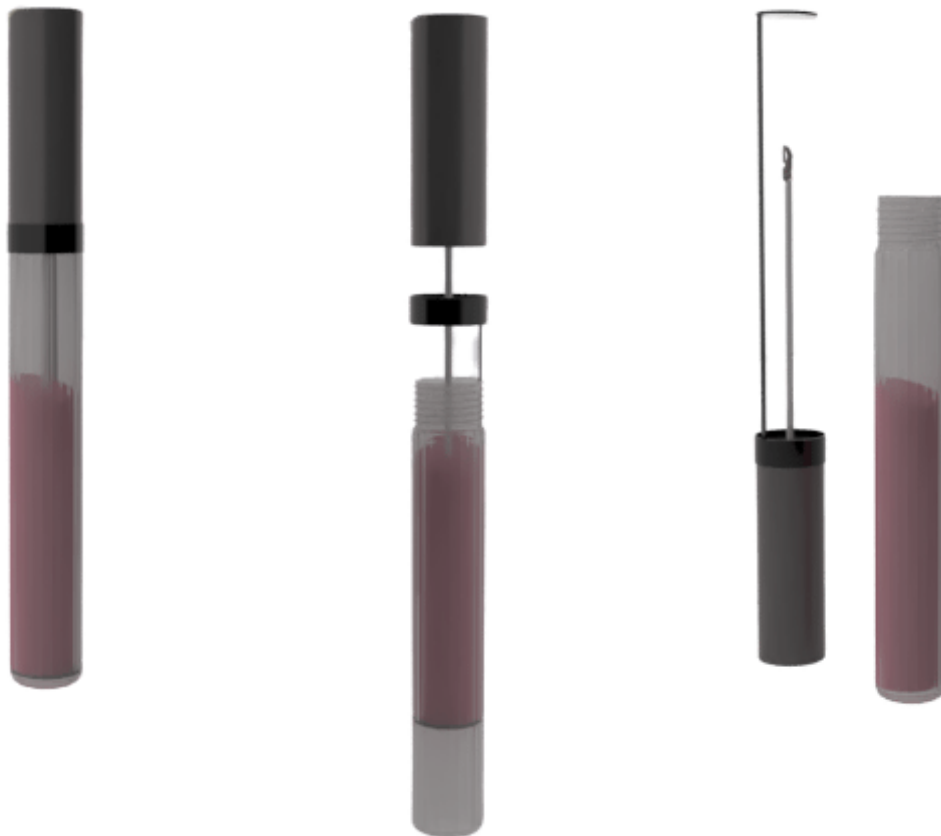
Fonte: Os autores (2023)

A primeira sugestão criativa (Proposta 1), apresenta um funcionamento complementar para a resolução do problema de acúmulo de produto e desperdícios resultantes desse tipo de embalagem. A ideia principal foi adicionar uma nova abertura na parte inferior da embalagem, fazendo com que essa nova abertura tenha como característica uma rosca um pouco mais curta do que a tradicional que conecta a base da embalagem e a tampa com a haste. Devido ao auxílio dessa outra abertura com tampa, o consumidor poderia acessar o conteúdo da embalagem quando sentisse necessidade, facilitando o uso completo do produto cosmético, que, como consequência, teria sua durabilidade aumentada e poderia colaborar com a redução de impactos ocasionados pelo desperdício desse produto (perda de material torna a funcionalidade do produto ineficiente; dificulta a higienização da embalagem durante o processo de separação e reciclagem de resíduos; aumenta o consumo deste produto, sendo necessário o aumento da produção para atender as demandas do mercado; pode influenciar nos custos e no estabelecimento do preço de venda pelas indústrias de cosméticos; entre outras consequências).

Além disso, o problema do vazamento da embalagem não foi totalmente solucionado. Nesse caso, recomenda-se um estudo mais aprofundado dos tipos de batoques que existem no mercado e suas funções, independente da sua aplicação, como em recipientes de produtos farmacêuticos, automotivos, cosméticos, entre outros, para possibilitar a realização de um reprojeto do batoque utilizando as melhores funções identificadas. Por

outro lado, se o fabricante estiver confiante de que a textura pastosa de seu produto não seja de fácil vazão, recomenda-se o uso dessa alternativa para esse tipo de produto, evitando-se, assim, maiores custos para a adaptação da embalagem.

Figura 5 – Proposta 2 de uma nova concepção da embalagem de batom líquido



Fonte: Os autores (2023)

Já a segunda ideia criativa apresenta um funcionamento mais complexo. A ideia é adicionar duas aberturas na extremidade onde a tampa está conectada. Assim, a primeira possibilidade de abertura da embalagem, é a abertura que contém a haste com a ponta flocada para a aplicação nos lábios. A segunda abertura, que estaria conectada com a tampa que contém a haste e a base da embalagem, teria como função puxar o produto acumulado no fundo (chapinha circular localizada no fundo da embalagem, conectada com a chapinha vertical localizada rente à parede da embalagem) e nas paredes do recipiente em direção à abertura. Deste modo, a haste com a ponta flocada poderia alcançar o produto com maior facilidade, evitando-se os desperdícios mencionados durante a formulação do problema.

Vale destacar, também, que nesse caso de alteração do design (Proposta 2) a ideia criativa seria o uso desse tipo de recipiente para o envase de produtos com a textura mais pastosa (como o caso do batom líquido ou corretivo facial).

Outro ponto importante de mencionar é com relação aos ajustes das dimensões. Para a Proposta 2, devido à dinâmica de acoplamento de duas aberturas na mesma extremidade, a base da embalagem deve ser um pouco mais larga do que a habitual vista nos batons líquidos, para permitir a viabilização técnica dessa proposta.

4. Conclusão

Neste trabalho, foram seguidos os conceitos fundamentais para a resolução de problemas com a TRIZ, a partir do uso do algoritmo MPI, para a resolução de problemas inventivos, e da matriz de contradições. A TRIZ foi de grande importância para a identificação de problemas inerentes ao sistema analisado, para a busca por soluções para os problemas e, principalmente, para estimular o pensamento criativo. Sabe-se que, embora a criatividade seja uma das habilidades mais importantes para o desenvolvimento de profissionais capazes de solucionar problemas e de lidar com situações onde há a necessidade de tomar decisões rápidas, nem sempre o ambiente empresarial e acadêmico proporcionam o estímulo adequado para a manifestação de ideias criativas.

Assim, com base no exercício realizado nesse artigo, as propostas apresentadas podem solucionar o problema de acúmulo de produto nas extremidades do recipiente, ainda que sejam projetos de protótipos e que demandem futuros ajustes. Ainda, para comprovar as hipóteses de soluções para os problemas identificados nesse artigo, como etapas futuras recomenda-se o desenvolvimento do protótipo físico e teste da solução.

Com relação ao vazamento do produto depositado na embalagem, esse problema foi uma das dificuldades desse estudo, uma vez que, como evidenciado no tópico 3.3, seria de fundamental importância a realização de um *benchmarking* de todas as possibilidades de batiques, listando as suas funções e verificando qual a possibilidade de utilização no tipo de embalagem tratada nesse artigo.

Relativa às limitações desse estudo, observou-se uma tendência de evolução contínua do sistema técnico, visto que as soluções propostas ainda necessitam de ajustes e de maiores análises sob a ótica da viabilidade econômica e da capacidade tecnológica de produção dos fabricantes.

Por outro lado, o processo de concepção de ideias criativas apresentado nesse estudo de caso, demonstrou a relevância de se basear em um processo guiado como a TRIZ, uma vez que muitas alternativas de melhoria poderiam passar despercebidas quando não há um pensamento sistêmico. Além disso, recomenda-se que a TRIZ seja aplicada novamente para esse sistema de produto, não somente de forma individual, mas em pequenos grupos de pessoas, para estimular uma troca maior de informações entre os integrantes e para a geração de alternativas diversificadas que resolvam os problemas destacados.

Adicionalmente, recomenda-se a realização de um *brainstorming* passando por todos os princípios inventivos, dado que o resultado final pode ter sido influenciado pelas decisões dos autores, com relação à escolha dos parâmetros de engenharia delimitados para o uso na matriz de contradições e seleção dos PIs, e uma análise mais detalhada das patentes de embalagens. Ainda, o desenvolvimento de protótipos físicos para teste das soluções é recomendado, para validação das soluções apresentadas e possíveis ajustes de *design*.

Referências

- ALTSHULLER, G. S. **Innovation Algorithm – TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity**. Worcester: Technical Innovation Center, (1a ed. Russa, 1969), 2007.
- CARVALHO, M. A. **Metodologia IDEATRIZ para a ideação de novos produtos**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- HARAHAP, M. F. B.; MUBARAK, A.; SUZIANI, A. **Designing a Green Food Delivery Packaging with QFD for Environment (QFDE) and TRIZ**. IOP Conference Series: Earth

and Environmental Science. **Anais...**Institute of Physics Publishing, 2020.

HUANG, C. Y. et al. **Application of TRIZ Theory to Solving Problems in Product Research and Development - Case Study of Probe Card Tester**. Proceedings - 2017 International Conference on Control, Artificial Intelligence, Robotics and Optimization, ICCAIRO 2017. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017

LI, R.-L. et al. Innovative design of a rigid package container applied in ultra high pressure food processing based on triz. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v. 6, n. 12, p. 2238–2242, 2013.

NG, P. K. et al. Designing a multifunctional vacuum sealer using TRIZ principles. **Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 12, n. 17, p. 4385–4389, 2017.

RAFSANJANI, S.; SINGGIH, M. L. **Quality control and improvement for process printing of the product package using integration of FMEA-TRIZ**. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Anais...**IEOM Society, 2018.

RAU, H.; FANG, Y.-T. **Conflict resolution of product package design for logistics using the triz method**. Proceedings of the 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. **Anais...**Baoding: 2009.

ROYZEN, Z. **Application TRIZ in Value Management and Quality Improvement**. The SAVE Proceedings, Vol. XXVIII, Society of American Value Engineers, International Conference, Fort Lauderdale, Florida: 1993.

SALAMATOV, Y. **TRIZ: The Right Solution at The Right Time – A Guide to Innovative Problem Solving**. Hattem: Insytec, 1999.

XU, L. **Research on the method of packaging creative design according to TRIZ theories system**. 17th IAPRI World Conference on Packaging 2010. **Anais...**Tianjin: 2010.