ABORDAGEM MULTICRITÉRIO APLICADA AO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Daniele Darlane de Souza Lima
MAPS – Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy
Universidade Federal de Pernambuco
Caixa Postal: 95, CEP: 55.002-970, Caruaru-PE, Brasil
daniele-_darlane@hotmail.com

Marina Dantas de Oliveira Duarte
MAPS – Modelling and Alignment of Portfolio and Strategy
Universidade Federal de Pernambuco
Caixa Postal: 95, CEP: 55.002-970, Caruaru-PE, Brasil
marinadod@gmail.com

RESUMO

A fase de Projeto Conceitual representa uma etapa crítica do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), por isso, é interessante utilizar métodos que apoiem e facilitem a tomada de decisão neste processo, isso pode ser feito através de uma abordagem de portfólio com o propósito de definir especificações do produto a partir de uma combinação de características ótima. No presente trabalho, é realizada uma aplicação do modelo de Kano junto ao método multicritério de agregação aditiva para portfólio à fase de Projeto Conceitual a fim de sugerir uma combinação de características de produto ideal. O modelo de Kano é utilizado para extrair as percepções dos consumidores acerca do produto e seus graus de satisfação sobre cada característica que o compõe. Este modelo é aplicado ao problema da definição das características para um frasco de perfume e é realizada uma análise de sensibilidade para verificar a robustez da solução encontrada.

PALAVRAS-CHAVE. Processo de Desenvolvimento de Produtos, Modelo de Kano, Portfólio Multicritério.

ADM – Apoio à Decisão Multicritério, OA – Outras aplicações em PO

ABSTRACT

The Concept Design phase represents a critical step in the Product Development Process (PDP), so it is interesting to use methods that support and facilitate decision making in this process, this can be done through a portfolio approach with the purpose of defining product specifications from an optimal combination of characteristics. In the present paper, an association of the Kano model with an additive aggregation multi-criteria method for portfolio selection is applied to the Concept Design phase in order to suggest a combination of ideal product characteristics. The Kano model is used to extract consumers' perceptions about the product and their degrees of satisfaction about each characteristic that composes it. This model is applied to the problem of defining the characteristics for a perfume bottle and a sensitivity analysis is performed to verify the robustness of the solution found.

KEYWORDS. Product Development Process. Kano's Model. Multicriteria Portfolio.

MDA – Multicriteria Decision Aid, OA – Other applications in OR

1. Introdução

Manter-se relevante e destacar-se dos seus concorrentes é essencial para que uma organização possa assegurar sua competitividade. Uma das maneiras de garantir e aumentar a competitividade de um negócio é através do desenvolvimento de novos produtos. Porém, elaborar um novo produto ou mesmo modificar um produto já existente pode ser uma tarefa complexa, deste modo, ter em mãos uma metodologia que forneça apoio durante esse processo se torna extremamente relevante.

Para auxiliar no procedimento de modificação ou criação de um novo produto é comum utilizar-se de metodologias apropriadas como o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Segundo [Tarasewich 1996], o design de produto pode ser definido como uma atividade estratégica que concebe um conceito para um produto e cria especificações que permitem a produção do produto, possivelmente em forma de protótipo. De acordo com [Ulrich *et al.* 2020], o PDP é uma sequência de passos ou atividades que uma empresa adota para criar, planejar e comercializar um produto. Uma das etapas mais importantes do PDP é o desenvolvimento de conceito, momento no qual as necessidades do mercado alvo são identificadas e conceitos diferentes de produto são gerados e avaliados para que sejam selecionados para maiores desenvolvimentos e testes.

Para efetuar o processo de desenvolvimento de produtos com sucesso é necessário entender os requisitos do produto e quais características são mais importantes e mais atraentes para o consumidor. Para isso, pode-se utilizar do modelo de Kano que tem como objetivo identificar as percepções dos consumidores sobre os atributos ou características do produto.

A etapa de projeto conceitual do PDP pode ser vista como um problema de decisão de múltiplos critérios ou como um problema de portfólio, dado que são elaborados diferentes conceitos de produto e o de melhor desempenho é selecionado para maiores estudos e avaliações. Isso posto, é possível utilizar de metodologias multicritério para auxiliar durante tal processo de decisão.

Neste trabalho, iremos utilizar o modelo de Kano para extrair as preferências dos clientes sobre as características de um frasco de perfume, definir critérios de avaliação para o problema, montar portfólios com as características detalhadas do frasco de perfume que serão, então, avaliadas com o auxílio do método de agregação aditiva para portfólio a fim de sugerir uma combinação de características ótima. Também será realizada uma análise de sensibilidade com o intuito de verificar a robustez do modelo aplicado.

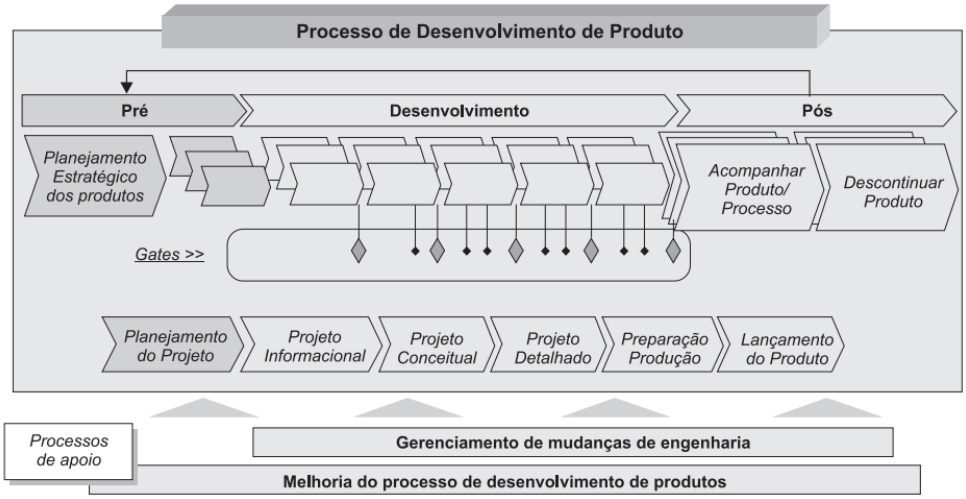
2. Processo de Desenvolvimento de Produtos

Segundo [Rozenfeld *et al.* 2006], o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) está inserido na interação entre a empresa e o mercado, cabe ao PDP identificar e antecipar as necessidades do mercado e, então, propor soluções que irão atender essas necessidades. O PDP apresenta muitas incertezas e riscos, principalmente em suas fases iniciais de definição das especificações do produto. O PDP envolve todo o ciclo de vida do produto traduzindo o conhecimento sobre as necessidades do mercado, as oportunidades tecnológicas e as estratégias da empresa em informações para a produção, distribuição, uso, manutenção e descarte do produto.

O PDP não possui um modelo padrão, cada empresa irá utilizar um modelo de PDP que mais se adeque às necessidades da empresa, a sua estratégia ou tipo de produto que deseja gerar. Por exemplo, [Ulrich *et al.* 2020] detalham as seis fases para seu processo de desenvolvimento genérico, são elas: planejamento, desenvolvimento de conceito, design no nível de sistema, design de detalhe, teste e refinamento, e aumento da produção. [Pahl *et al.* 2007] definem o fluxo do PDP iniciando-se com o planejamento e esclarecimento de tarefas, seguido pelo projeto de conceito, incorporação do projeto, projeto detalhado, layout preliminar e layout definitivo. E [Crawford e Benedetto 2015] explanam um processo de desenvolvimento de novos produtos simples, com cinco fases: identificação e seleção de oportunidade, geração de conceito, avaliação de conceito/projeto, desenvolvimento (incluindo tarefas técnicas e de marketing) e, por fim, o lançamento do produto.

[Rozenfeld *et al.* 2016] optaram por formar um modelo unificado, voltado a empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e de capital, que busca apresentar as melhores práticas em desenvolvimento de produtos. Esse modelo é dividido em macrofases, as quais são subdivididas em fases e atividades, conforme é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo geral do PDP adotado por [Rozenfeld et al. 2006]



Fonte: [Rozenfeld et al. 2016]

As três macrofases do modelo de PDP unificado elaborado por [Rozenfeld *et al.* 2016] são o pré-desenvolvimento, o desenvolvimento em si e o pós desenvolvimento. Neste artigo focaremos na fase do projeto conceitual do produto que faz parte da macrofase de desenvolvimento. No projeto conceitual são executadas as atividades de busca por soluções já existentes, criação de soluções e seleção de soluções para o problema de projeto. A partir das especificações-meta que é o conjunto de objetivos ou metas a que o produto deve atender para refletir às necessidades dos clientes que foram definidas na etapa anterior, o projeto informacional, será possível conceber o produto.

No início da fase de Projeto Conceitual, o produto é modelado funcionalmente e descrito de forma abstrata, definindo o produto em termos de suas funções, independentemente de seus princípios físicos. Define-se a função global do produto que será desdobrada em várias estruturas de funções do produto até que uma seja selecionada. Após isso, vários princípios de solução são propostos para satisfazer cada uma das funções. Assim, combinando os vários princípios, é possível criar várias alternativas de solução, dentre as quais uma ou mais podem ser selecionadas. Para cada uma dessas alternativas geradas, define-se uma arquitetura que contém a estrutura do produto em termos dos componentes e suas conexões. Estas arquiteturas dão origem às concepções, que já agregam informações de estilo e dos possíveis fornecedores. Essas concepções são, então, alvo de um processo de seleção, que vai apontar aquela concepção que melhor atende às especificações-meta e a outros critérios de escolha.

A concepção obtida é uma descrição aproximada das tecnologias, princípios de funcionamento e formas de um produto. É uma descrição concisa de como o produto irá satisfazer as necessidades dos clientes. E, por fim, ocorrem as atividades finais genéricas da fase, que envolvem o monitoramento da viabilidade econômica, avaliação, aprovação da fase e o registro das decisões tomadas e lições aprendidas.

No presente artigo, iremos nos concentrar na concepção de um frasco de perfume. Para isso, são identificadas possíveis características de um frasco de perfume e o conjunto de critérios a serem tratados junto ao especialista. Com o auxílio do modelo de Kano, que é muito utilizado na área de qualidade para extrair as percepções dos consumidores medindo a satisfação dos clientes

para um dado produto ou serviço, são extraídas as preferências dos consumidores sobre essas características. Então, é definido um portfólio com as combinações de características do produto possíveis e, por fim, utilizaremos o modelo de agregação para sugerir uma combinação de características ótima. O modelo de Kano será mais bem detalhado a seguir.

3. Modelo de Kano

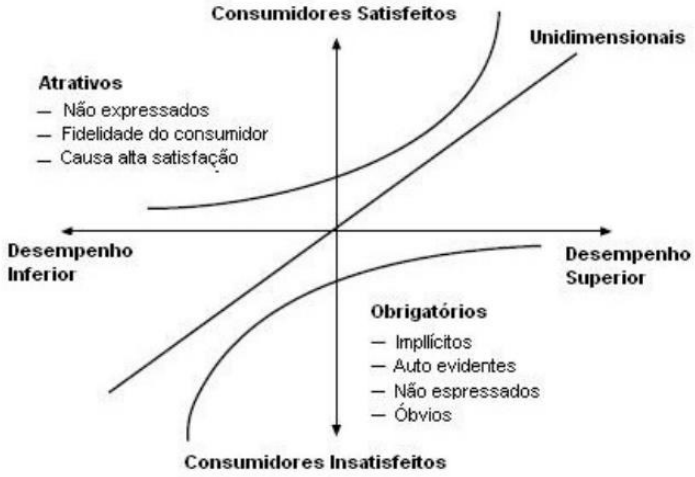
O modelo de Kano [Kano *et al.* 1984] foi desenvolvido nos anos 80 pelo Dr. Noriaki Kano. O modelo introduziu a teoria da qualidade atrativa para explicar melhor os papéis que os diferentes atributos de qualidade desempenham para os clientes. Com essa abordagem, entender a qualidade em um nível de atributo da perspectiva do cliente se torna essencial. Na metodologia Kano, um questionário é utilizado para classificar cada atributo de qualidade. A classificação é feita com base na identificação da satisfação do consumidor em relação a presença de uma característica (forma funcional da questão) ou a ausência dessa característica (forma disfuncional da questão). Em seguida, uma tabela de avaliação é usada para classificar cada atributo em uma das cinco dimensões de qualidade: (A) qualidade atrativa, (O) qualidade unidimensional, (M) qualidade obrigatória, (I) qualidade indiferente e (R) qualidade reversa [Witell *et al.* 2013].

Segundo [Tontini 2003], os atributos de qualidade podem ser definidos como:

- Atributos atrativos: são atributos chave para a satisfação do consumidor. Se estão presentes ou têm desempenho suficiente, trarão uma maior satisfação ao cliente, porém não trarão insatisfação se não forem atendidos. Atributos atrativos não são nem expressos explicitamente e nem esperados pelo cliente;
- Atributos unidimensionais ou de desempenho: nestes atributos, a satisfação do cliente é proporcional ao nível de atendimento, ou seja, quanto maior o nível de atendimento, maior será a satisfação do cliente e vice-versa. São, geralmente, exigidos explicitamente pelos clientes;
- Atributos obrigatórios: correspondem às funções básicas de um produto, seus requerimentos de qualidade. Se estes atributos não estiverem presentes ou se seu desempenho for insuficiente, os clientes ficarão extremamente insatisfeitos. Por outro lado, se estes atributos estiverem presentes ou tiverem desempenhos suficientes, eles não trazem satisfação. Atributos obrigatórios geralmente não são exigidos explicitamente pelos clientes, pois eles os consideram como inerentes;
- Atributos indiferentes ou neutros: são aqueles cuja presença não traz satisfação e a sua ausência não traz insatisfação. São atributos que nunca ou apenas raramente são utilizados pelo cliente, ou que o cliente não sabe como poderia utilizá-lo.
- Atributos reversos: Estes atributos são os que sua presença traz insatisfação.

Uma representação do modelo de Kano sugerida por [Figueredo 2005] é ilustrada na Figura 2, em que é possível observar o comportamento dos atributos e sua implicação na satisfação ou insatisfação dos clientes.

Figura 2 – Diagrama de Kano



Fonte: [Figueredo 2005]

Segundo [Figueredo 2005], a aplicação do modelo de Kano pode ser dividida em quatro etapas:

- O modelo de Kano se inicia com uma pesquisa qualitativa para a identificação dos atributos ou características. Essa pesquisa pode ser realizada da maneira que a empresa preferir, algumas fazem uso de *brainstorming* em grupos de foco, entrevistas individuais, ou utilizam de questionários.
- Após isso, é feita a construção do questionário do modelo de Kano para classificar as características identificadas nas cinco dimensões de qualidade explicitadas anteriormente. O questionário é formulado de modo que quem responde irá indicar se ele se sente satisfeito ou insatisfeito em relação ao atributo ou a uma determinada situação, como é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ilustração do questionário de Kano

Como você se sente sobre esta característica?		**Satisfeito**	**Deve ser assim**	**Indiferente**	**Posso conviver**	**Insatisfeito**
Característica 1	Funcional	(100%)				
	Disfuncional				(100%)	
...	Funcional					
	Disfuncional					
Característica n	Funcional		(100%)			
	Disfuncional					(100%)

Fonte: Adaptado de [Wang 2013]

- Então, é efetuada a classificação dos atributos de acordo com as respostas dos clientes entrevistados ao questionário. A combinação das respostas funcional e disfuncional irá determinar a classificação do atributo. A Tabela 2 mostra como é feita a classificação dos atributos, em que o atributo pode ser considerado: A – Atrativo; O – Obrigatório; R – Reverso; U – Unidimensional; Q – Questionável; e N – Neutro.

Tabela 2 – Classificação dos atributos

Resposta do cliente		**Questão Negativa (Disfuncional)**				
		Satisfeito	**Deve ser assim**	**Indiferente**	**Posso conviver**	**Insatisfeito**
Questão Positiva (Funcional)	**Satisfeito**	Q	A	A	A	U
	Deve ser assim	R	N	N	N	O
	Indiferente	R	N	N	N	O
	Posso conviver	R	N	N	N	O
	Insatisfeito	R	R	R	R	Q

Fonte: Adaptado de [Tontini 2003]

– Em seguida, a tabela com as contagens e os percentuais de cada respondente é feita. E, por fim, é efetuado o cálculo do coeficiente de satisfação do consumidor. E, segundo [Berger *et al.* 1993], isso pode ser feito utilizando o cálculo do coeficiente de satisfação (CS) e do coeficiente de insatisfação (CI), que são explicitados na Equação (1) e na Equação (2), respectivamente:

$$CS = \frac{A_j + U_j - R_j}{A_j + U_j + O_j + R_j + N_j} \quad (1)$$

$$CI = \frac{U_j + O_j - R_j}{A_j + U_j + O_j + R_j + N_j} \quad (2)$$

Onde A_j, U_j, O_j, R_j e N_j representam as porcentagens correspondentes para cada característica nos atributos de Kano (Atrativo, Unidimensional, Obrigatório, Reverso e Neutro). Para o problema tratado neste artigo, essas equações são utilizadas em um cenário dicotômico, onde algo será funcional ou disfuncional, onde cada característica possui diversos níveis. A Equação (3) sintetiza esta informação:

$$S_j = p_j CS + (1 - p_j) CI \quad (3)$$

onde S_j representa o grau de satisfação da característica *j* e p_j representa o desempenho da característica *j* e é normalizado entre 0 e 1.

O modelo de Kano é bastante difundido, de acordo com [Violante e Vezzetti 2017] o modelo tradicional media os atributos qualitativamente, mas ele possui abordagens diferentes que podem medir os atributos quantitativamente que contam com o auxílio de outras metodologias como o uso de abordagens de regressão, coeficientes de satisfação dos consumidores ou modelo *fuzzy*.

Em [Wang 2013] é aplicado o modelo de Kano *fuzzy* para elicitar as percepções do consumidor sobre os atributos de uma variedade de *smartpads* e extrair a satisfação do consumidor. Em [Fofan *et al.* 2019] o modelo de Kano é aplicado com o auxílio do PROMETHEE II para ranquear 20 possíveis ações a serem tomadas para a divisão de uma empresa que fornece serviço de rastreamento de veículos. [Lee e Huang 2009] aplicam uma abordagem do modelo de Kano com questionários *fuzzy*, desenvolvem um cálculo para o desempenho de acordo com a classificação de qualidade de Kano e aplicam esse modelo para mensurar a qualidade de serviço de um parque de diversões. [Wu e Wang 2012] aplicam uma abordagem *fuzzy* contínua para o modelo de Kano a fim de analisar os requisitos do consumidor com maior precisão, um índice de avaliação que

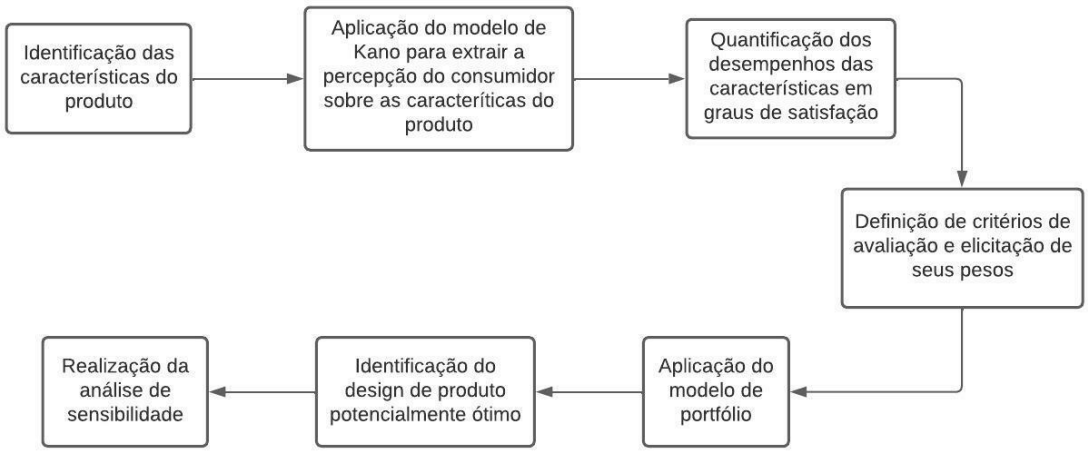
permite priorizar os requisitos do consumidor é introduzido e, por fim, para avaliar o modelo proposto ele é aplicado em um estudo de caso para o desenvolvimento de celulares.

4. Descrição do Modelo

Neste trabalho, é proposto um modelo para apoiar às decisões tomadas na fase de projeto conceitual do PDP, em que são analisadas as especificações-meta do produto, identificadas as funções do produto, estabelecida a função global, estabelecidas as estruturas funcionais alternativas e selecionada a estrutura funcional do produto.

Deste modo, já com as características do produto identificadas, utilizaremos o modelo de Kano para extrair a percepção dos clientes sobre estas características. Foi utilizada uma adaptação do questionário proposto pelo modelo de Kano para aplicação nas características de um frasco de perfume, o que permitirá identificar os atributos percebidos pelos clientes, analisar e interpretar os dados obtidos pelo questionário aplicado, calcular o Coeficiente de Satisfação e o Coeficiente de Insatisfação e calcular o grau de Satisfação de cada característica. A informação obtida pela metodologia Kano será adotada como um dos critérios do problema, a saber, o 'impacto da característica'. Também serão definidos mais critérios e suas constantes de escala com o auxílio de um especialista. O especialista também definirá uma restrição de recurso monetário para o problema. A partir destes dados, poderemos aplicar o modelo de agregação aditiva para portfólio para determinar a combinação de características que possui o melhor desempenho dentro das restrições impostas pelo especialista. A Figura 3 abaixo ilustra esta estrutura com o passo a passo aplicado no trabalho.

Figura 3 – Estrutura do modelo



Fonte: As autoras [2022]

O modelo de portfólio com função objetivo multiatributo foi adotado para a resolução do problema. Este método considera uma função valor para cada critério *k* e para a obtenção da função valor global de cada alternativa esta informação é agregada utilizando constantes de escala relativas a cada critério. A função objetivo é uma função valor de agregação aditiva que está sujeita às restrições impostas para o problema. Considerando que A_{ij} $(i = 1,2,\dots,m$ e $j = 1,2,\dots,n)$ são características que estão disponíveis para o produto. O modelo de otimização que maximizará a função objetivo será:

$$Max \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} z_{ij} v(A_{ij}) \qquad (4)$$

Onde z_{ij} é uma variável binária que vai indicar se a característica A_{ij} estará inclusa no portfólio e $v(A_{ij})$ é a função valor da característica A_{ij}. O valor global de cada característica será:

$$v(A_{ij}) = \sum_{l=1}^{q} k_l v_l(x_{ijl}) \quad (5)$$

Onde x_{ijl} é o resultado obtido pela característica A_{ij} no atributo l, $(l = 1,2,\dots,q)$, v_l é a função de valor marginal no critério l, e k_l é a constante de escala relativa ao critério l, que é normalizada para que o somatório de todas as constantes de escala se iguale a 1.

As funções valor serão normalizadas utilizando uma escala de razão dado que, usando uma escala intervalar, no contexto de seleção de portfólio de projetos, possui-se aproximadamente 10% de chance de uma solução inadequada ser recomendada [Lima *et al.* 2020]. Esta normalização ocorre conforme a Equação 6:

$$v_l(x_{ijl}) = \frac{x_{ijl}}{\overline{x_l}} \quad (6)$$

Onde $\overline{x_l} = max_{ij} x_{ijl}$ é o melhor desempenho no critério l.

5. Aplicação do Modelo

No presente estudo, é adotado o procedimento descrito pela Figura 3 para a aplicação no problema de escolha de *design* de um frasco de perfume. Primeiramente são identificadas as características do frasco explicitadas na Tabela 3. Para cada característica são levantadas alternativas de especificação, detalhadas na segunda coluna da tabela. Desse modo, a característica A_1 apresenta quatro possíveis especificações detalhadas e A_2 duas possíveis especificações detalhadas, por exemplo.

Tabela 3 – Características do frasco de perfume

Característica	**Especificação detalhada**
A_1 - Formato da tampa do frasco	A_{11} - Arqueado
	A_{12} - Forma de T
	A_{13} - Retangular
	A_{14} - Cilindro
A_2 - Conexão da tampa com o corpo do frasco	A_{21} - Com conexão
	A_{22} - Sem conexão
A_3 - Formato do corpo do frasco	A_{31} - Curvas simétricas
	A_{32} - Linhas simétricas
	A_{33} - Paralelo
	A_{34} - Linhas irregulares
A_4 - Proporção de largura e comprimento	A_{41} - Iguais
	A_{42} - Comprimento um pouco maior
	A_{43} - Comprimento muito maior
A_5 - Transparência da tampa do frasco	A_{51} - Transparente
	A_{52} - Opaco
A_6 - Transparência do corpo do frasco	A_{61} - Transparente
	A_{62} - Opaco

A_7 - Estampa do corpo do frasco	A_{71} - Estampado
	A_{72} - Geométrico
	A_{73} - Listrado
	A_{74} - Nenhum
A_8 - Material do frasco	A_{81} - Vidro
	A_{82} - Vidro colorido
	A_{83} - Plástico
A_9 - Padrão do texto do frasco	A_{91} - Serif
	A_{92} - Sans-serif
	A_{93} - Fantasia
	A_{94} - Cursiva

Fonte: As autoras [2022]

Foi elaborado e aplicado um questionário baseado no proposto pelo modelo de Kano para realizar a extração da informação dos clientes sobre as características explicitadas na Tabela 3. Também é válido mencionar que no presente trabalho foi realizada apenas uma avaliação inicial e o modelo de Kano foi aplicado em um pequeno número de respondentes.

Foi, então, possível identificar as características segundo os atributos de qualidade. A partir disso, foram calculados os Coeficientes de Satisfação e Insatisfação com o uso das Equações 1 e 2 e com esses resultados foi possível calcular o grau de Satisfação de cada alternativa de acordo com a Equação 3. Os resultados obtidos estão explicitados na Tabela 4:

Tabela 4 – CS, CI e grau de Satisfação para cada característica

Característica	**A_1**	**A_2**	**A_3**	**A_4**	**A_5**	**A_6**	**A_7**	**A_8**	**A_9**
CS	0,545	0,636	0,455	0,182	0,455	0,364	-0,182	0,727	0,182
CI	0,273	0,364	0,455	0	-0,091	0,091	-0,455	0,636	0,455
Grau de Satisfação	0,436	0,445	0,455	0,009	0,018	0,145	-0,373	0,682	0,345

Fonte: As autoras [2022]

Com o apoio de um especialista com conhecimentos no ramo de *design* de frascos de perfumes foi possível definir quatro critérios para o problema em questão, são eles: ergonomia, *design*, qualidade, durabilidade e impacto da característica, este último é obtido a partir da aplicação do modelo de Kano. O problema também possui restrição de recurso monetário que é definido pelo especialista e cada característica específica possui um custo individual que deve ser levado em conta. Além disso, são definidas restrições para as combinações de características mutuamente excludentes, pois cada característica geral possui alguns subníveis e apenas um desses subníveis deve ser escolhido para fazer parte da combinação.

Desse modo, adotaremos o seguinte conjunto de restrições:

$$\sum_{i=2,5,6}\sum_{j=1}^{2} z_{ij}c_{ij} + \sum_{i=4,8}\sum_{j=1}^{3} z_{ij}c_{ij} + \sum_{i=1,3,7,9}\sum_{j=1}^{4} z_{ij}c_{ij} \leq C$$

$$z_{i1} + z_{i2} = 1, \quad i \in \{2,5,6\}$$

$$z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} = 1, \quad i \in \{4,8\} \tag{7}$$

$$z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + z_{i4} = 1, \quad i \in \{1,3,7,9\}$$

Onde z_{ij} é uma variável binária que indica se a característica A_{ij} estará inclusa na combinação, c_{ij} representa o custo incorrido ao considerar a característica A_{ij} e C é a disponibilidade de recurso monetário total para o problema.

A fim de obter a melhor combinação para o problema em questão empregou-se o modelo de agregação aditiva para portfólio, dado que é uma modelagem simples e de fácil aplicação que estabelece um valor para cada opção de portfólio, facilitando sua comparação, e cuja função objetivo é descrita pela Equação 4. Desse modo, obteve-se a seguinte combinação de características ótima: A_{13}, A_{21}, A_{32}, A_{43}, A_{52}, A_{61}, A_{71}, A_{81} e A_{94}, com valor global de 4,8646. Após isso, foi feita uma análise de sensibilidade em que o problema foi recalculado para alguns cenários diferentes.

Para a análise de sensibilidade realizada o especialista julgou interessante analisar o impacto que diferentes restrições de recurso monetário trariam ao problema. E, outro ponto considerado relevante foi a importância relativa atribuída ao critério relacionado as características do modelo de Kano.

No primeiro cenário considerou-se uma disponibilidade de recurso monetário total 30% menor em relação ao cenário inicial e obteve-se a combinação: A_{13}, A_{22}, A_{32}, A_{43}, A_{52}, A_{61}, A_{74}, A_{81} e A_{94}, com valor global de 4,4508. Apenas duas características diferiram do cenário original, onde A_{21} foi substituída por A_{22} e A_{71} foi substituída por A_{74}.

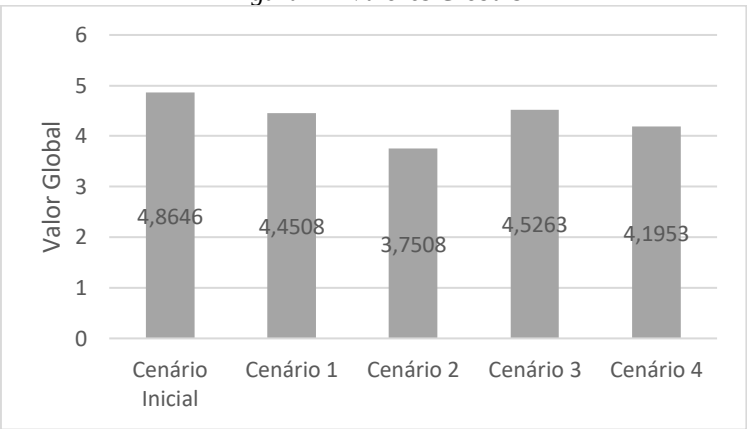
No segundo cenário considerou-se uma disponibilidade de recurso monetário total 40% menor em relação ao cenário inicial e obteve-se a combinação: A_{13}, A_{22}, A_{32}, A_{43}, A_{52}, A_{62}, A_{74}, A_{83} e A_{92}, com valor global de 3,7508. Neste cenário, existem cinco características diferentes do cenário original, onde A_{21} foi substituída por A_{22}, A_{61} por A_{62}, A_{71} por A_{74}, A_{81} por A_{83} e A_{94} por A_{92}.

Para o terceiro cenário verificado, o critério que corresponde à análise do modelo de Kano será considerado com maior importância, desse modo, foi obtida a seguinte combinação de características: A_{13}, A_{21}, A_{32}, A_{43}, A_{52}, A_{61}, A_{71}, A_{81} e A_{94}, com valor global de 4,5263. E não houve alterações das características quando se compara ao cenário original.

Para o quarto cenário, será mantida a alteração dos valores das constantes de escala feitas no terceiro cenário e o recurso monetário total será diminuído em 30% como feito no primeiro cenário, desse modo, obteve-se: A_{13}, A_{22}, A_{32}, A_{43}, A_{52}, A_{61}, A_{74}, A_{81} e A_{94}, com valor global de 4,1953. A combinação de características obtida é a mesma do primeiro cenário.

De modo geral, a menor disponibilidade de recurso monetário acarretou uma recomendação de *design* mais simples e menos satisfatória para o público respondente em questão.

Figura 4 – Valores Globais



Fonte: As autoras [2022]

A Figura 4 resume o valor global do portfólio para cada cenário. O cenário inicial, que apresenta a maior disponibilidade de recurso monetário, possui o portfólio com maior valor global.

Já o cenário 2 que tem disponibilidade de recurso monetário 40% menor que o cenário inicial tem o portfólio com o menor valor global. Como esperado, a variação de recurso no cenário 1 e no cenário 2 também mostra que a maior restrição de recurso reduz efetivamente o valor do portfólio. Nos cenários 3 e 4 ambos apresentam a mesma variação nas constantes de escala, mas o valor do portfólio do cenário 4, que possui menor disponibilidade de recurso, é menor.

6. Conclusão

O PDP é uma metodologia que busca simplificar o projeto de um novo produto e um dos seus maiores desafios é definir as principais características do produto. Para auxiliar nesse processo, estão disponíveis várias ferramentas que permitem a extração de informação sobre as necessidades e desejos do consumidor, que são geralmente expressas em termos subjetivos.

O modelo de Kano é uma das ferramentas que pode ajudar nesta fase, com ele é possível qualificar e quantificar as características que trazem maior satisfação ou insatisfação para o consumidor. O modelo de Kano é aplicado na literatura com o apoio de metodologias *fuzzy*, onde temos o modelo de Kano *fuzzy* [Wang 2013] e o modelo de Kano *fuzzy* contínuo [Wu e Wang 2012]. Também é aplicado com metodologias multicritério como o PROMETHEE [Fofan *et al.* 2019]. Neste artigo, utilizamos a metodologia de Kano para extrair informações acerca das preferências do consumidor.

Foi realizada uma aplicação do modelo de Kano em um problema de escolha de *design* de um frasco de perfume. Com base nos dados obtidos pelo modelo de Kano e fornecidos pelo especialista, aplicamos a abordagem de portfólio para o problema proposto de identificação da combinação ótima de características para um frasco de perfume. Após a obtenção de uma solução ótima para o problema, foi realizada uma análise de sensibilidade variando o valor da restrição de recurso monetário e variando a importância do critério 'impacto da característica' que representa a informação obtida pelo modelo de Kano. A análise permitiu verificar que, em geral, a menor disponibilidade de recurso monetário acarretará uma recomendação de *design* mais simples e menos satisfatória para o cliente.

É válido ressaltar que foi feita apenas uma avaliação inicial para a aplicação do questionário de Kano e pretende-se aplicar este modelo com um grupo maior de consumidores potenciais e de especialistas no setor. Quanto à análise de sensibilidade, a partir de uma massa de dados mais substancial pretende-se desenvolver análises mais detalhadas para verificar a robustez do modelo com maior profundidade.

Referências

Berger, C., Blauth, R., Boger, D., Bolster, C., Burchill, G., DuMouchel, W., Pouliot, F. (1993). Kano's Method for Understanding Customer-defined Quality. Center for Quality of Management Journal, 2 (4): 3–35.

Crawford, M., Benedetto, A. D. (2015). New Products Management. 11th ed., McGraw-Hill Education.

Figueredo, M. S. (2005). Percepções sobre os atributos de qualidade da associação educacional do Vale do Itajaí Mirim a partir da integração dos modelos SERVQUAL e KANO. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Administração) – Fundação Universidade Regional de Blumenau. p. 165.

Fofan, A. C., Oliveira, L. A. B. de, Melo, F. J. C. de, Jerônimo, T. de B., Medeiros, D. D. de. (2019). An Integrated Methodology Using PROMETHEE and Kano's Model to Rank Strategic Decisions. Engineering Management Journal, 1–14.

Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., Tsuji, S. (1984). Attractive quality and must-be quality. Hinshitsu: The Journal of the Japanese Society for Quality Control, v.14, n.2, p. 147–156.

Lee, Y.-C., Huang, S.-Y. (2009). A new fuzzy concept approach for Kano's model. Expert Systems with Applications, 36, p. 4479–4484.

Lima, D. D. S., Santos, J. S., Duarte, M. D. O., Almeida, J. A. (2020). Aplicação de Simulação Monte Carlo para Avaliar o Impacto da Escala Utilizada no Modelo de Agregação Aditiva para Portfólio de Projetos. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO), João Pessoa.

Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H. (2007). Engineering Design: A Systematic Approach. 3rd ed., Springer.

Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., Scalice, R. K. (2006). Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva.

Tarasewich, P. (1996). Design for success. Industrial Management (Norcross, Georgia), v.38, n.2, p. 28–32.

Tontini, G. (2003). Como identificar atributos atrativos e obrigatórios para o consumidor. Revista de Negócios. v.8, n.1, p. 410-429.

Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., Yang, M. C. (2020). Product Design and Development. 7th ed., McGraw-Hill Education.

Violante, M. G., Vezzetti, E. (2017). Kano qualitative vs quantitative approaches: An assessment framework for products attributes analysis. Computers in Industry, (86), p. 15–25.

Wang, C-H. (2013). Incorporating customer satisfaction into the decision-making process of product configuration: a fuzzy Kano perspective. International Journal of Production Research, 51:22, 6651-6662.

Wu, M.,Wang, L. (2012). A continuous fuzzy Kano's model for customer requirements analysis in product development. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 226(3), p. 535–546.

Witell, L., Lofgren, M., Dahlgaard, J. J. (2013). Theory of attractive quality and the Kano methodology – the past, the present, and the future. Total Quality Management and Business Excellence, (24), 11-12, p. 1241-1252.