

Comparação das preferências de usuários avançados e usuários rotineiros de produtos tecnológicos usando Fuzzy-AHP

Comparison of the preferences of advanced and everyday users of technology products using Fuzzy-AHP

Rafael Henrique Palma Lima¹ - Univ. Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina - Dep. de Engenharia de Produção
Túlio Fígaro Ulhoa² - Univ. Federal do Triângulo Mineiro - Dep. de Engenharia de Produção
Lauro Osiro³ - Univ. Federal do Triângulo Mineiro - Dep. de Engenharia de Produção

RESUMO

A utilização de conhecimentos originados a partir da interação com clientes tem sido uma prática comum no desenvolvimento de produtos inovadores. A literatura tem enfatizado a introdução de usuários avançados no processo de inovação, por possuírem uma visão mais clara de suas necessidades e das tendências tecnológicas. Um dos principais desafios é a identificação e extração de informações desses usuários, o que possibilitaria identificar oportunidades de inovação. Este trabalho propõe um método que utiliza a abordagem Fuzzy-AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e testes estatísticos para extrair as opiniões de usuários avançados e compará-las com as percepções de usuários rotineiros de produtos de tecnologia. O método proposto considera que a mensuração das diferenças entre as percepções desses dois grupos de clientes pode ser uma importante fonte de informações sobre os aspectos do produto que podem dar origem a inovações. Uma aplicação prática no setor de fones de ouvido foi feita para mostrar como as etapas do método podem ser executadas em situações reais. A aplicação levou a reflexões sobre aspectos práticos do método e mostrou pontos que podem ser abordados em futuros estudos.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produtos. Processo de inovação. *Lead users*. Fuzzy-AHP.

ABSTRACT

The use of knowledge derived from the interaction with customers has been a common practice in the development of innovative products. The literature has emphasized the insertion of users with advanced knowledge into the innovation process, since they have a clearer view of their own needs, as well as technological trends. A major challenge is the identification and extraction of information from such users, which would give rise to opportunities for incremental and breakthrough innovations. This paper proposes a method that uses the Fuzzy-AHP (Analytic Hierarchy Process) and statistical tests to extract the opinions of advanced users and compare them with the perceptions of everyday users of technology products. The method assumes that the identification of differences between the perceptions of these two customer groups can be an important source of information on aspects of the product that need to be addressed by the innovation process. A practical application of the proposed method in the headphones sector is presented to show how its steps can be performed in a real study. The application led to insights about practical aspects of the method that may be addressed in future studies.

Keywords: Product development. innovation process. *lead users*. Fuzzy-AHP.

1. INTRODUÇÃO

Os consumidores têm exercido um papel essencial para empresas de tecnologia, agindo como uma das fontes de conhecimento usadas para o desenvolvimento de produtos inovadores. Uma pesquisa realizada por Ballantine (2003) para o Diretório de Inovação da Comissão Europeia entrevistou cerca de 1.000 empresas e mostrou que cerca de 80% delas utilizam os clientes como fonte de novas ideias e os envolvem no processo de avaliação e aprimoramento de ideias.

Hippel (2005) argumenta que usuários estão em contato direto e constante com os produtos e possuem conhecimentos preciosos sobre como refiná-los ou até mesmo criam novos produtos. Por isso, é ineficiente para as organizações concentrarem o processo de inovação em um grupo de poucos indivíduos, em vez de aprender dos próprios clientes. Nesse sentido, Hippel (1986; 2005) introduziu o conceito de *lead users*, que podem atuar como importantes fontes de conhecimento para a inovação. Tais usuários são frequentemente formadores de opinião em comunidades que compartilham um interesse especial, com conhecimento avançado sobre o produto e que lideram os consumidores com necessidades específicas que ainda não foram tratadas pelo mercado.

A constatação da importância dos consumidores em conjunto com o surgimento de novas tecnologias de informação que facilitam a colaboração entre usuários e organizações tem feito empresas como a Microsoft, IBM, Nokia e BMW investirem em comunidades virtuais para solicitar contribuições de seus usuários em seu processo de inovação (MAHR; LIEVENS, 2012). Consequentemente, identificar *lead users* e medir suas preferências têm se tornado uma parte crucial do processo de inovação. Isso tem levado diversos autores a estudar o comportamento desses usuários em redes sociais (HAU; KANG, 2016) e desenvolver métodos para encontrar *lead users* em comunidades na internet (BREM; BILGRAM, 2015).

Este trabalho parte da premissa que usuários com experiência em determinada tecnologia estão em melhor posição para prover informações mais precisas para o processo de inovação (HERSTTAT; HIPPEL, 1992). Portanto, é possível que haja diferença entre as preferências de usuários avançados e usuários rotineiros de um produto. Identificar e medir a diferença entre a visão que ambos os tipos de usuário têm com relação a um produto ou tecnologia pode funcionar como uma rica fonte de informações para o processo de desenvolvimento ou aprimoramento de produtos.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é propor um método para medição e comparação das preferências de usuários avançados e usuários rotineiros, usando a abordagem *Fuzzy-AHP* para a mensuração das preferências e testes estatísticos para identificação de similaridades e diferenças entre ambos os tipos de usuários. A constatação das diferenças entre as percepções de usuários avançados e rotineiros pode mostrar lacunas sobre as quais a empresa pode agir, assim como mostrar novas tendências de mercado obtidas a partir de *lead users*.

Também faz parte do objetivo deste artigo realizar uma aplicação piloto do método proposto. Para isso, foi escolhido o setor de fones de ouvido para a coleta de dados a respeito das preferências de usuários avançados. Para estabelecer a comparação com as opiniões dos usuários rotineiros, foi utilizado o conjunto de dados disponibilizado por Ulhoa, Lima e Osiro (2017), que utilizaram a técnica *Fuzzy-AHP* para medir as preferências de usuários comuns de fones de ouvido.

O restante deste artigo está estruturado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta o referencial teórico e a Seção 3 descreve o método proposto. Na Seção 4 é relatada uma aplicação prática para ilustrar o método proposto e a Seção 5 apresenta as conclusões do trabalho e faz uma breve discussão sobre o método em si.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Consumidores como direcionadores da inovação

A utilização de opiniões e informações obtidas a partir de clientes é uma prática comum durante o desenvolvimento de produtos. Lüthje e Herstatt (2004) explicam que ferramentas tradicionais de pesquisa de mercado, grupos focais e análise conjunta coletam dados de usuários comuns e são mais úteis em inovações incrementais. No entanto, é difícil desenvolver inovações de ruptura utilizando apenas informações oriundas de usuários comuns, pois eles têm pouco conhecimento sobre tendências de mercado e de novas tecnologias.

De acordo com Lin et al. (2008), a identificação dos requisitos dos clientes e a avaliação das alternativas de projeto ainda são realizadas predominantemente com base nas experiências e conhecimento dos projetistas. Isso pode aumentar

os riscos de novos produtos não satisfazerem os desejos dos clientes. Para ajudar a contornar esse problema, os autores propuseram um método que utiliza AHP para mensurar a importância relativa dos requisitos dos clientes. Posteriormente, a técnica TOPSIS é usada para comparar as alternativas de projeto com o desempenho dos concorrentes. Como resultado, o método proposto pelos autores permite determinar valores recomendados para as características técnicas do produto.

Churchill, Hippel e Sonnack (2009) argumentam que a experiência em pesquisa de mercado tem mostrado que usuários comuns não conseguem prever com precisão o que eles precisarão e desejarão no futuro. Tais usuários conseguem no máximo especular sobre suas necessidades futuras ou, com maior frequência, solicitar pequenas melhorias em produtos existentes em termos que são muito gerais e óbvios. Para superar esses problemas e buscar inovações de ruptura, as empresas devem realizar pesquisa com usuários avançados, conhecidos como *lead users*.

O conceito de *lead users* foi introduzido por Hippel (1986), que apresenta duas características principais para descrevê-los. Em primeiro lugar, *lead users* sentem necessidades que serão gerais no mercado meses ou anos antes do restante do mercado. Além disso, *lead users* buscam soluções para seus problemas e muitas vezes desenvolvem eles mesmos novos produtos ou serviços, pois não suportam esperar até que estes estejam disponíveis comercialmente.

A literatura especializada argumenta que um dos principais desafios no emprego de *lead users* no processo de inovação é encontrar tais usuários. Em um exemplo no setor de produtos médicos, Churchill, Hippel e Sonnack (2009) fizeram um levantamento de consultores, autoridades e especialistas na área. Outros autores argumentam que a internet tem facilitado a identificação de *lead users*. Por exemplo, Droge, Stanko e Pollitte (2010) discutem o papel de blogs de tecnologia como fontes de usuários avançados. Mahr e Lievens (2012) e Hau e Kang (2016) estudam como *lead users* em comunidades de usuários, blogs e redes sociais podem contribuir para os processos de criação de conhecimento e inovação.

2.2. Abordagens multicritério para medição das preferências dos clientes

Na literatura especializada é possível encontrar diversos trabalhos lidando com a aplicação de técnicas para tomada de decisão multicritério (MCDM – *Multicriteria Decision Making*) para auxiliar na medição da satisfação e das preferências dos clientes. Tais informações podem ajudar os projetistas a identificar quais alternativas de produtos são competitivas para produção futura (LI; LIU; LI, 2014). Essa tarefa pode ser vista como um grande desafio, pois além de a satisfação dos clientes ser um construto composto por múltiplas dimensões, as percepções e preferências dos clientes são subjetivas, dependendo de opiniões e gostos pessoais de cada indivíduo.

Akdag et al. (2014) propuseram um método para avaliação da satisfação dos clientes no setor de serviços usando AHP e TOPSIS. O método foi então aplicado no setor hospitalar, o que permitiu identificar áreas para melhoria do serviço, assim como comparar o desempenho de diferentes hospitais, o que pode ser útil para a avaliação da concorrência e levar à melhoria dos serviços prestados. No setor de tecnologia, Lin et al. (2016) propôs um método baseado nas técnicas ANP, DEMATEL e VIKOR para avaliar as preferências de usuários de plataformas de música digital. Como resultado, os autores identificaram e ranquearam os principais aspectos que direcionam os clientes durante a escolha de uma plataforma, o que poderá ajudar os tomadores de decisão dessas empresas a melhorar seus serviços. Outro exemplo de aplicação foi feito por Hu, Lu e Tzeng (2014), que utilizaram as técnicas DEMATEL, ANP e VIKORS no setor de smartphones. O método proposto pelos autores foi usado para medir as importâncias relativas entre os critérios para avaliação dos produtos e, posteriormente, avaliar o desempenho dos produtos ofertados, permitindo a identificação de lacunas que precisam ser abordadas por novos produtos.

A Tabela 1 apresenta trabalhos recentes que utilizam técnicas como AHP, lógica *fuzzy*, TOPSIS, *fuzzy* AHP e redes neurais com o intuito de coletar dados sobre a satisfação ou preferências dos clientes e apoiar o processo de desenvolvimento de produtos.

Tabela 1 –Trabalhos sobre a mensuração das preferências dos clientes usando técnicas MCDM.

Referência	Objetivo do Trabalho	Técnicas Utilizadas	Aplicação	Amostra
Akdag et al. (2014)	Avaliação da qualidade dos serviços prestados em um hospital e identificação de áreas para melhoria/comparação do desempenho entre hospitais	TOPSIS e AHP	Setor hospitalar	285
Aktepe, Ersoz e Toklu (2015)	Medição e classificação dos critérios que associam a satisfação dos clientes à lealdade	Modelagem de Equações Estruturais	Bens de consumo de linha branca	200
Celik, Aydin e Gumus (2014)	Medição da satisfação dos usuários de transporte público	Conjuntos <i>fuzzy</i> e VIKOR	Transporte público	4966
Hu, Lu e Tzeng (2014)	Método para medir a satisfação dos clientes e identificar lacunas para melhoria de produtos	DEMATEL, ANP e VIKORS	Smartphones	24
Kwong, Wong e Chan (2009)	Desenvolvimento de modelos de satisfação dos clientes para auxiliar no desenvolvimento de novos produtos	Redes neurais e lógica <i>fuzzy</i>	Setor de Notebooks	80
Lee et al. (2015)	Avaliação da percepção dos clientes a respeito dos sistemas PSS para ajudar na melhoria de novos produtos seguindo tais conceitos	ANP	Compartilhamento de automóveis	18
Li, Liu e Li (2014)	Medição da satisfação dos clientes para auxiliar no desenvolvimento de produtos personalizados	Entropy Weight AHP	Setor de Brinquedos	30
Lima, Ulhoa e Osiro	Proposta de um método para identificar requisitos e medir sua importância relativa para os clientes	<i>Fuzzy</i> -AHP	Fones de ouvido	55
Lin et al. (2016)	Crítérios para escolha de serviços de música digital	DEMATEL, ANP e VIKORS	Música digital	55
Nazari-Shirkouhi e Keramati (2017)	Desenvolvimento de modelos de regressão para associar o grau de satisfação dos clientes aos parâmetros de projeto dos produtos	Regressão <i>Fuzzy</i> e DEA	Refrigeradores	99

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale destacar que na Tabela 1, a coluna “Amostra” refere-se à quantidade de clientes que foram entrevistados durante a fase de coleta de dados. Com exceção do trabalho de Celik, Aydin e Gumus (2014), que foi realizado com questionários eletrônicos em estações de trem e obteve 4966 respostas, a maior parte dos trabalhos usou amostras com tamanho inferior a 100.

2.3. Abordagem Fuzzy-AHP

O método AHP foi proposto inicialmente por Saaty (1980) para resolver problemas de tomada de decisão multicritério. Dado um conjunto de critérios ou alternativas, o método AHP consiste na formulação de uma matriz de comparação par a par, na qual são registradas as avaliações feitas por um especialista de todos os pares possíveis de critérios. A partir dessa matriz é possível derivar um vetor de pesos que representam a importância relativa de cada um dos critérios.

A escala de avaliação no método AHP é formada por números inteiros variando de 1 a 9. Em uma matriz de comparação, o valor a_{ij} representa a importância relativa entre os critérios i e j . Para manter a reciprocidade da matriz, deve-se preencher a matriz de forma que $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Devido a sua simplicidade e flexibilidade, o AHP original tem sido integrado a outras técnicas de tomada de decisão, resultando em uma grande variedade de ferramentas de tomada de decisão multicritério (HO, 2008). Uma das extensões do AHP é o *Fuzzy-AHP*, em que as comparações dos pares de critérios são feitas usando números *fuzzy*. Vários autores consideram essa abordagem mais apropriada para a tomada de decisão multicritério, pois os números *fuzzy* representam melhor o grau de incerteza do especialista nas comparações par a par (CHAN; KWONG; DYLON, 2012).

Este trabalho utiliza a abordagem *extent analysis* proposta por Chang (1996), que utiliza números *fuzzy* triangulares para as comparações par a par. Dessa forma, a matriz de comparações pode ser representada por $A = (a_{ij})_{n \times n}$, em que n é o número de critérios e a_{ij} são números triangulares *fuzzy* representados por $a_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$. Os três valores que constituem os números *fuzzy* triangulares são, respectivamente, o limite inferior, o valor central e o limite superior. Para obter os valores recíprocos da matriz de comparações, o inverso de um número *fuzzy* é obtido pela Expressão 1 (CHANG, 1996).

$$(l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})^{-1} = \left(\frac{1}{u_{ji}}, \frac{1}{m_{ji}}, \frac{1}{l_{ji}} \right) \quad (1)$$

Após preencher a matriz de comparações, o primeiro passo é calcular a extensão sintética de cada um dos critérios usando a Expressão 2. A extensão sintética é um número *fuzzy* triangular que representa a importância relativa de cada critério.

$$S_i = \left(\frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n u_{jk}}, \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n m_{jk}}, \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n l_{jk}} \right) = (S_{il}, S_{im}, S_{iu}) \quad (2)$$

O passo seguinte é o cálculo dos graus de possibilidade de cada critério ser mais importante que os demais, utilizando suas extensões sintéticas. Para cada par de extensões sintéticas S_1 e S_2 , representados por (S_{1l}, S_{1m}, S_{1u}) e (S_{2l}, S_{2m}, S_{2u}) , respectivamente, deve-se calcular $V(S_1 \geq S_2)$, que é o grau de possibilidade de S_1 ser maior que S_2 . Se $S_{1m} \geq S_{2m}$, então $V(S_1 \geq S_2) = 1$. Caso contrário, a Expressão 3 deve ser usada.

$$V(S_1 \geq S_2) = \begin{cases} \frac{S_{2l} - S_{1u}}{(S_{1m} - S_{1u}) - (S_{2m} - S_{2l})} & \text{se } S_{1m} < S_{2m} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (3)$$

Finalmente, o último passo consiste no cálculo dos pesos relativos w_i de cada um dos $i = 1 \dots n$ critérios. Isso é feito obtendo a possibilidade mínima de cada um dos critérios e posteriormente normalizando os valores encontrados. A Expressão 4 mostra como isso pode ser feito.

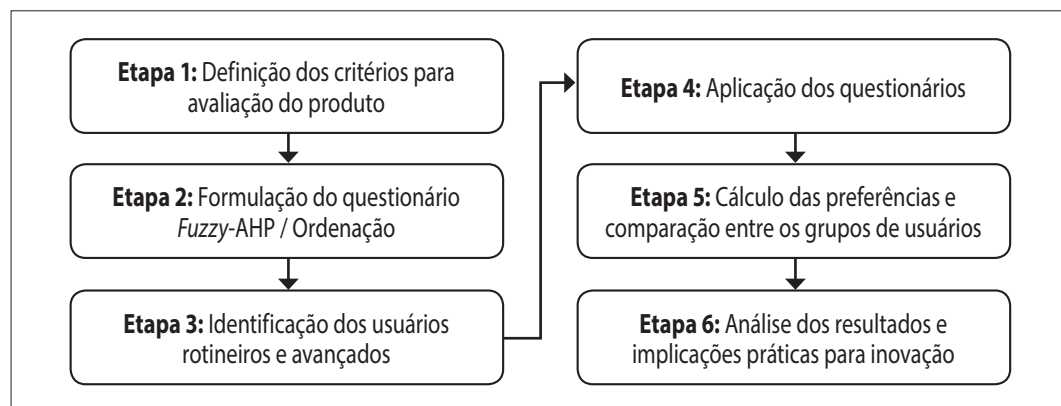
$$w_i = \frac{\min(V(S_1 \geq S_i), V(S_2 \geq S_i), \dots, V(S_n \geq S_i))}{\sum_{j=1}^n \min(V(S_1 \geq S_j), V(S_2 \geq S_j), \dots, V(S_n \geq S_j))} \quad (4)$$

Os valores w_i representam a importância relativa de cada critério, de forma que o somatório de todos os pesos seja igual a 1.

3. METODOLOGIA

Esta seção descreve o método proposto, que é subdividido em seis etapas. De forma geral, o método utiliza um questionário envolvendo critérios selecionados para avaliação do produto, que é aplicado a dois grupos de usuários, denominados (i) rotineiros e (ii) avançados. Conforme mostra a Figura 1, os dados coletados a partir da aplicação dos questionários permitem determinar as preferências dos indivíduos em cada um dos grupos. Tais resultados podem ser analisados para obter uma série de implicações práticas que possam levar à criação de novos produtos ou melhoria de produtos existentes.

Figura 1 – Etapas do método proposto para comparação de usuários avançados e rotineiros.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira etapa do método consiste na definição dos critérios que serão utilizados para avaliar as preferências dos entrevistados. Tais critérios devem ser abrangentes o bastante para descrever as várias dimensões da relação entre o cliente e o produto. Além disso, é desejável selecionar critérios que possam revelar tendências com relação a aspectos tecnológicos, de qualidade e de desempenho do produto. Esta etapa deve ser feita de forma cuidadosa para que não sejam escolhidos critérios que se sobreponham ou que gerem dúvidas nos entrevistados. Além disso, recomenda-se que a quantidade de critérios fique entre 4 e 8, devido à necessidade de comparações pareadas nas próximas etapas.

Durante a Etapa 2 é preparado o questionário que será usado para coletar os dados sobre as preferências dos entrevistados. O questionário é composto por duas seções:

- Questões *Fuzzy-AHP*: esta seção inclui uma série de questões responsáveis pela comparação de cada par de critérios. Assim, se há n critérios, então haverá $(n^2 - n)/2$ questões nesta seção. Os julgamentos linguísticos da Tabela 2 devem ser usados para que o respondente possa fazer as comparações;
- Questão de Ordenação: após realizar todas as comparações pareadas, o respondente deverá ordenar os critérios segundo sua preferência usando números de 1 a n , sendo 1 o critério mais importante e n o menos importante. Esta última questão tem como finalidade avaliar a consistência das comparações pareadas.

Após preparar os questionários, a Etapa 3 consiste na identificação dos usuários que responderão ao questionário, pertencentes aos grupos de usuários avançados e rotineiros. Deve-se estabelecer critérios claros para encontrar e diferenciar ambos os tipos de respondentes, para que seja possível identificar seus perfis de preferência sem que haja interferências. Segundo alguns autores, usuários avançados podem ser encontrados em comunidades virtuais, blogs, fóruns ou redes sociais, tendo um papel ativo nas discussões sobre o produto (DROGE; STANKO; POLLITTE, 2010; BREM; BILGRAM, 2015). Usuários rotineiros, por sua vez, possuem uma postura mais passiva com relação ao produto, com pouco conhecimento sobre novas tendências ou tecnologias.

Na Etapa 4 os questionários são aplicados a ambos os tipos de usuários. A estratégia definida na etapa anterior deve ser seguida para identificar os usuários e aplicar os questionários até que uma amostra significativa seja obtida. A esta altura da aplicação do método não é possível determinar o tamanho de amostra ideal, pois ainda não se conhece as preferências relativas de cada um dos critérios. Para superar esse obstáculo, uma aplicação piloto pode ser feita com uma pequena amostra para que se possa estabelecer tamanhos mais adequados de respondentes.

A Etapa 5 se inicia pelo cálculo dos pesos relativos dos critérios para cada um dos respondentes. Para cada respondente, uma matriz de comparações com números *fuzzy* triangulares é criada com as respostas fornecidas. A Tabela 2 mostra como cada julgamento linguístico deve ser traduzido para números *fuzzy*.

Tabela 2 – Transformação de julgamentos linguísticos em números *fuzzy* triangulares.

Julgamento Linguístico	Número triangular <i>fuzzy</i>	Inverso do julgamento linguístico	Inverso do número triangular <i>fuzzy</i>
Igual importância	(1/2, 1, 3/2)	Igual importância	(2/3, 1, 2)
Levemente mais importante	(1, 3/2, 2)	Levemente menos importante	(1/2, 2/3, 1)
Mais importante	(3/2, 2, 5/2)	Menos importante	(2/5, 1/2, 2/3)
Significativamente mais importante	(2, 5/2, 3)	Significativamente menos importante	(1/3, 2/5, 1/2)
Extremamente mais importante	(5/2, 3, 7/2)	Extremamente menos importante	(2/7, 1/3, 2/5)

Fonte: Adaptado de Ganguly e Guin (2013).

Após construir as matrizes de comparações de cada respondente, calcula-se a importância relativa dos critérios segundo suas opiniões individuais usando as Expressões 2, 3 e 4. Os pesos dados por cada indivíduo aos critérios de avaliação do produto podem ser estratificados, separando as opiniões dos usuários rotineiros e avançados. Isso possibilita a realização de dois testes:

- Teste Qui-Quadrado para a distribuição dos pesos relativos: este teste busca avaliar se há diferença significativa entre a forma como as opiniões relativas a todos os critérios se distribuem para os usuários avançados e rotineiros;
- Teste da diferença da proporção: para cada critério, pode-se realizar um teste da diferença das proporções para descobrir se o peso dado aos critérios é significativamente diferente para ambos os tipos de usuários.

Após a realização de todos os cálculos, os resultados obtidos servem como ponto de partida para a análise crítica na Etapa 6. Essa análise envolve uma discussão das implicações práticas das similaridades e divergências encontradas ao comparar os dois grupos de usuários. Outros aspectos podem ser abordados na análise crítica, tais como as limitações do estudo ou novos critérios que poderiam ser pesquisados futuramente.

4. APLICAÇÃO PILOTO

Para ilustrar a maneira como o método proposto pode ser utilizado, uma aplicação prática foi realizada para estudar as diferenças de opiniões entre usuários rotineiros e avançados de fones de ouvido. Vale ressaltar que o objetivo da aplicação descrita nesta seção não é fazer um estudo detalhado do mercado de fones de ouvido, mas sim apresentar um exemplo completo da execução das seis etapas do método proposto.

Durante a Etapa 1 foram escolhidos seis critérios para avaliação de fones de ouvido. Para isso, foram consultados blogs e resenhas na internet sobre esse tipo de produto, o que levou à identificação de seis critérios: (i) reputação da marca, (ii) qualidade do som, (iii) durabilidade, (iv) isolamento acústico, (v) conforto na orelha e (vi) *design* do produto.

Os critérios identificados foram usados na construção do questionário durante a Etapa 2, que contou com 15 questões para comparações de cada par de critérios e uma questão de ordenação. Para esta aplicação, um questionário online foi preparado utilizando o Google Docs para facilitar o trabalho de coleta e tabulação dos dados.

Na Etapa 3, a identificação de usuários avançados foi feita por meio de páginas em redes sociais compostas por profissionais que trabalham em estúdios de gravação ou com produção musical, além de usuários entusiastas de fones de ouvidos, os quais fazem uso constante dos produtos em seu trabalho. Nessas páginas, os usuários trocam constantemente informações sobre novos produtos e tecnologias sendo lançados no mercado, compartilhando suas opiniões e percepções. Com relação aos usuários rotineiros, foram utilizados os dados coletados e disponibilizados por Ulhoa, Lima e Osiro (2017). Nesse trabalho, os autores também empregaram a técnica *Fuzzy-AHP* e focaram em usuários comuns,

tais como alunos e funcionários de uma universidade, assim como seus parentes e colegas. Foram considerados usuários rotineiros aqueles que utilizam fones de ouvido sem uma finalidade profissional, sendo empregados para propósitos gerais como ouvir música, vídeos ou conversar usando áudio.

A Etapa 4 consistiu na aplicação do questionário. No caso dos usuários avançados, os pesquisadores enviaram o *link* do questionário para os administradores das páginas, que o compartilharam entre os participantes do grupo, solicitando que contribuíssem com a pesquisa. Os usuários rotineiros receberam o *link* do questionário por e-mail. Ao todo foram obtidas 55 respostas completas de usuários rotineiros e 54 de usuários avançados.

A primeira atividade da Etapa 5 foi o cálculo da importância relativa dada por cada respondente com base nas comparações par a par. Para cada respondente, as Expressões 2, 3 e 4 foram usadas para transformar a matriz de preferências em um vetor de pesos, que indicam a importância relativa dada pelo respondente para cada um dos seis critérios analisados. Para exemplificar esse processo, a Tabela 3 mostra a matriz de preferências de um dos usuários que responderam o questionário. Note que cada par de critérios possui três valores que correspondem aos valores l_{ij} , m_{ij} e u_{ij} do número triangular *fuzzy* correspondente à resposta dada pelo usuário para a comparação dos critérios.

Tabela 3 – Matriz de preferências de um dos entrevistados.

Critério	Qualidade do som (C1)	Conforto na orelha (C2)	Isolamento acústico (C3)	Reputação da marca (C4)	Design do produto (C5)	Durabilidade (C6)
C1	1 1 1	0,5 1 1,5	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1 1,5 2
C2	0,67 1 2	1 1 1	1 1,5 2	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1 1,5 2
C3	0,4 0,5 0,67	0,5 0,67 1	1 1 1	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1 1,5 2
C4	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67	1 1 1	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67
C5	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67	1,5 2 2,5	1 1 1	0,5 0,67 1
C6	0,5 0,67 1	0,5 0,67 1	0,5 0,67 1	1,5 2 2,5	1 1,5 2	1 1 1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Aplicando a Expressão 2 é possível obter as extensões sintéticas de cada um dos critérios, que são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Extensões sintéticas dos critérios.

Critério	Extensão sintética		
C1 – Qualidade do som	0,132	0,230	0,378
C2 – Conforto na orelha	0,126	0,218	0,378
C3 – Isolamento acústico	0,111	0,185	0,304
C4 – Reputação da marca	0,057	0,085	0,136
C5 – Design do produto	0,079	0,125	0,205
C6 – Durabilidade	0,094	0,157	0,268

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, com as Expressões 3 e 4 é possível calcular os graus de possibilidade para todos os pares de critério e obter seus pesos relativos. Os resultados finais para o respondente são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Cálculo dos pesos para os critérios.

Critério	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Mínimo	Pesos
S1	N/A	1	1	1	1	1	1	0,261
S2	0,953	N/A	1	1	1	1	0,953	0,248
S3	0,795	0,847	N/A	1	1	1	0,795	0,207
S4	0,029	0,074	0,199	N/A	0,586	0,367	0,029	0,008
S5	0,409	0,459	0,607	1	N/A	0,774	0,409	0,107
S6	0,651	0,701	0,847	1	1	N/A	0,651	0,170

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, para o respondente usado como exemplo, a qualidade do som (C1) é o aspecto mais importante, seguido pelo conforto na orelha (C2) e o isolamento acústico (C3), a durabilidade (C6), o design do produto (C5) e a reputação da marca (C4).

Após calcular todos os pesos individuais, foi possível calcular o peso médio dado por cada grupo de usuários para os seis critérios, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Síntese das preferências de cada grupo de usuários com relação aos critérios.

	Qualidade do som	Conforto na orelha	Isolamento acústico	Reputação da marca	Design do produto	Durabilidade
Usuários rotineiros	22,25%	23,53%	17,69%	6,96%	9,13%	20,43%
Usuários avançados	29,13%	24,06%	10,46%	7,25%	7,01%	22,09%
Diferença	6,87%	0,53%	7,22%	0,29%	2,13%	1,66%

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível notar que os usuários avançados têm uma preferência maior pela qualidade de som quando comparados aos usuários rotineiros. Além disso, os usuários avançados são menos preocupados com o isolamento acústico. Com relação à questão de ordenamento, a síntese dos resultados pode ser vista na Tabela 7. Os valores correspondem à frequência em que cada critério recebeu avaliações 1 ou 2, ou seja, foi indicada como o primeiro ou o segundo critério mais importante.

Tabela 7 – Frequência em que cada critério recebeu avaliação 1 ou 2 na questão de ordenação.

Critérios	Qualidade do som	Conforto na orelha	Isolamento acústico	Reputação da marca	Design do produto	Durabilidade
Usuários rotineiros	29	39	11	5	3	26
Usuários avançados	42	32	4	5	5	21
Diferença absoluta	71	71	15	10	8	47

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida foi realizado o teste qui-quadrado seguindo o método descrito por Montgomery e Runger (2013), com o objetivo de verificar se há diferença significativa entre as distribuições das preferências dos usuários avançados e rotineiros. Para isso, multiplicou-se as proporções da Tabela 6 pela quantidade total de respondentes e calculou-se a estatística de teste X_0^2 . A Tabela 8 apresenta os cálculos do teste qui-quadrado.

Tabela 8 – Realização do teste qui-quadrado.

	Qualidade do som	Conforto na orelha	Durabilidade	Isolamento acústico	Outros
Usuários rotineiros (E)	12,24	12,94	11,24	9,7295	8,85
Usuários avançados (O)	15,73	12,99	11,93	5,6484	7,70
$(o - E)^2 / E$	0,997	0,000	0,043	1,712	0,149

Fonte: Elaborado pelos autores.

O somatório da última linha da Tabela 8 revela que a estatística de teste possui valor $X_0^2 = 2,901$. Com 95% de confiança e 3 graus de liberdade, pois são cinco classes, (os critérios “design do produto” e “reputação da marca” foram unidos na classe “outros” para permitir a aplicação do teste, em que todas as frequências devem ser maiores que 5), o valor crítico é $X_{3;0,05}^2 = 7,815$. Portanto, não é possível rejeitar a hipótese nula, não havendo diferenças significativas entre as distribuições. O segundo teste estatístico busca comparar a diferença entre os pesos de cada um dos critérios para os dois tipos de usuário. O procedimento para teste das diferenças de proporções descrito por Montgomery e Runger (2013) foi usado para essa finalidade. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Teste da diferença dos pesos de cada critério entre os tipos de usuários.

	Qualidade do som	Conforto na orelha	Durabilidade	Isolamento acústico	Outras
Usuários rotineiros	22,25%	23,53%	17,69%	6,96%	9,13%
Usuários avançados	29,13%	24,06%	10,46%	7,25%	7,01%
Média hipotética \hat{p}	0,26	0,24	0,14	0,07	0,08
Variância	0,007	0,007	0,004	0,002	0,003
Estatística de teste z	-0,822	-0,065	1,084	-0,059	0,406
Valor p	0,205	0,474	0,139	0,477	0,342

Fonte: Elaborado pelos autores.

Usando $\alpha = 0,05$ (95% de confiança), não foi possível comprovar que há diferença significativa para nenhum dos critérios analisados.

A Etapa 6 corresponde à análise crítica dos resultados obtidos. Em primeiro lugar, as análises estatísticas mostram que não há diferença significativa entre as opiniões entre os usuários rotineiros e avançados. Isso pode ser explicado pelo fato de que os fones de ouvido são produtos já bastante consolidados no mercado, fazendo com que não haja tanta diferença na percepção de ambos os

tipos de usuário. Apesar disso, as diferenças observadas nos critérios “qualidade do som” e “isolamento acústico” merecem uma maior atenção. Se amostras maiores tivessem sido utilizadas, a variância seria menor e isso poderia levar à rejeição da hipótese nula. É natural que para usuários profissionais a qualidade do som seja essencial. No entanto, os resultados da pesquisa mostram que usuários rotineiros têm sido críticos quando à qualidade do som ao ouvir músicas e vídeos. Isso é um indício de que os fabricantes de fones de ouvido devem buscar melhorias na qualidade do som, em vez de priorizar aspectos como o design do produto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou um método para a comparação das preferências de usuários avançados e rotineiros de produtos de tecnologia. Uma aplicação prática do método no setor de fones de ouvido foi realizada para ilustrar como ele deve ser utilizado em casos reais. Os resultados permitiram identificar que não há diferenças estatisticamente significativas entre as preferências dos dois grupos de usuários. No entanto, há indícios de que usuários avançados dão maior valor à qualidade do som quando avaliam e recomendam fones de ouvido.

A aplicação prática também permitiu que diversas reflexões fossem feitas quanto à forma como o método deve ser usado. Em primeiro lugar, recomenda-se que em aplicações práticas uma equipe seja formada com pessoas que tenham amplo conhecimento sobre o produto sendo estudado. Adicionalmente, um dos integrantes da equipe deve ter conhecimentos específicos sobre as ferramentas de análise de dados, em especial o *Fuzzy-AHP* e testes estatísticos.

Vale ressaltar que o método possui dois pontos críticos, em que decisões erradas podem levar a resultados pouco confiáveis. O primeiro é a escolha dos critérios que serão usados para mensurar as preferências dos usuários, os quais devem ser claramente descritos e escolhidos de forma a evitar sobreposições de conceitos. O segundo ponto diz respeito à escolha dos respondentes. Ao realizar a aplicação prática, houve dificuldade em determinar quais usuários podem ser considerados avançados ou rotineiros. Em aplicações futuras, os questionários podem incluir algumas questões de caracterização do respondente para ajudar a determinar seu perfil. Isso pode ajudar na classificação de cada respondente, evitando interferências nas amostras.

Como trabalhos futuros, recomenda-se que o método seja utilizado para avaliar outros tipos de produtos, com o intuito de verificar sua aplicabilidade e fornecer mais reflexões que poderão aprimorar a forma como o método pode ser empregado no processo de inovação.

REFERÊNCIAS

- AKDAG, H.; KALAYCI, T.; KARAGÖZ, S.; ZÜLFİKAR, H.; GIZ, D. The evaluation of hospital service quality by fuzzy MCDM. **Applied Soft Computing**, v. 23, October, p. 239-248, 2014.
- AKTEPE, A.; ERSÖZ, S.; TOKLU, B. Customer satisfaction and loyalty analysis with classification algorithms and Structural Equation Modeling. **Computers & Industrial Engineering**, v. 86, August, 2015.
- BALLANTINE, B. The power of costumers to drive innovation. **Business Decisions Limited**, 2003.
- BÜYÜKÖZKAN, G.; ÇİFÇI, G. A combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS based strategic analysis of electronic service quality in healthcare industry. **Expert Systems with Applications**, v. 39, p. 2341-2354, 2012.
- CELIK, E.; AYDIN, N.; GUMUS, A. A multi-attribute customer satisfaction evaluation approach for rail transit network: A real case study for Istanbul. **Transport Policy**, v. 36, p. 283-293, 2014.
- CHAN, K. Y.; KWONG, C. K.; DILLON, T. S. **Computational Intelligence Techniques for New Product Design**, Springer, 2012.
- CHURCHILL, J.; HIPPEL, E.; SONNACK, M. **Lead user project handbook**. The MIT Press, 2009.
- CHANG, D. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. **European Journal of Operational Research**, n. 95, p. 649-655, 1996.
- DROGE, C.; STANKO, M.; POLLITTE, W. Lead Users and Early Adopters on the Web: The Role of New Technology Product Blogs. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, p. 66-82, 2010.

GANGULY, K. K.; GUIN, K. K. A fuzzy AHP approach for inbound supply risk assessment. **Benchmarking: An International Journal**, v. 20, p. 129-146, 2013.

HAU, Y.; KANG, M. Extending lead user theory to users' innovation-related knowledge sharing in the online user community: The mediating roles of social capital and perceived behavioral control. **International Journal of Information Management**, v. 36, p. 520-530, 2016.

HERSTATT, C.; VON HIPPEL, E. From Experience: Developing New Product Concepts Via the Lead User Method: A Case Study in a "Low-Tech" Field. **Journal of Product Innovation Management**, v. 9, p. 213-221, 1992.

HIPPEL, E. Lead Users: A source of novel product concepts. **Management Science**, v. 32, p. 791-805, 1986.

HIPPEL, E. **Democratizing innovation**. Cambridge: The MIT Press, 2005.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, 2008.

HU, S.; LU, M.; TZENG, G. Exploring smart phone improvements based on a hybrid MCDM model. **Expert Systems with Applications**, v. 41, p. 4401-4413, 2014.

KWONG, C.; WONG, T.; CHAN, K. A methodology of generating customer satisfaction models for new product development using a neuro-fuzzy approach. **Expert Systems with Applications**, v. 36, p. 11262-11270, 2009.

LEE, S.; GEUM, Y.; LEE, S.; PARK, Y. Evaluating new concepts of PSS based on the customer value: Application of ANP and niche theory. **Expert Systems with Applications**, v. 42, p. 4556-4566, 2015.

LI, L.; LIU, F.; LI, C. Customer satisfaction evaluation method for customized product development using Entropy weight and Analytic Hierarchy Process. **Computers & Industrial Engineering**, v. 77, November, p. 80-87, 2014.

LIN, M.; WANG, C.; CHEN, M.; CHANG, C. Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. **Computers in Industry**, v. 59, p. 17-31, 2008.

LIN, C.; SHIH, Y.; TZENG, G.; YU, H. A service selection model for digital music service platforms using a hybrid MCDM approach. **Applied Soft Computing**, v. 48, p. 385-403, 2016.

LÜTHJE, C.; HERSTAT, C. The Lead User method: an outline of empirical findings and issues for future research. **R&D Management**, v. 34, n. 5, p. 553-568, 2004.

MONTGOMERY, D.; RUNGER, G. **Estatística e probabilidade para engenheiros**. R. de Janeiro: LTC, 2013.

MAHR, D.; LIEVENS, A. Virtual lead user communities: Drivers of knowledge creation for innovation. **Research Policy**, v. 41, p.167-177, 2012.

NAZARI-SHIRKOUHI, S.; KERAMATI, A. Modeling customer satisfaction with new product design using a flexible fuzzy regression-DEA algorithm. **Applied Mathematical Modelling**, Article In Press, January, 2017.

SAATY, T. **Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1988.

ULHOA, T.; LIMA, R.; OSIRO, L. Proposta de um método para identificação e medição da importância relativa das preferências dos clientes usando a abordagem fuzzy-AHP. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 3, 2017.