

Hesitant fuzzy aplicado à avaliação de ferramentas de proposição de valor na economia circular

Fuzzy hesitant applied to the evaluation of value proposition tools in the circular economy

Hesitant fuzzy aplicado a la evaluación de herramientas de proposición de valor en la economía circular

Ana Carolina Bertassini

Pós-graduanda, UNOESTE, Brasil.

Álvaro Costa Jardim Neto

Professor mestre, UNOESTE, Brasil.
alvaro@unoeste.br

Lechan Colares-Santos

Professor Mestre, UNOSTES, Brasil.
lechan@unoeste.br

RESUMO

A Economia Circular (EC) é um sistema restaurativo e regenerativo, que tem por objetivo manter produtos, materiais e componentes em seu mais alto nível de valor e utilidade pelo maior tempo possível. Na literatura, encontram-se algumas ferramentas que são capazes de criar/capturar esses valores advindos da EC. Dentre as ferramentas existentes, as duas mais recentes foram selecionadas para serem avaliadas e comparadas neste trabalho – Ferramenta de Mapeamento de Valor e Ferramenta de Análise de Valor Sustentável. Para avaliar e selecionar a ferramenta, especialistas podem fazer julgamentos acerca dos critérios mais relevantes a se levar em conta no momento da escolha de uma ferramenta em detrimento de outra. O presente trabalho propõe a aplicação da técnica hesitant fuzzy para avaliação das ferramentas de análise da EC. Com a aplicação dessa técnica, objetiva-se considerar a avaliação multicritério das ferramentas, a tomada de decisão em grupo, e a imprecisão e subjetividade das avaliações. As ferramentas foram avaliadas por três especialistas com base nos critérios viabilidade, usabilidade, utilidade e reorientação do modelo de negócio. Como resultado, a Ferramenta de Mapeamento de Valor foi avaliada como mais adequada para a proposição, criação e captura de valor. Contudo, as avaliações realizadas podem alterar segundo as organizações, especialistas e problemas analisados. Sendo assim a principal contribuição deste trabalho, é a proposição de um processo e técnica de avaliação das ferramentas de proposição de valor que podem guiar as organizações para a escolha da ferramenta mais adequada para o alcance dos valores disseminados pela EC.

Palavras-chave: Economia Circular, Ferramentas de Valor, Hesitant Fuzzy.

ABSTRACT

Circular Economy (CE) is a restorative and regenerative system that aims to keep products, materials and components at the highest level of value and usefulness for as long as possible. In the literature, there are some tools that are able to create/ capture these value coming from EC. Among the existing tools, the two most recent ones were selected to be evaluated and compared in this work – Value Mapping Tool and Sustainable Value Analysis Tool. In order to evaluate and select the tool, experts can make judgments about the most relevant criteria to take into account when choosing one tool over another. The present work proposes the application of the hesitant fuzzy technique, the objective is to consider the multicriteria evaluation of the tools, the group decision making, and the imprecision and subjectivity of the evaluations. The tools were evaluated as most suitable for proposition, creation and value capture. However, the evaluations carried out may change according to the organizations, experts and problems analyzed. Thus, the main contribution of this work is the proposition of a process and technique for evaluation of value proposition tools that can guide organizations to choose the most appropriate tool to reach the values disseminated by the CE.

Keywords: Circular Economy, Value Tools, Hesitant Fuzzy.

RESUMEN

La Economía Circular (EC) es un sistema restaurativo y regenerativo, que tiene por objetivo mantener productos, materiales y componentes en su más alto nivel de valor y utilidad por el mayor tiempo posible. En la literatura, se encuentran algunas herramientas que son capaces de crear / capturar esos valores provenientes de la EC. Entre las herramientas existentes, las dos más recientes fueron seleccionadas para ser evaluadas y comparadas en este trabajo - Herramienta de Mapeo de Valor y Herramienta de Análisis de Valor Sostenible. Para evaluar y seleccionar la herramienta, los expertos pueden hacer juicios acerca de los criterios más relevantes a tener en cuenta en el momento de la elección de una herramienta en detrimento de otra. El presente trabajo propone la aplicación de la técnica vacilante fuzzy para la evaluación de las herramientas de análisis de la EC. Con la aplicación de esta técnica, se pretende considerar la evaluación multicriterial de las herramientas, la toma de decisión en grupo, y la imprecisión y subjetividad de las evaluaciones. Las herramientas fueron evaluadas por tres expertos en base a los criterios de viabilidad, usabilidad, utilidad y reorientación del modelo de negocio. Como resultado, la herramienta de asignación de valor se evaluó como la más adecuada para la proposición, creación y captura de valor. Sin embargo, las evaluaciones realizadas pueden cambiar según las organizaciones, especialistas y problemas analizados. Por lo tanto, la principal contribución de este trabajo, es la proposición de un proceso y técnica de evaluación de las herramientas de proposición de valor que pueden guiar a las organizaciones para la elección de la herramienta más adecuada para el alcance de los valores diseminados por la EC.

Palabras clave: Economía Circular, Herramientas de Valor, Hesitant Fuzzy

Introdução

Os problemas ambientais causados pelos seres humanos começaram a ocorrer de forma mais intensiva depois da Revolução Industrial, que se caracteriza pelo uso de recursos naturais para produzir bens e serviços em massa com a geração de resíduos e energia não aproveitada. Os ecossistemas urbano-industriais se caracterizam por não produzirem os alimentos de que sua população necessita, não limpam o ar e praticamente não reciclam as águas que utilizam, ou seja, são ambientes que não possuem capacidade de regeneração. (BARBIERI, 2006). Desde então seguimos nesta forma de produção e consumo caracterizada por ser linear (extrair-transformar-dispor), e isso vem acarretando em inúmeras consequências ambientais e sociais, que já ameaçam a capacidade de suporte do próprio Planeta. (EVANS *et al*, 2009).

A partir da década de 70 se deu início a evolução do pensamento ambiental nas organizações e ao surgimento de uma visão sistêmica e sustentável que vem ganhando força desde então, por meio da melhoria de processos e produtos, pensamento em ciclo de vida e mais recentemente, a mudança nos modelos de negócio (BARBIERI, 2006).

Nesse contexto, surge a Economia Circular (EC), um modelo econômico global que desvincula o desenvolvimento e crescimento econômico do consumo de recursos finitos. Economia Circular é um sistema industrial restaurativo e regenerativo, que objetiva manter produtos, materiais e componentes em seu mais alto nível de valor e utilidade pelo maior tempo possível. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; WEBSTER, 2015). Ela é a grande disseminadora das mudanças nos modelos de negócio. Além disso, se mostra capaz de minimizar ou resolver os problemas ambientais gerados pelo modelo linear de produção e consumo. Isso torna possível a criação de benefícios sociais, econômicos e ambientais simultaneamente alcançando desta forma o tripple-bottom-line e tornando possível a criação de valores sustentáveis. (YANG, 2014).

A essência de um modelo de negócio esta em definir como as organizações entregam valor para seus stakeholders. Alguns dos elementos de um modelo de negócio são: a proposição criação e a captura do valor. (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010). Na literatura, encontram-se algumas ferramentas que são capazes de criar/capturar esses valores advindos da Economia Circular (HART; MILSTEIN, 2003; ALLEE, 2008; BOCKEN *et al.*, 2013 ; YANG, 2014). Dentre as ferramentas existentes, as duas mais recentes foram selecionadas para serem avaliadas e comparadas neste trabalho - Ferramenta de Mapeamento de Valor (BOCKEN *et al.*, 2013) e Ferramenta de Análise do Valor Sustentável (YANG, 2014).

Para avaliar e selecionar a ferramenta que se mostrar mais adequada para criar/capturar valor nas empresas, especialistas podem fazer julgamentos acerca dos critérios mais relevantes a se levar em conta no momento da escolha de uma ferramenta em detrimento de outra. Entretanto, em geral, a avaliação de desempenho é um problema complexo de tomada de decisão multicritério, no qual requisitos múltiplos e condições de incertezas devem ser levados em consideração simultaneamente (LI; ZHAO, 2016). Dentre as técnicas observadas, a teoria *fuzzy*, proposta por Zadeh (1965), vem sendo amplamente utilizada em problemas de seleção e avaliação, já que os processos de decisão normalmente envolvem dados incompletos, e/ou

julgamentos subjetivos, que necessitam ser modelados matematicamente para traduzir as preferências dos tomadores de decisão (ABDULLAH, 2013).

Em condições complexas do mundo real, não é possível que um único tomador de decisão reconheça todos os aspectos relevantes de um problema de tomada de decisão. Assim esse processo requer a consideração de muitos tomadores de decisão ou especialista de diferentes campos, com diferentes experiências de trabalho e conhecimento técnico variado (GITINAVARD *et al.*, 2016). Técnicas *fuzzy* de tomada de decisão em grupo são utilizadas para coletar as avaliações de preferência individuais de cada tomador de decisão e para alcançar o consenso do grupo de decisores (EKEL *et al.*, 2009). Dentre as técnicas *fuzzy* de tomada de decisão em grupo existentes, o *Hesitant Fuzzy* vem se destacando devido ao crescimento de trabalhos que utilizam essas técnicas e a sua capacidade de lidar com incertezas, subjetividade e agregação de julgamentos. (LIAO *et al.*, 2014).

O objetivo deste estudo foi propor um processo de avaliação das ferramentas de análise da EC, utilizando a técnica *Hesitant Fuzzy*. Sendo assim, o problema avaliado busca considerar: (1) avaliação multicritério das ferramentas; (2) tomada de decisão em grupo e; (3) a imprecisão e subjetividade das avaliações.

Métodos

A metodologia deste trabalho será descrita em duas partes: primeiro serão descritas as ferramentas a serem avaliadas, bem como os critérios que foram utilizados para a realização da avaliação e por fim será descrito o método para avaliação utilizado.

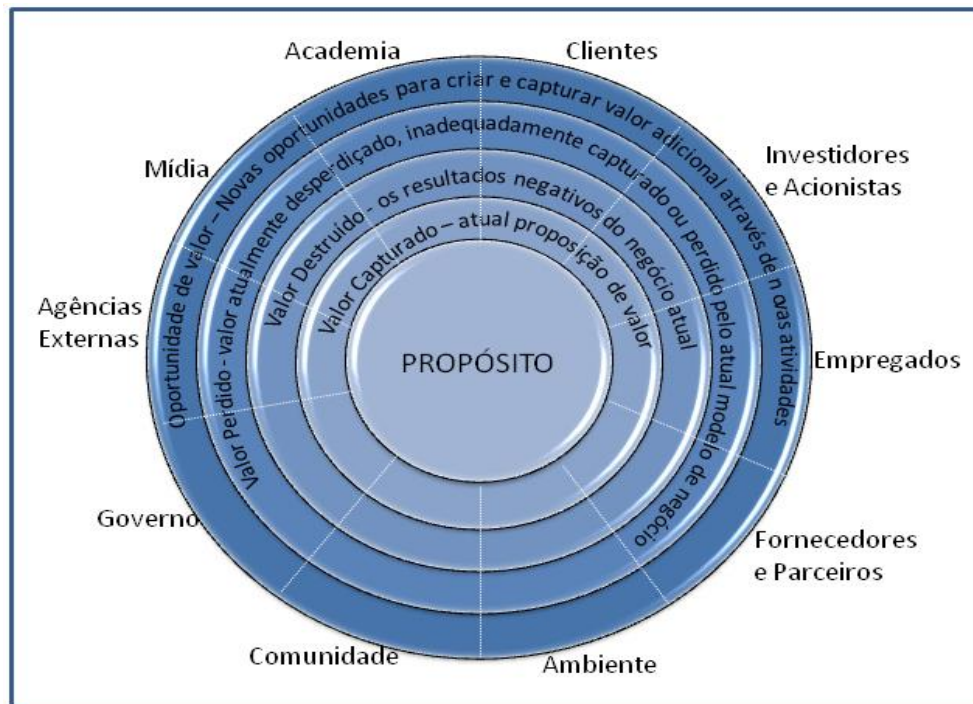
Revisão da literatura

Ferramenta de Mapeamento de Valor

A Ferramenta de Mapeamento de valor foi criada por Bocken *et al.*, (2013) com o intuito de ajudar as empresas a propor as diversas formas de valor e assim dar suporte a criação de um modelo de negócio sustentável. Esta ferramenta adota uma abordagem qualitativa para a análise de valor, com o objetivo de estimular a geração de ideais e discussão; entender os aspectos positivos e negativos da proposição de valor da rede de valores; identificar valores conflitantes e identificar oportunidades para redesenho de modelo de negócio e realinhamento de interesses para reduzir resultados negativos e melhorar os resultados gerais para os stakeholders na rede de valor.

A Figura 1 apresenta a ferramenta de mapeamento de valor. A forma circular da ferramenta foi desenvolvido para facilitar um sistema/perspectiva de valor e encorajar consideração por igual dos interesses de todos os stakeholders. Este modelo de ferramenta inclui: quatro representações de valor para facilitar uma avaliação sistemática dos valores; segmentos de stakeholders para facilitar uma visão múltipla do valor e uma perspectiva centrada na rede em vez de centrada na empresa para incentivar a otimização do valor em uma rede.

Figura 1 - Ferramenta de Mapeamento de Valor



Fonte: Adaptado de Bocken et al., (2013)

Segundo os autores e desenvolvedores da ferramenta, seu design e uso são de fácil entendimento. Portanto, esta ferramenta pode ser usada para ajudar as empresas e seus stakeholders a explorar formas de valor e gerar ideias sobre onde e como transformar a proposta de valor, mas também pode ser usada como parte de um processo mais abrangente de mapeamento e transformação de valores em conjunto com ferramentas complementares.

Ferramenta de Análise de Valor Sustentável

Esta ferramenta, desenvolvida por Yang (2014), tem por objetivo auxiliar no processo de tomada de decisão por meio da análise de múltiplas formas de valor das três dimensões da sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida, possibilitando as empresas identificar oportunidades de criação de valor sustentável.

A Tabela 1 apresenta a Ferramenta de análise do valor sustentável, que possibilita a análise das múltiplas formas de valor nas três fases do ciclo de vida do produto – BOL (Início da vida), MOL (Meio da vida), EOL (Fim da vida). Cada valor apresentado pela ferramenta tem o seguinte significado: value captured (VC) são os benefícios entregues aos stakeholders relacionados ou não lucro monetário; value uncaptured (VU) são os valores que não são capturados pela empresa mas tem potencial para gerar oportunidades de valor, são eles: value absence (VA) a falta de valor que é requerido mas não é criado, value surplus (VS) o valor redundante que é maior do que o requisito, value destroyed (VD) os resultados negativos do negócio atual e value missed (VM) o valor atualmente desperdiçado, inadequadamente

capturado ou perdido; e por fim value opportunity (VO) são as novas oportunidades da criação adicional de valor através de novas atividades e relacionamentos.

A identificação do VC e VU podem ajudar as empresas a entender os aspectos positivos e negativos de seu atual modelo de negócio, sendo que a análise do VU pode ajudar na identificação de VO.

Tabela 1 - Ferramenta de Análise de Valor Sustentável

<i>Ferramenta de Análise de Valor Sustentável</i>	<i>Início da Vida (BOL)</i>	<i>Meio da Vida (MOL)</i>	<i>Fim da Vida (EOL)</i>
<i>Início da Vida (BOL)</i>	<i>Planejamento, design, aquisição, produção.</i>	<i>Distribuição, uso, manutenção, serviço.</i>	<i>Reciclagem, remanufatura, reuso, disposição.</i>
Valor Capturado (VC)	BOL-VC	MOL-VC	EOL-VC
Valor Destruído	BOL-VU	MOL-VU	EOL-VU
Valor Não Capturado (VU)			
Valor Perdido			
Valor Excedente			
Valor Ausente			
Oportunidade de Valor (VO)	BOL-VO	MOL-VO	EOL-VO

Fonte: Adaptado de Yang (2014)

Segundo Platts (1993) uma ferramenta deve ser avaliada e validade em três dimensões, que foram definidas aqui como critérios para avaliação das ferramentas:

- Viabilidade - se o uso da ferramenta é de fácil entendimento para os usuários, o que pode ser comprovado por meio da aplicação das ferramentas em empresas;
- Usabilidade - facilidade de uso, o que pode ser comprovado por meio da identificação dos problemas que ocorrem durante o processo (tempo e recursos disponíveis);
- Utilidade - saber se a ferramenta é útil ou não para a identificação de oportunidades viáveis e sustentáveis de valor;

Além desses três critérios, de acordo com Bocken et al. (2013), cabe considerar mais um critério na avaliação de tais ferramentas:

- Reorientação do modelo de negócio - se a ferramenta possibilita que o negócio seja reorientado para a sociedade e meio ambiente.

Teoria fuzzy aplicada à tomada de decisão em grupo: teoria dos conjuntos fuzzy

A tomada de decisão de grupo é uma atividade humana comum e crucial, através da qual um tomador de decisão ou especialista podem lidar com complexos problemas de decisão, envolvendo atributos conflitantes e não comensuráveis (YUE, 2014). A teoria dos conjuntos fuzzy proposto inicialmente por Zadeh (1965), obteve um grande sucesso em vários campos de estudos, proporcionando técnicas para seleção e avaliação de alternativas. A essência para a solução de problemas de tomada de decisão em grupo está em como agregar os valores em

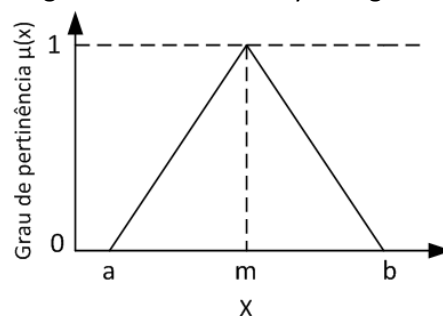
um vetor de atributos com valor global que represente a opinião do grupo, e desta forma, seja possível tomar uma decisão coletiva e que beneficie a organização como um todo (YUE, 2013). Os processos de decisão normalmente envolvem informações incertas que necessitam ser modeladas para traduzir as preferências dos tomadores de decisão. A lógica fuzzy é amplamente consolidada nos modelos multicritérios de tomada de decisão, devido a sua capacidade em lidar com a modelagem da incerteza (ABDULLAH, 2013). As variáveis linguísticas são amplamente utilizadas para facilitar a capacidade de expressão dos responsáveis pela avaliação e tomada de decisão. Na teoria dos conjuntos fuzzy, os valores das variáveis são representados qualitativamente por meio de termos linguísticos e traduzidos quantitativamente por conjuntos fuzzy no universo de discurso das respectivas funções de pertinência (ZADEH, 1968). Um conjunto fuzzy \tilde{A} é definido por:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_A(x)\}, \quad x \in X$$

Onde, $\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1]$ é um membro da função de \tilde{A} e $\mu_A(x)$ é o grau de pertinência de x em \tilde{A} . Se $\mu_A(x)$ é igual a 0, então x não pertence ao conjunto fuzzy \tilde{A} . Caso $\mu_A(x)$ seja igual a 1, x pertence completamente ao conjunto fuzzy \tilde{A} . Entretanto, se $\mu_A(x)$ possui um valor entre 0 e 1, então x pertence parcialmente ao conjunto fuzzy \tilde{A} . Dessa forma, pode-se dizer que a pertinência de x é verdadeira com um grau de pertencimento dado por $\mu_A(x)$ (ZADEH, 1965; ZIMMERMANN, 2010).

Para a representação de um conjunto fuzzy, são utilizadas funções de pertinência. Dentre as funções de pertinência utilizadas, a mais comumente encontrada na literatura é a triangular. As funções de pertinência triangulares são representadas por números fuzzy triangulares conforme apresentado na Figura 2 (ZIMMERMANN, 2010).

Figura 2 - Número fuzzy triangular



Fonte: Própria autoria.

A função de pertinência triangular que representa todo $x_i \in X$ pode ser obtida pela Equação (1). Sendo a, m e b números reais com $a < m < b$, no qual m representa o ponto máximo no grau de pertinência, e fora do intervalo $[a, b]$, o grau de pertinência é nulo. (ZIMMERMANN, 2010).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x < a, \\ \frac{x-a}{m-a} & \text{para } a \leq x \leq m, \\ \frac{b-x}{b-m} & \text{para } m \leq x \leq b, \\ 0 & \text{para } x > b. \end{cases} \quad (1)$$

Hesitant Fuzzy

O Hesitant fuzzy Sets foi apresentado por Torra (2010), e atraiu muita atenção recentemente devido a sua capacidade de representar incertezas e imprecisão. (LIAO et al., 2014). No método Hesitant fuzzy os tomadores de decisão não precisam realizar uma avaliação pontual, podendo definir um intervalo linguístico no qual a avaliação está contida. Esta técnica pode ser utilizada também para agregação de avaliações de vários tomadores de decisão, trabalhando com os intervalos de termos comparativos próximos das expressões usadas pelo ser humano (acima de..., abaixo de..., entre... e...), ou por meio de termos linguísticos únicos que foram citados na avaliação pelos tomadores de decisão (RODRIGUEZ et al., 2013).

Um problema de tomada de decisão linguística multicritério consiste em um conjunto finito de alternativas, $X = \{A_1, \dots, A_n\}$, onde cada alternativa é definida por meio de um conjunto finito de critérios, $C = \{c_1, \dots, c_m\}$, que é avaliado usando expressões linguísticas. (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012).

Dado um conjunto fixo X , um conjunto Hesitante Fuzzy, E em X é uma função que quando aplicada a X retorna um subconjunto no intervalo $[0,1]$. Matematicamente, é representado por (TORRA, 2010; ZHANG et al., 2013):

$$\tilde{E} = \{ \langle x, \tilde{h}_E(x) \mid x \in X \rangle \}$$

Onde $h_E(x)$ é um conjunto de algum valor no intervalo $[0,1]$, denotando os graus de pertencimento possíveis do elemento $x \in X$ ao conjunto E . Um elemento hesitant fuzzy pode ser representado por $h = h_E(x)$; e H como o conjunto de todos os HFEs (ZHANG et al., 2013).

Operador de agregação HFWA

Alguns operadores de agregação foram definidos por Xia e Xu (2011), dentre eles o operador de média ponderada Hesitant fuzzy. Seja h_j ($j = 1, 2, \dots, n$) uma coleção de elementos Hesitant fuzzy, então o operador de agregação HFWA pode ser definido como (XIA e XU, 2011; AI; YANG; ZHANG, 2014):

$$HFWA_\lambda(h_1, h_2, \dots, h_n) = \bigoplus_{j=1}^n (w_j h_j) \quad (2)$$

$$= \bigcup_{\gamma_1 \in h_1, \gamma_2 \in h_2, \dots, \gamma_n \in h_n} \{ 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \gamma_j)^{w_j} \} \quad (3)$$

Onde $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ é o vetor de pesos para h_j ($j = 1, 2, \dots, n$), e $w_j > 0$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Hesitant fuzzy aplicado à tomada de decisão

Apesar de terem sido encontrados diferentes aplicações da técnica hesitant fuzzy, ainda são poucos os estudos que utilizam tal técnica para tomada de decisão em grupo na avaliação e seleção de alternativas. A quantidade de passos utilizados para a aplicação do HFS varia de acordo com a proposta de aplicação de cada autor. Entretanto, três passos básicos são propostos por Rodríguez, Martínez e Herrera (2012): avaliação, agregação e ordenação. Esses passos são seguidos após a obtenção dos pesos dos critérios e ponderação dos tomadores de decisão, caso necessário.

Inicialmente os tomadores de decisão avaliam as alternativas como no exemplo da Tabela 2. As expressões utilizadas são transformadas em conjuntos de termos linguísticos hesitant fuzzy, conforme apresentado na Tabela 3. As avaliações podem ser realizadas de forma anônima, com o intuito de evitar influências e tendo como resultados todos os conjuntos fuzzy ativados pelo grupo; ou de forma individual, representando os conjuntos fuzzy ativados por cada tomador de decisão (GU; WANG; YANG, 2011).

Tabela 2 - Expressões linguísticas utilizadas

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
A1	Entre muito baixo e médio.	Entre alto e muito alto.	Alto.
A2	Entre baixo e médio.	Médio.	Acima de baixo.
A3	Melhor que alto	Entre muito baixo e baixo.	Melhor que médio.

Fonte: Própria autoria

Tabela 3 – Conjuntos de termos linguísticos *hesitant fuzzy*

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
A1	MB, B, M	A, MA	A
A2	B, M	M	M, A, MA
A3	A, MA	MB, B	A, MA

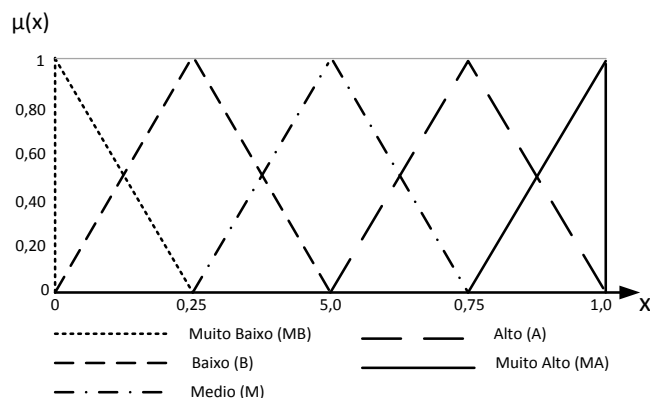
Fonte: Própria autoria

Em seguida, é aplicado um operador de agregação nos valores com grau de pertinência máximo das avaliações dos diferentes decisores para obtenção da matriz agregada. A partir da matriz agregada, são calculadas as pontuações para cada alternativa, que são ordenadas para a seleção das melhores soluções. Técnicas como a matriz de preferência e grau de escolha não dominante (RODRÍGUEZ; MARTÍNEZ; HERRERA, 2012) podem ser utilizadas para o cálculo das pontuações das alternativas. Entretanto, para o caso estudado no presente trabalho, o próprio operador de agregação HFWA, retorna pontuações para a ordenação das alternativas.

Resultados

Três especialistas com experiência na área de desenvolvimento sustentável foram responsáveis por avaliar cada uma das duas ferramentas de proposição de valor apresentadas, segundo os critérios definidos previamente na seção 2.3. A Figura 3 exibe o universo de discurso com os conjuntos fuzzy que foram utilizados para as avaliações pelos especialistas.

Figura 3 - Conjuntos Fuzzy utilizados na avaliação



Fonte: Própria autoria

Inicialmente cada especialista avaliou a importância de cada critério, utilizando expressões linguísticas, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Expressões Linguísticas Utilizadas para as Avaliações dos Critérios

Especialistas	Critérios			
	Viabilidade	Usabilidade	Utilidade	Reorientação do Modelo de Negócio
E1	Alto (0,75)	Alto (0,75)	Acima de alto (0,75; 1,0)	Acima de alto (0,75; 1,0)
E2	Muito alto (1,0)	Acima de alto (0,75; 1,0)	Alto (0,75)	Acima de alto (0,75; 1,0)
E3	Alto (0,75)	Alto (0,75)	Acima de alto (0,75; 1,0)	Médio (0,5)

Fonte: Própria autoria

Para agregar as opiniões dos especialistas, foi aplicado o operador de agregação HFWA, obtendo a pontuação de importância de cada critério. Foi considerado que todos os especialistas envolvidos possuem o mesmo peso de importância na avaliação. A Tabela 5 apresenta os resultados das pontuações agregadas dos critérios e suas respectivas normalizações.

Tabela 5 - Resultados das Avaliações Agregadas Individuais

	Viabilidade	Usabilidade	Utilidade	Reorientação do Modelo de Negócio
Valor Agregado	1,000	0,875	0,938	0,920
Valor Normalizado	0,268	0,234	0,252	0,246

Fonte: Própria autoria

Em seguida, cada especialista avaliou as ferramentas de proposição de valor segundo os critérios. Os intervalos ativados pelos avaliadores são exibidos pela tabela 6.

Tabela 6 - Expressões Linguísticas Utilizadas para Avaliação das Ferramentas.

Ferramentas	Critérios			
	Viabilidade	Usabilidade	Utilidade	Reorientação do Modelo de Negócio
Ferramenta de Mapeamento de valor	Acima de médio (0,5; 0,75; 1,0)	Acima de alto (0,75; 1,0)	Acima de médio (0,5; 0,75; 1,0)	Acima de alto (0,75; 1,0)
Ferramenta de Análise de Valor Sustentável	Acima de médio (0,5; 0,75; 1,0)	Entre médio e alto (0,5; 0,75)	Acima de alto (0,75; 1,0)	Acima de alto (0,75; 1,0)

Fonte: Própria autoria

Finalmente, os resultados das avaliações individuais sobre as ferramentas, são agregados por meio da aplicação do operador de agregação HFWA. A Tabela 7 apresenta os resultados das pontuações referentes a cada ferramenta. Ressalta-se que quanto maior o valor do resultado, melhor é a indicação de utilização da alternativa avaliada.

Tabela 7 - Resultados das Avaliações das Ferramentas Individuais Agregado

	Ferramenta de Mapeamento de valor	Ferramenta de Análise de Valor Sustentável
Valor Agregado	0,966	0,950

Fonte: Própria autoria

Conclusão

A transição do atual modelo linear de produção e consumo para um modelo circular, é essencial para que os produtos, materiais e componentes sejam mantidos em seu mais alto nível de valor e utilidade. Para auxiliar as empresas a propor, criar e capturar valores que

possibilitem o alcance da EC, algumas ferramentas foram desenvolvidas por especialistas. Tais ferramentas auxiliam no processo de tomada de decisão, com a apresentação das mais diversas formas de valor encontradas em uma organização.

Segundo a aplicação proposta neste artigo, os tomadores de decisão avaliaram a ferramenta de Mapeamento de valor como mais adequada para a proposição, criação e captura de valor. Entretanto, as avaliações realizadas podem alterar segundo as organizações, especialista e problemas analisados. Sendo assim, a escolha de uma ferramenta em detrimento de outra também pode variar. Dessa forma a principal contribuição deste trabalho, é a proposição de um modelo de avaliação das ferramentas de proposição de valor que pode guiar as organizações para a escolha da mais adequada para o alcance dos valores disseminados pela EC.

Através deste trabalho também foi possível verificar oportunidades futuras de estudo, tais como a avaliação de outras ferramentas relacionadas à EC; a aplicação dessas ferramentas em ambientes organizacionais para avaliar congruência e incongruência; a adequação à tomada de decisão em grupo e; análise das dificuldades ou vantagens/benefícios na aplicação das diferentes ferramentas.

Referências

ABDULLAH, L. Fuzzy Multi Criteria Decision Making and its Applications: A Brief Review of Category. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 97, p. 131–136, 2013.

AI, F. Y.; YANG, J. Y.; ZHANG, P. D. An approach to multiple attribute decision making problems based on hesitant fuzzy set. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v: 27, n. 6, p. 2749-2755, 2014.

ALLEE, Verna. Value network analysis and value conversion of tangible and intangible assets. **Journal of intellectual capital**, v. 9, n. 1, p. 5-24, 2008.

BARBIERI, JC. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

BOCKEN, Nancy et al. A value mapping tool for sustainable business modelling. **Corporate Governance**, v. 13, n. 5, p. 482-497, 2013.

EVANS, Steve et al. **Towards a sustainable industrial system: With recommendations for education, research, industry and policy**. University of Cambridge, Institute for Manufacturing, 2009.

EKEL, P.; QUEIROZ, J.; PARREIRAS, R.; PALHARES, R. Fuzzy set based models and methods of multicriteria group decision making. **Nonlinear Analysis**, v. 71, p. 409-419, 2009.

GITINAVARD, H.; MOUSAVI, S. M.; VAHDANI, B. A new multi-criteria weighting and ranking model for group decision-making analysis based on interval-valued hesitant fuzzy sets to selection problems. **Neural Computing & Applications**, v: 27, n. 6, p. 1593-1605, 2016.

GU, Xiang; WANG, Ying; YANG, Bei. A method for hesitant fuzzy multiple attribute decision making and its application to risk investment. **Journal of Convergence information technology**, v. 6, n. 6, p. 282-287, 2011.

HART, Stuart L.; MILSTEIN, Mark B. Creating sustainable value. **The Academy of Management Executive**, v. 17, n. 2, p. 56-67, 2003.

LEWANDOWSKI, Mateusz. Designing the business models for circular economy—Towards the conceptual framework. **Sustainability**, v. 8, n. 1, p. 43, 2016.

LIAO, H.; XU, Z.; ZENG, X-J. Distance and similarity measures for hesitant fuzzy linguistic term sets and their application in multi-criteria decision making. **Information Sciences**, v. 271, p. 125-142, 2014.

LI, N.; ZHAO, H. Performance evaluation of eco-industrial thermal power plants by using fuzzy GRA-VIKOR and combination weighting techniques. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 169-183, 2016.

MACARTHUR, Ellen. Towards the circular economy – economic and business rationale for an accelerated transition. **J. Ind. Ecol**, 2013.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010.

Platts, K.W., 1993. A process approach to researching manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, 13(8), pp.4–17.

RICHARDSON, James. The business model: an integrative framework for strategy execution. **Strategic change**, v. 17, n. 5-6, p. 133-144, 2008.

RODRIGUEZ, R. M.; MART, L.; HERRERA, F. Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets for Decision Making. **IEEE Transactions on fuzzy systems**, v. 20, n. 1, p. 109–119, 2012.

RODRIGUEZ, R. M.; MARTINEZ, L.; HERRERA, F. A group decision making model dealing with comparative linguistic expressions based on hesitant fuzzy linguistic term sets. **Information Sciences**, v. 241, p. 28–42, 2013.

SCHALTEGGER, Stefan; WAGNER, Marcus. Sustainable entrepreneurship and sustainability innovation: categories and interactions. **Business strategy and the environment**, v. 20, n. 4, p. 222-237, 2011.

TEECE, David J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2, p. 172-194, 2010.

TORRA, V. Hesitant fuzzy sets. **International Journal of Intelligent System**, v.25, p: 529–539, 2010.

WEBSTER, Ken. **The Circular Economy: A wealth of flows**. Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2015.

XIA, Meimei; XU, Zeshui. Hesitant fuzzy information aggregation in decision making. **International journal of approximate reasoning**, v. 52, n. 3, p. 395-407, 2011.

YANG, Miying et al. Sustainable value analysis tool for value creation. **Asian Journal of Management Science and Applications**, v. 1, n. 4, p. 312-332, 2014.

YUE, Z. L. Group decision making with multi-attribute interval data. **Information Fusion**, v. 14, n. 4, p. 551-561, 2013.

YUE, Z. L. Aggregating crisp values into intuitionistic fuzzy number for group decision making. **Applied Mathematical modeling**, v. 38, n. 11-12, p. 2969-2982, 2014.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

ZADEH, L. Communication Fuzzy Algorithms. **Information and Control**, v. 12, p. 94–102, 1968.

ZIMMERMANN, H. J. Fuzzy set theory. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 2, n. 3, p. 317–332, 2010.

ZHANG, Y.; WANG, Y.; WANG, J.; MA, P.; SU, X.; ZHANG, H. A method based on correlation coefficient for interval-valued intuitionistic fuzzy multiple attribute group decision making. **Information**, v. 16, n. 9 B, p. 6867-6880, 2013.

ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael. Business model design: an activity system perspective. **Long range planning**, v. 43, n. 2, p. 216-226, 2010.