APLICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROBABILÍSTICA DE PREFERÊNCIAS TRICOTÔMICA (CPP-Tri) PARA CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE NA GESTÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS.

Franciel de Carvalho Monte
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
franciel_monte@hotmail.com
Lúcio Camara e Silva
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA
Rodovia BR 104, S/N, Km 59, Nova Caruaru, Caruaru – PE
luciocsilva@gmail.com

RESUMO

BPM (*Business Process Management*) é considerado como um enquadramento fundamental para as organizações que visam alcançar uma maior competitividade, por meio do alinhamento das suas metas com as suas estratégias de negócio. Uma forma de verificar a capacidade de desenvolvimento de BPM em uma organização é através de modelos de maturidade, BPMM *(Business Process Maturity Model)*. Entretanto, alguns desses modelos são avaliados na ausência de um procedimento formal. Diante disso, esse trabalho tem por objetivo propor a utilização de um método multicritério de apoio à decisão, mais especificamente a Composição Probabilística de Preferências Tricotômica (CPP-Tri), para estruturar a classificação de organizações quanto aos seus níveis de maturidade em BPM. Como instrumento para a realização da CPP-Tri, usou-se uma adaptação do código no R proposto por Gavião et al. [2017] em dados realísticos obtidos através de simulação. As análises dos resultados ratificaram a aplicação como eficaz para medição do nível de maturidade em BPM.

PALAVRAS CHAVE. BPM, BPMM, MCDA, Composição Probabilística de Preferências Tricotômica (CPP-Tri).

Tópicos: SE – PO em Serviços. OA – Outras aplicações em PO. MP – Modelos Probabilísticos.

ABSTRACT

BPM (Business Process Management) is considered as a fundamental framework for organizations that aim to achieve greater competitiveness, by aligning their goals with their business strategies. One way to verify BPM development capability in an organization is through maturity models, BPMM (Business Process Maturity Model). However, some of these models are evaluated in the absence of a formal procedure. Therefore, the purpose of this work is to propose the use of a multicriteria method of decision support, specifically the Probabilistic Composition of Trichotomic Preferences (CPP-Tri), to structure the classification of organizations regarding their BPM maturity levels. As an instrument for the realization of CPP-Tri, an adaptation of the code in the R proposed by Gavião et al. [2017] in realistic data obtained through simulation. The analysis of the results ratified the application as effective for measuring the level of maturity in BPM.

KEY WORDS. BPM, BPMM, MCDA, Probabilistic Composition of Tricotomic Preferences (CPP-Tri).

Paper topics: SE – OR in Services. OA – Other applications in OR. MP – Probabilistic Models.

https://proceedings.science/p/85296?lang=pt-br

1. Introdução

A busca por uma maior participação no mercado, atraindo e mantendo consumidores e parceiros de negócio, faz com que as organizações precisem disponibilizar seus produtos e/ou serviços com alta qualidade, garantindo, assim, condições ideais para a execução dos seus processos organizacionais [Grigori et al. 2004]. Dessa forma, muitas organizações percebem a importância da gestão dos processos de negócios (*Business Process Management* – BPM) como uma alternativa para proporcionar competitividade por meio da entrega de produtos e serviços de alta qualidade [Indulska et al. 2009].

Uma vez reconhecida a importância do BPM, surge a questão sobre quão avançadas estão várias organizações no desenvolvimento de suas capacidades e competências associadas a práticas de BPM. Como tal, um modelo de maturidade (BPMM - *Business Process Maturity Model*) pode ser uma referência eficaz para iniciativas de melhoria de processos [Tarhan et al. 2016]. De acordo com de Bruin e Rosemann [2005], o nível de maturidade de uma organização equivale a capacidade que a mesma possui em alinhar-se aos seus objetivos, conquanto execução do gerenciamento de processos de negócios fluir adequadamente.

Dentre os modelos de BPMM observados na literatura, podemos citar: modelo de Harmon [Harmon 2003, 2004], o modelo de Hammer (Auditoria de Processo) [Hammer 2007], integração do modelo de maturidade de capacidade (CMMI) [SEI 2006a, 2006b), modelo do OMG [Cutis et al. 2004; OMG 2008], modelo de Rosemann e Bruin [Rosemann; Bruin 2005; de Bruin 2009].Tendo em vista necessidade de se obter uma visão mais ampla e genérica sobre os fatores considerados cruciais para o sucesso em BPM, nesse trabalho foi considerado uma junção de dois modelos citados, o de Rosemann e de Bruin e do OMG.

Entretanto, verificou-se que alguns desses modelos são avaliados na ausência de um procedimento formal para realizar a avaliação do nível de maturidade da organização. Diante disso, esse trabalho tem por objetivo propor a utilização de um método multicritério de apoio à decisão, mais especificamente a Composição Probabilística de Preferências Tricotômica (CPP-Tri), para sanar essa lacuna, dando suporte às organizações a desenvolver estratégias de BPM, facilitando a escolha dos processos a serem melhorados, além de fornecer suporte na associação entre os objetivos dos processos e as metas organizacionais. A escolha por esse método está embasada, principalmente, na dificuldade encontrada em conseguir expressar precisamente o desempenho da organização em determinados critérios de avaliação. Esse fator torna o método utilizado ainda mais valoroso, por se tratar de composições probabilísticas onde há adição de perturbações aleatórias para levar em conta a imprecisão nas avaliações [Sant'Anna 2012].

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta as principais características de BPM, e dos modelos de BPMM, e apoio a decisão multicritério, com ênfase no CPP-Tri; a seção 3 descreve a estrutura de desenvolvimento da aplicação; a seção 4 descreve a aplicação do método e uma discussão dos resultados e, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e propostas para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

2.1. Gestão de Processos de Negócios (Business Process Management – BPM)

Entende-se por processo de negócio um grupo de atividades logicamente conectadas, que recebem entradas e geram saídas específicas, com o objetivo de atender as necessidades internas e externas à organização [Grover e Kettinger 2000; Smith e Fingar 2003; Paim et al. 2009]. Embasados nesse conceito, Grover e Kettinger [2000] definem a gestão de processos de negócio (do acrônimo em inglês, *Business Process Management* - BPM) como um programa que envolve a formalização do planejamento, estruturação e avaliação contínuos dos processos, de forma radical ou incremental. Além disso, é considerado como um meio de adquirir vantagens competitivas, melhorando, assim, a eficiência e eficácia dos processos [Broadbent, Weill e St. Clair, 1999; McKinsey, 2008].

https://proceedings.science/p/85296?lang=pt-br

Dessa forma, de acordo com vom Brocke e Rosemann [2013], por meio do BPM uma organização pode criar processos de alto desempenho, que funcionam com custos mais baixos, maior velocidade, maior acurácia, melhor uso de ativos e maior flexibilidade. Entretanto, exige a compreensão e o envolvimento da alta administração, para o devido alinhamento com as estratégias, objetivos e políticas de uma organização [Rosemann et. al 2004].

Portanto, uma vez identificada a importância do BPM, surge a necessidade de entendimento sobre o quão avançado estão as organizações em sua gestão de processos de negócios. Nesse sentido, Tarhan et al. [2016] afirmam que um modelo de maturidade em gestão de processo de negócio (BPMM) se torna uma ferramenta de grande valor.

2.2. Modelos de Maturidade em Processos de Negócios (Business ProcessMaturityModel - BPMM)

De acordo com de Bruin e Rosemann [2005], o nível de maturidade de uma organização equivale a capacidade que a mesma possui em alinhar-se aos seus objetivos, conquanto execução do gerenciamento de processos de negócios fluir adequadamente. Na literatura existem diversos modelos de maturidade em processos de negócios, cuja origem é encontrada nos trabalhos de Crosby [1979] e Nolan [1973]. Dentre esses, podemos destacar: o modelo de [Rosemann e vom Brocke 2010], que trata de uma visão holística de maturidade em BPM; modelo de Bill Curtis e Charles Weber, responsáveis pelo desenvolvimento do modelo de maturidade de capacidade (*Capability Maturity Model* – CMM), que resultou em um padrão de maturidade orientado por processo, adotado pelo OMG [www.bpmn.org].

Essas iniciativas buscam proporcionar ferramentas que as empresas possam empregar para definir de que forma estão gerenciando seus processos e fornecer sugestões a respeito dos passos que elas devem seguir para melhorar seu desempenho [vom Brocke e Rosemann, 2013].

Entretanto, vários trabalhos têm ganhado destaque ao verificar semelhanças e diferenças entre os modelos de maturidade, comparando vários aspectos [Wangenheim et al. 2010; Mettler et al. 2010] e os métodos de pesquisa que levam para o seu desenvolvimento [Van Looy et al. 2013; Wendler 2012; De Bruin e Rosemann 2005b; Becker et al. 2009]. Essas pesquisas mostram que, embora os modelos de maturidade possam diferir ao longo de muitas dimensões, as propriedades que compartilham e que os identificam como modelos de maturidade são que apresentam uma série de estágios de maturidade e um conjunto de capacidades que podem ser medidas para determinar o estágio de maturidade [Wendler 2012].

Como dito, os modelos possuem algumas diferenças, entre elas, os componentes organizacionais, ou seja, os critérios que os modelos abordam na avaliação da maturidade de BPM. Por exemplo, o modelo de Bruin e Rosemann [2005] cita como elementos a serem avaliados o alinhamento estratégico, a governança, os métodos, a TI, a cultura e as pessoas. O modelo de [Hammer 2007], apresenta desenho, executores, responsáveis, infraestrutura, indicadores, liderança, cultura, conhecimento e governança. O modelo do OMG [2008] menciona como elementos a serem avaliados: a liderança de BPM, a governança, o desenvolvimento de competências na equipe, a capacidade de análise de desempenho e a melhoria de processos. Os elementos avaliados pelo o modelo Fisher são: pessoas, controle, estratégia, tecnologia e processos. Ainda, o modelo de Lockamy e McCormack [2004] aponta como elementos os fornecedores, os funcionários, os produtos/serviços e os clientes. Tendo em vista as semelhanças, destacam-se os fatores humanos, uma vez que, todos os modelos citados abordam.

Tendo em vista a necessidade em agregar critérios que são vistos na maioria dos modelos, e a fim de conseguir uma interpretação mais completa e generalizada a respeito dos fatores que explicam o sucesso em BPM, a proposta desse trabalho foca na junção de dois dos modelos já citados, o de Rosemann e de Bruin e do OMG. Além disso, a identificação da ausência de um procedimento formal e estruturado para realizar a avaliação do nível de maturidade da organização, levou esse trabalho a propor a utilização de um método multicritério de apoio à decisão, para dar suporte às organizações, facilitando a escolha dos processos a serem melhorados, além de fornecer auxílio na associação entre os objetivos dos processos e as metas organizacionais.

2.3. Apoio à Decisão Multicritério

O apoio a decisão multicritério tem como objetivo auxiliar o indivíduo ou grupo de pessoas (decisor) com ferramentas especificas para resolver problemas que levam em consideração diferentes pontos de vistas, muitas vezes conflitantes entre si [Vincke, 1992].

Na modelagem de um problema de decisão multicritério, podem ser consideradas várias problemáticas, de acordo com a forma que o decisor deseja ter uma posição comparativa das alternativas analisadas [Roy, 1996]. Dentre elas, podemos destacar: (i) problemática de escolha(P. α) consiste na escolha de um subconjunto do espaço de ações composto de alternativas tidas como as mais satisfatórias; (ii) problemática de classificação (P.β): objetiva classificar cada alternativa, do conjunto de alternativas, em uma categoria predefinida; (iii) problemática de ordenação (P.γ): estabelecer uma ordem de preferência no conjunto de alternativas; (iv) problemática de descrição (P.δ): objetiva dar apoio a decisão descrevendo ações formal e sistematicamente, com suas consequências em termos de qualidade e quantidade.

Uma vez que a proposta do trabalho é classificar as organizações quanto ao seu nível de maturidade em gestão de processos, tem-se que o problema abordado é o de classificação, que, de acordo com Roy (1985), é um problema de decisão que além de avaliar um conjunto finito de alternativas, relativo a um conjunto de critérios, requer também atribuir essas alternativas a uma das categorias predefinidas. Para problemas de classificação, as classes podem ser definidas de forma nominal ou ordinal [Araz e Ozkarahan, 2007]. Porém, para fins desse trabalho, as classes são definidas de forma ordinal, pois, as categorias trazem a ideia de progressão, dessa forma, $C_5 > C_4 > C_3 > C_2 > C_1$ indica que C_5 é a categoria mais preferível e C_1 a menos preferível.

Na literatura, podemos encontrar diversos métodos multicritério de apoio à decisão para essa problemática. Dentre eles, podemos destacar: (i) ELECTRE TRI, que aloca alternativas em categorias pré-definidas, onde uma alternativa *a* é alocada em resultado da comparação de *a* com perfis definidos de limites das categorias [Mousseau; Slowinski, 1998 e Yu, 1992]; (ii) FlowSort, desenvolvido com base na metodologia de ordenação do PROMETHEE, no qual a sua proposta é atribuir ações a categorias completamente ordenadas, definidas por perfis limitantes ou por perfis centrais [Nemery, P. e Lamboray, C. 2007]; (iii) DEASort, uma extensão da DEA (Análise de Envolvimento de Dados), cujo objetivo é classificar itens em classes ordenadas associadas as suas eficiências [Ishizaka et al. 2018]; (iv) CPP-Tri, cuja finalidade é semelhante ao ELECTRE-Tri, porém utiliza uma abordagem probabilística dos dados. Por se tratar de uma abordagem probabilística, este se torna altamente relevante em situações de elevada incerteza e imprecisão dos dados, o que éencontrado em critérios avaliados em termos linguísticos, que geralmente empregam uma escala de Likert. Dessa forma, essa é a principal característica que levou a sua escolha na aplicação desse trabalho, queserá descrito em mais detalhes na próxima seção.

2.4. Composição Probabilística de Preferências Tricotômicas (CPP-Tri)

Com base no método CPP [Sant'Anna 2002], foi proposto por Sant'Anna, Costa e Pereira [2012]o método CPP-Tri, no qual as avaliações numéricas de acordo com cada critério são tratadas como parâmetros de locação de distribuições de probabilidades. Sua finalidade é similar a do método ELECTRE Tri [YU, 1992], entretanto, utiliza abordagem probabilística dos dados, o que o torna relevante para contextos de elevada incerteza e imprecisão dos dados.

O procedimento do método envolve os seguintes estágios, conforme Sant'Anna et. al [2016]: (i) cálculo de probabilidades de preferência por cada critério - as avaliações numéricas iniciais por cada critério são tratadas como médias de distribuições de probabilidade; (ii) cálculo de distâncias probabilísticas de avaliações para perfis - uma vez determinada a distribuição de probabilidade para a avaliação por cada critério, a probabilidade de cada alternativa estar acima ou abaixo de cada perfil é calculada para cada critério; (iii) alocação na classe mais próxima - depois que as probabilidades da alternativa estar acima ou abaixo dos perfis de uma classe são computadas, é possível calcular a diferença entre essas probabilidades. Vale salientar que, dessas probabilidades de sobreclassificação segundo cada critério é, então, possível derivar classificações globais sem

atribuir pesos aos critérios, usando as abordagens já consideradas para composição probabilística de preferências por Sant'Anna [2002].

As abordagens da CPP são:otimista, pessimista, progressista e conservador. Efetuando a combinação das posições nos extremos destas 2 (duas) orientações, são geradas 4 (quatro) diferentes composições [Garcia e Sant'Anna 2015]:

1) Otimista/Progressista: OP = 1 – π(1-Mij);
2) Otimista/Conservador: OC= 1 - πmij;
3) Pessimista/Progressista: PP = πMij;
4) Pessimista/Conservador: PC = π(1-mij).

Todas as probabilidades descritas baseiam-se na premissa de independência dos critérios e π significa o operador do produto com m termos obtidos variando as opções i sobre todos os critérios j [Garcia e Sant'Anna 2015]. Com relação à visão adotada pelo decisor para a construção da probabilidade conjunta, nesse trabalho foi utilizada uma combinação da abordagem pessimista, a qual busca uma otimização de acordo com todos os critérios, com a abordagem progressista, que considera a probabilidade de maximizar as preferências, as quais visam agregar, a partir dos valores obtidos para cada critério, um valor global único.

Dessa forma, Sant'Anna et al. [2012] relatam que para obter a probabilidade de uma opção i ser a melhor (M_{ij}) ou ser a pior (m_{ij}), conforme cada critério j, deve-se assumir independência estatística para simplificar o cálculo das probabilidades conjuntas pelo produto das funções marginais de probabilidade, conforme Equações 1 e 2.

$$M_{ij} \int_{Dx_i}^{\cdot} \left[\prod F_{x-1}(x-1)\right] f_{x_i}(xi)\, dx_i \qquad (1)$$

$$m_{ij} \int_{Dx_i}^{\cdot} \left[\prod (F_{x-1}(x-1))\right] f_{x_i}(xi)\, dx_i \qquad (2)$$

Nas equações (1) e (2), os parâmetros F_x, f_x e D_{xi} representam, respectivamente: a função distribuição cumulativa da variável x_{-i}, a qual representa as demais opções sob o mesmo critério, com exceção da variável x_i considerada no cálculo; a função densidade de probabilidade; e o suporte da variável aleatória x_i, o qual indica os limites inferior e superior do domínio da respectiva variável [Gavião et al. 2016].

Para a realização do cálculo do CPP-Tri é requerida a definição antecipada das classes, as quais as alternativas serão categorizadas. Perfis representativos identificam as classes, e a construção destes pode ser embasada em valores numéricos que, de acordo com cada critério, caracterizam uma alternativa em diferentes níveis.

Para efetuar a classificação são calculadas as probabilidades de as alternativas apresentarem valores (X_j) acima (A^+) e abaixo (A^-) dos perfis das classes (Y_{ihj}), conforme as equações (3) e (4), para a i-ésima alternativa, j-ésimo critério e h-ésimo perfil. O menor valor absoluto da diferença entre essas probabilidades (i.e.| A^+ - A^- |) determina a classificação da alternativa [Sant'Anna; Costa; Pereira 2012].

$$A_{ij}^{+} \prod_h P\left[X_j > Y_{ihj}\right] \qquad (3)$$

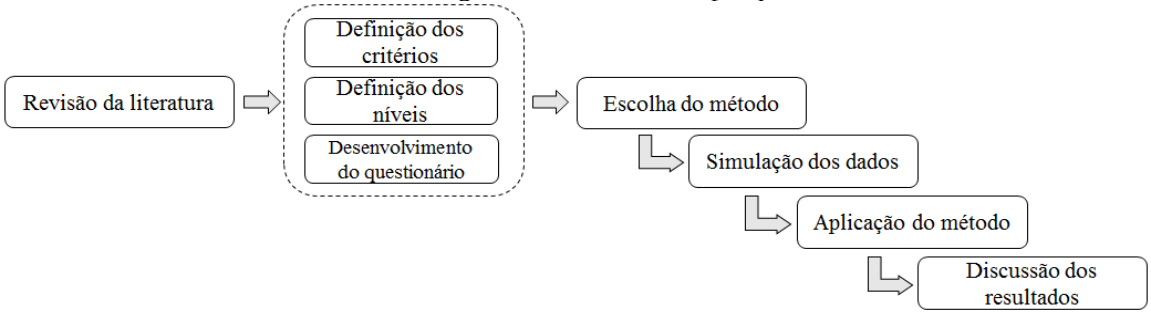
$$A_{ij}^{-} \prod_h P\left[X_j < Y_{ihj}\right] \qquad (4)$$

3. Metodologia

Conforme já comentado, a proposta desse trabalho é estruturar a classificação de organizações quanto aos seus níveis de maturidade em BPM, conforme uma abordagem de um

problema de decisão multicritério. Dessa forma, o desenvolvimento desse trabalho seguiu os passos apresentados na Figura 1, a seguir.

Figura 1 – Estrutura da pesquisa



Fonte: Esta pesquisa [2018].

Inicialmente, foi realizada uma revisão na literatura para analisar os modelos de maturidade em BPM, e identificar os critérios mais utilizados, bem como os níveis de maturidade. Foram identificados oito critérios, tidos como satisfatórios e não redundantes para explicar o nível de maturidade. A escolha de tais critérios (Tabela 1) foi embasada nos modelos de Rosemann e de Bruin [2005; de Bruin, 2009], por comportar uma série de estudos Delphi a fim de atestar a sua efetividade, representado através dos seis elementos centrais de BPM de vom Brocke e Rosemann [2013], e no modelo da OMG [2008].

Tabela 1 - Critérios

Critério	Definição
Alinhamento estratégico	É definido como uma interligação próxima entre as prioridades organizacionais e os processos empresariais que proporcionam ações contínuas e eficazes em busca da melhoria de desempenho dos negócios.
Governança	É direcionada para a atribuição apropriada e transparente relacionada a papeis e responsabilidades em diferentes níveis de BPM (portfólio, programa, projeto e operações).
Liderança de BPM	Estabelece o patrocínio executivo e a responsabilidade pela gestão e desempenho das atividades de melhoria de processos da organização.
Métodos	São ferramentas e técnicas que dão suporte e proporcionam atividades consistentes em todos os níveis de BPM.
Melhoria de processos	Estabelece os objetivos de melhoria da organização, a infraestrutura para a busca sistemática de melhorias e define a estratégia para atingir os objetivos.
Tecnologia da informação	Faz referência aos sistemas de *software*, *hardware* e de informação que habilitam e dão apoio as atividades de processo.
Pessoas	Indivíduos e grupos que continuamente melhoram e aplicam seus conhecimentos e habilidades de processo e de gestão de processos almejando o aprimoramento do desempenho dos negócios.
Cultura	Refere-se às crenças e valores coletivos que moldam atitudes e comportamentos relacionados aos processos para que haja melhoria no desempenho dos negócios.

Fonte: Adaptado de vom Brocke e Rosemann [2013] e OMG [2008]

Definidos os critérios, foram identificados os subcritérios (Figura 2), que trazem um detalhamento maior segundo as áreas de competência para avaliação da maturidade. Para maiores detalhes, os autores sugerem: vom Brocke e Rosemann [2013] e OMG [2008].

Figura 2 – Critérios e áreas de competência

Alinhamento Estratégico	Governança	Liderança	Métodos	Melhoria de Processos	Tecnologia da informação	Pessoas	Cultura	Critérios
Planejamento de melhoria de processo	Tomada de decisões em gestão de processos	Determinação e comunicação de motivos para investimento	Desenho e modelagem de processos	Iniciativas de melhoria	Desenho e modelagem de processos	Habilidades e especialidades de processo	Receptividade a mudanças de processo	Áreas de competência
Vínculo entre capacidade estratégica e de processo	Papeis responsabilidade de processo	Definição de objetivos e estratégias de melhoria de processos	Implementação e execução de processo	Programa de melhoria	Implementação e execução de processo	Conhecimento sobre gestão de processos	Valores e crenças nos processos	
Arquitetura de processo empresarial	Vínculo entre medidas e desempenho de processo	Comunicação e coordenação de estratégias de melhorias	Monitoramento e controle de processo	Responsabilidade pela melhoria	Monitoramento e controle de processo	Formação em processo	Atitudes e comportamentos nos processos	
Medidas de processo	Padrões de processos relacionados	Alinhar as unidades e gerentes a metas e estratégias	Inovação e melhoria de processo	Estabelecimento de metas de melhoria	Inovação e melhoria de processo	Colaboração nos processos	Atenção da liderança aos processos	
Clientes e partes interessadas dos processos	Conformidade da gestão de processos	Sistema de gerenciamento de desempenho e compensação	Gestão de programas e projetos de processo	Medição e monitoramento dos resultados	Gestão de programas e projetos de processo	Líderes de gestão de processos	Redes sociais de gestão de processos	
vom Brocke e Rosemann [2013]	**vom Brocke e Rosemann [2013]**	**OMG [2008]**	**vom Brocke e Rosemann [2013]**	**OMG [2008]**	**vom Brocke e Rosemann [2013]**	**vom Brocke e Rosemann [2013]**	**vom Brocke e Rosemann [2013]**	**Fonte**

Fonte: Adaptado de vom Brockee Rosemann[2013] e OMG [2008]

A próxima etapa foi definir os níveis de maturidade (Tabela 2), baseando-se nos trabalhos de Rosemann et al. [2009] e Santos [2003], no intuito de diferenciar vários níveis de sofisticação da iniciativa de BPM.

Tabela 2 – Níveis de maturidade em BPM

Nível	Definição
1 Inicial	As organizações não possuem nenhuma iniciativa em BPM ou possuem iniciativas descoordenadas e pouco estruturadas. Características: foco em abordagens de gestão pontuais, de escopo limitado, e no esforço individual; e mínimo envolvimento de colaboradores;
2 Repetível	Organizações iniciam o seu conhecimento em processos e, assim, aumentam o número de colaboradores que conseguem analisar a empresa com base em seus processos. Características: reconhecimento da importância da BPM e do propósito de explorá-la; e primeiras iniciativas conduzidas com o apoio de metodologias estruturadas e padrões comuns.
3 Definido	Organizações com um conhecimento maior em processos, em que se valorizam a gestão de processos, seus valores e princípios. Características: uso mais sofisticado de diferentes métodos, ferramentas, e tecnologias de BPM; e treinamento abrangente e formal em BPM.
4 Gerenciado	Organizações com um gerenciamento de processos implantado e fortemente enraizado em sua estratégia de melhoria. Características: escritório de processos estabilizado que mantém os padrões na organização; e uso de métodos e tecnologias de BPM amplamente aceitos.
5 Otimizado	Organizações colhem os benefícios de um BPM fortemente implantado tanto no gerenciamento estratégico quanto no operacional. Características: a gestão de processos faz parte das atividades gerenciais, das responsabilidades e das medições de desempenho; e os gestores trabalham continuamente para melhorar seus processos.

Fonte: Adaptado de Rosemann et. al [2012] e Santos [2003]

Portanto, levando-se em consideração a estrutura de avaliação proposta nesse trabalho, identificamos os seguintes aspectos:

i. Atuar como ferramenta de diagnóstico, permitindo identificar os pontos fortes e fracos atuais nos diferentes critérios analisados;

ii. Identificar e direcionar as atividades relacionadas ao BPM, ou seja, ser usado para definir a maturidade pretendida, através dos resultados de sua aplicação;
iii. Facilitar decisões direcionando sobre a priorização de áreas para desenvolvimento de gerenciamento de BPM;
iv. Proporcionar a medição do progresso nas capacidades de BPM, através da sua aplicação ao longo do tempo na mesma organização;
v. Permitir estudos comparativos através da aplicação em várias organizações.

4. Aplicação do método e resultados

Para fins deste trabalho, foram utilizados dados obtidos por meio de uma simulação, onde foram gerados aleatoriamente valores realísticos, que representam as possíveis respostas a serem obtidas através de um questionário estruturado utilizando uma escala Likert de cinco pontos.Dessa forma, a avaliaçãoé dada através das áreas de competência (com pontuação de 1 a 5, indicando a pior e a melhor avaliação, respectivamente). Portanto, o valor para o critério é determinado pelo somatório dos resultados obtidos para as cinco áreas de competência relacionadas a ele. A seguir, a Figura 3 exemplifica a avaliação do critério alinhamento estratégico. Para os demais, segue o mesmo raciocínio.

Figura 3 - Questionário

Critério – Alinhamento Estratégico Afirmação	Nunca (1)	Raramente (2)	Às vezes (3)	Quase sempre (4)	Sempre (5)	Pontos
1. Há planejamento de melhoria de processos deduzido diretamente da estratégia da organização.						
2. Os processos de negócio contribuem diretamente para a estratégia organizacional.						
3. Há uma arquitetura de processo organizacional bem definida, ou seja, os principais processos de negócio são retratados claramente.						
4. Há indicadores de desempenho para avaliar o desempenho real dos processos.						
5. As reais prioridades dos clientes e de outros interessados (alta administração, acionistas, órgãos governamentais etc.) são bem gerenciadas.						
Total						

Fonte: Esta pesquisa [2018]

Os dados simulados, porém, realísticos, foram gerados com base numa distribuição normal. Além disso, assumiu-se idêntica distribuição e independência entre as perturbações responsáveis por provocar a imprecisão nas medidas e variâncias determinadas pelos dados disponíveis [Sant'Anna; Costa, Pereira, 2012]. A tabela 3 contém o somatório dos valores correspondentes às avaliações das cinco empresas com relação aos oito critérios.

Tabela 3 –Matriz de avaliação das empresas

Empresa	Alinhamento Estratégico	Governança	Liderança	Métodos	Melhoria de Processos	Tecnologia da Informação	Pessoas	Cultura
A	16	18	11	17	14	9	15	15
B	21	6	22	17	15	22	12	13
C	16	14	10	10	12	18	15	20
D	19	19	13	13	23	16	19	16
E	10	15	15	15	12	11	16	16

Fonte: Esta pesquisa [2018]

Com base na Tabela 2, foram pré-definidas cinco classes, aqui chamadas de níveis, representadas por um perfil único, baseando-se no princípio de igualar o espaçamento entre os perfis, Sant'Anna et al. [2013]. Dessa forma, foram estimados os perfis para cada classe, onde todo desenvolvimento foi realizado de acordo com Sant'Anna et.al [2012]. Para o cálculo da CPP-Tri, através da referida distribuição (normal), foi utilizado como instrumento principal uma adaptação

do código no R proposto por Gavião et al. [2017]. As modificações foram realizadas para adequação dos perfis das classes ao problema aqui estudado. O cálculo dos valores dos perfis foi realizado com base nos possíveis resultados obtidos pelos critérios, dividindo-se a amplitude desses valores pelo número de classes.

A estruturação das classes e a construção dos perfis descritos estão esquematizados nos passos a seguir:

1. Determinação dos valores dos critérios.

i. *Considerando que o respondente atribuiu nota na escala Likert (de 1-pior valor a 5-melhor valor) para cada uma das cinco perguntas relativas ao critério.*

$V_C = \sum_j d_{j,c}$

onde:

V_C *= valor da alternativa para o determinado critério.*

$d_{j,c}$*= valor obtido pela j-ésima pergunta que compõe o critério C.*

2. Determinação das classes (equidistantes) através do valor total máximo e mínimo passíveis de serem obtidos numa coleta de dados.

a. *Para a determinação do valor mínimo:*

i. Considera-se que o respondente atribuiu nota mínima na escala Likert (1-pior valor) para todas as perguntas que compõem o critério.

Mín $V_C = \sum_j d_{j,c}$ *logo, Mín* $V_C = 5$

Onde:

Mín V_C *= valor mínimo passível de ser obtido para o critério C.*

$d_{j,c}$*= valor obtido pela j-ésima pergunta que compõe o critério C.*

b. *Para a determinação do valor máximo:*

i. Considera-se que o respondente atribuiu nota máxima na escala Likert (5-melhor valor) para todas as perguntas que compõem o critério.

Máx $V_C = \sum_j d_{j,c}$ *logo, Máx* $V_C = 25$

Onde:

Máx V_C *= valor máximo passível de ser obtido para o critério C.*

$d_{j,c}$*= valor obtido pela j-ésima pergunta que compõe o critério C.*

c. *Determinação da amplitude da classe, tendo em vista as cinco classes pré-definidas.*

$P = \frac{MáxVc - MínVc}{Totaldeclasses} = \frac{25-5}{5} = 4$

3. Determinação dos perfis centrais (equidistantes) através dos limites superior e inferior de cada classe. Todos os valores definidos do passo 1 ao 3 estão detalhados na Tabela abaixo.

Tabela 4 – Limites das classes

Classe (nível)	Limite inferior (LI)	Limite superior (LS)	Perfis Equidistantes
Classe 1 (C1)	LI C1 = MínV_c	LS C1 = LI C1 + P	P1 = (LI C1 + LS C1) / 2
Classe 2 (C2)	LI C2 = LS C1	LS C2 = LI C2 + P	P2 = (LI C2 + LS C2) / 2
Classe 3 (C3)	LI C3 = LS C2	LS C3 = LI C3 + P	P3 = (LI C3 + LS C3) / 2
Classe 4 (C4)	LI C4 = LS C3	LS C4 = LI C4 + P	P4 = (LI C4 + LS C4) / 2
Classe 5 (C5)	LI C5 = LS C4	LS C5 = LI C5 + P	P5 = (LI C5 + LS C5) / 2

Fonte: Esta pesquisa [2018]

O próximo passo corresponde a aplicação da CPP-Tri aos dados das cinco empresas, e seu resultado encontra-se na Tabela 6, abaixo, na qual os valores correspondem ao produto das probabilidades de cada empresa estar posicionada acima ou abaixo do perfil de cada nível. Sendo assim, a empresa B apresenta 7,69E-08 de probabilidade de estar acima e 0,114 de probabilidade de estar abaixo do perfil do nível 5, o qual representa a categoria mais elevada em BPM.

Tabela 5 – Resultado da aplicação da CPP-Tri

EMP	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5		Res
	Acima	Abaixo	Acima	Abaixo	Acima	Abaixo	Acima	Abaixo	Acima	Abaixo	
A	2,13E-01	1,14E-07	3,49E-02	6,44E-05	1,61E-03	4,58E-03	1,47E-05	6,95E-02	2,08E-08	3,20E-01	3
B	2,12E-01	3,63E-09	4,00E-02	3,28E-06	2,41E-03	4,70E-04	3,28E-05	1,38E-02	7,69E-08	1,14E-01	3
C	1,93E-01	1,02E-07	2,97E-02	4,69E-05	1,30E-03	3,53E-03	1,16E-05	5,74E-02	1,63E-08	2,85E-01	3
D	4,35E-01	5,48E-10	1,33E-01	9,51E-07	1,49E-02	2,34E-04	4,16E-04	1,02E-02	2,13E-06	1,07E-01	4
E	1,30E-01	1,39E-06	1,43E-02	3,25E-04	3,94E-04	1,34E-02	1,98E-06	1,31E-01	1,43E-09	4,46E-01	3

Fonte: Esta pesquisa [2018]

No entanto, a definição dos níveis depende da diferença absoluta entre as probabilidades de estar acima e abaixo de cada classe. Utilizando como exemplo a empresa D, na qual o menor módulo da diferença é apresentado no nível 4, igual a 9,78E-03, assim determinando a localização da empresa, conforme descrito na coluna "Res".

A fim de comprovar a eficácia da aplicação e mostrar que as avaliações refletem as características dos níveis, foi realizada uma análise detalhada do questionário com o intuito de verificar se os resultados obtidos nas avaliações justificam a classificação das alternativas nos determinados níveis. Para fins de aplicação, foi utilizada para a análise apenas a empresa A, a qual foi classificada no nível 3. Foi constatado que a característica "uso mais sofisticado de diferentes métodos, ferramentas, e tecnologias de BPM" presente no nível 3 de maturidade, recebeu a segunda melhor avaliação para a determinada empresa, confirmando, assim, a sua alocação e o que se esperava do modelo. Dando sequencia ao procedimento de análise, outras relações foram constatadas, o que trouxe maior apoio à validação do modelo.

5. Considerações finais

Considerando a importância do BPM, uma vez que fornece métodos, ferramentas e técnicas para identificar, analisar, executar, monitorar e alterar os processos [Davenport, 1993], as empresas estão buscando meios para enxergar o nível em que a gestão de processos de negócios se encontra e a partir disso direcionar esforços de melhoria para seus processos, visando o sucesso do negócio. Conforme já mencionado anteriormente, existem vários modelos de maturidade em BPM para atingir esse objetivo.

Entretanto, alguns desses modelos são avaliados na ausência de um procedimento formal. Dessa forma, o presente trabalho apresenta a proposta da utilização de um método multicritério, mais especificamente o CPP-Tri, no suporte a essa questão. Para fins de aplicação da proposta, foram utilizados dados obtidos por meio de simulação, para representar as possíveis respostas a serem obtidas com a aplicação de um questionário para avaliação da maturidade.

A análise dos resultados mostrou que o método utilizado satisfez o propósito do trabalho, resultando na classificação das empresas em níveis de maturidade, condizente com as respostas obtidas no questionário. Além disso, anatureza probabilística do método veio a confirmar a sua adequação ao problema enfrentado, mostrando-se muito útil para o alcance dos resultados obtidos.

Para trabalhos futuros, propõe-se a aplicação dessa proposta em empresas do PóloTêxtil do Agreste de Pernambuco, pois, esse setor tem grande relevância para a economia regional, abrangendo uma população de mais de 100 mil pessoas envolvidas em processos produtivos de peças de vestuário [Gorini, 2009]. Dessa forma, pretende-se auxiliar as organizações a criarem roteiros visando orientar suas iniciativas de processos em andamento, uma vez que, as organizações dessa região refletem uma realidade sobre necessidades de melhoria ou de implementação de processos de negócios gerenciados [Sousa e Silva, 2014].

Agradecimento. Este trabalho contou com o apoio da FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) e do Grupo de Pesquisa em Sistema de Informação e Decisão (GPSID).

Referências

Araz, C., & Ozkarahan, I. (2007). Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International journal of production economics*, *106*(2), 585-606.

Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, *1*(3), 213-222.

Broadbent, M., Weill, P., & St. Clair, D. (1999). The implications of information technology infrastructure for business process redesign. *MIS quarterly*, 159-182.

Crosby P. (1979). Quality is Free, McGraw-Hill.

Curtis, B., Alden, J., & Weber, C. V. (2004). The use of process maturity models in business process management. *White Paper. Borland Software Corporation*.

Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.

De Bruin, T., &Rosemann, M. (2005). Towards a business process management maturity model. In Proceedings of the 13th European conference on information systems. Germany: Regensburg.

Garcia, P. A. A. e Sant'Anna, A. P. (2015). Vendor and logistics provider selection in the construction sector: a probabilistic preferences composition approach. *Pesquisa Operacional*, v. 35, n. 2, p. 363–375.

Gavião, L. O., Príncipe, V. A., Lima, G. B. A., Sant'Anna, A. P. (2017) Aplicação da Composição Probabilística de Preferências e do Índice de Gini à escolha de jogadores da Liga Inglesa de Futebol. *Anais do II Seminário Internacional de Estatística com R*. The World Big Data Analysis.

Gorini, A.P.F. Panorama do Setor Têxtil no Brasil e no Mundo: reestruturação e perspectivas. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar. 2009

Grigori, D., Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., Sayal, M., &Shan, M. C. (2004). Business process intelligence. *Computers in industry*, *53*(3), 321-343.

Grover, V., &Kettinger, W. J. (Eds.). (2000). *Process think: winning perspectives for business change in the information age*. IGI Global.

Hammer, M. (2007). A auditoria do processo. *Harvard business review*, *85* (4), 111-9.

Harmon, P. (2003). *Mudança do processo empresarial: um guia do gerente para melhorar, redesenhar e automatizar processos*. Morgan Kaufmann.

Harmon, P. (2004). Evaluating an organization's business process maturity. *Business Process Trends*, *2*(3), 1-11.

Indulska, M., Recker, J., Rosemann, M., & Green, P. (2009, June). Business process modeling: Current issues and future challenges. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 501-514). Springer, Berlin, Heidelberg.

Ishizaka, A., Lolli, F., Balugani, E., Cavallieri, R., &Gamberini, R. (2018). DEASort: assigning items with data envelopment analysis in ABC classes. *International Journal of Production Economics*.

Lockamy, A.; Mccormack, K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. Supply Chain Management: An International Journal. V. 9 (4), p. 272-278, 2004

McKinsey (2008). Global survey results: IT's unmet potential. McKinsey Quarterly, 17(4), 1–9.

Mettler, T., Rohner, P., & Winter, R. (2010). Towards a classification of maturity models in information systems. In *Management of the interconnected world* (pp. 333-340). Physica-Verlag HD.

Mousseau, V., &Slowinski, R. (1998). Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples. *Journal of global optimization*, *12*(2), 157-174.

Nemery, P., &Lamboray, C. (2008). *Ƒ*lowSort: a flow-based sorting method with limiting or central profiles. *Top*, *16*(1), 90-113.
Nolan, R. L. (1979). Managing the crises in data-processing. *Harvard business review*, *57*(2), 115-126.
OMG. (2008). Business Process Maturity Model (BPMM), Versão 1.0, DocumentoPadrão. Disponível em: http://www.omg.org/spec/BPMM/1.0/PDF. Acesso em 26/01/2018.
Paim, R., Cardoso, V., Caulliraux, H., & Clemente, R. (2009). *Gestão de processos: pensar, agir e aprender*. Bookman Editora.
Rosemann, M. e vomBrocke, J. (2010). "The Six Core Elements of Business Process management". EmvomBrocke, J. e Rosemann, M.(eds.) Handbook on Business Process Management. Heidelberg: Springer-Verlag, vol.1.
Rosemann, M., de Bruin, T. e Hueffner, T. (2004)."A Model For Business Process Management Maturity". ACIS 2004 Proceedings. Paper 6.
Rosemann, M., de Bruin, T. e Power, B. "BPM Maturity". EmJeston, J. e Nelis, J. (2006). (eds.)Business Process Management. Practical Guidelines to Sucessfull Implementations. Nova York: Elsevier, pp. 299-315.
Rosemann, M.; Bruin, T.; Power, B. (2009). Maturidade de BPM. Disponível em: http://www.bpm360.com.br. Acesso em 15/01/2018.
Roy, B. (1985). *Méthodologiemulticritère d" aide à ladécision*. Economica.
Roy, B. (1996). Multicriteria Methodology Goes Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers.
Sant'Anna, A. P. (2002). Data envelopment analysis of randomized ranks. *Pesquisa Operacional*, *22*(2), 203-215.
Sant'Anna, A. P., Costa, H. G., & Pereira, V. (2012). CPP-TRI: um método de classificação ordenada baseado em composição probabilística. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, *12*(8), 104-117.
Sant'Anna, A. P., Gomes, L. F. A. M., Costa, F. D., Rangel, L. A. D., Faria, M. D. S., Ferreira, R. G., & Senna, V. D. (2012). Análise multicritério baseada em probabilidades de preferência. *Tópicos emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: casos, experiências e proposições*, *5*, 258.
Sant'Anna, A. P., Costa, H. G., & Pereira, V. (2015). CPP-TRI: a sorting method based on the probabilistic composition of preferences. *International Journal of Information and Decision Sciences*, *7*(3), 193-212.
Sant'Anna, A. P., Faria, F., & Costa, H. G. (2013). Aplicação da Composição Probabilística e do Método Das K-Médias À Classificação de Municípios Quanto À Oferta de Creches. *Cadernos do IME-Série Estatística*, *34*(1), 17.
Smith, H., &Fingar, P. (2003). *Business process management: the third wave* (Vol. 1). Tampa: Meghan-Kiffer Press.
Sousa, C. M. P. de., Silva e, L. C. (2014) Análise da Matriz SWOT como Ferramenta Estratégica na Cadeia de Suprimentos: um estudo de caso numa empresa do Pólo de Confecções do Agreste Pernambucano. *In Anais do XXXIV ENEGEP*, Curitiba-PR.
Tarhan, A., Turetken, O., &Reijers, H. A. (2016). Business process maturity models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, *75*, 122-134.
Van Looy, A., De Backer, M., Poels, G., &Snoeck, M. (2013). Choosing the right business process maturity model. *Information & Management*, *50*(7), 466-488.
Vincke, P. (1992). *Multicriteria decision-aid*. John Wiley & Sons.
vomBrocke, J., &Rosemann, M. (2013). *Manual de BPM: Gestão de processos de negócio*. Bookman Editora.
Wendler, R. (2012). The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. *Information and software technology*, *54*(12), 1317-1339.
Yu, W. (1992). ELECTRE TRI (aspects méthodologiques et manueld'utilisation). *Document-Université de Paris-Dauphine, LAMSADE*.