

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA ESCOLHA DE LINGUAGEM DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO

Isabela Cristina Teles Terra¹ - isabelacristinaterra@gmail.com
Aline Pires Vieira de Vasconcelos¹ - alineprofcefet@gmail.com
Henrique Rego Monteiro da Hora¹ - henrique.dahora@iff.edu.br
¹Instituto Federal Fluminense – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Resumo. A escolha da linguagem de modelagem de processos correta pode gerar um grande impacto na organização. O presente trabalho apresenta a utilização do método AHP (Analytic Hierarchy Process) com o objetivo de auxiliar na escolha pela linguagem de modelagem de negócios entre Business Process Model and Notation (BPMN), Unified Modeling Language (UML) e Event-driven Process Chain (EPC) com base em critérios selecionados através de uma revisão bibliográfica. Com o auxílio de um especialista na área, para realização dos julgamentos, foi aplicado o método e obtido o resultado que aponta a linguagem de modelagem de processos BPMN como melhor opção de escolha. Se destacando em todos os critérios analisados.

Palavras-chave: BPMN; UML-AD; EPC; AHP; análise multicritério.

1. INTRODUÇÃO

A busca das organizações por melhor desempenho através de uma gestão eficaz e eficiente dos processos de negócio faz com que a área se mantenha em grande expansão. A ABPMP (2013) diz que com a utilização do BPM (*Business Process Management*) se esperam resultados qualificados e processos claramente identificados. Garantindo assim uma rentabilidade de recursos, tempo e custos.

São amplas as ofertas ao nível destas notações, o que vem dificultando aos modeladores dos projetos uma escolha assegurada. Para citar algumas, ARIS (*Architecture of Integrated Information Systems*), BPMN (*Business Process Model and Notation*), EPC

(*Event-driven Process Chain*) e UML (*Unified Modeling Language*), elas possuem características diferentes, vantagens e desvantagens (Aalst, 2012).

No meio da vasta quantidade de linguagens para modelagem de processos de negócio, é de interesse classificar as particularidades que cada uma tem de modo a proporcionar uma escolha orientada para os agentes que as utilizam nas organizações (Heidari, Loucopoulos, Brazier, & Barjis, 2013).

Diante deste cenário, este trabalho propõe o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), metodologia de auxílio multicritério à decisão, aplicando uma análise comparativa entre BPMN, UML-AD e EPC à luz dos critérios de escolha no processo de seleção de linguagem de modelagem de processos, a fim de escolher qual mais se adequa com base nos critérios relevantes apontados entre os trabalhos selecionados na literatura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desenvolvido por Saaty (1991), o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), permite o tratamento de problemas de escolha complexos de forma simples, que reflete o funcionamento da mente humana na avaliação de alternativas diante de um problema de decisão. O método é baseado em três princípios do pensamento analítico, a construção de hierarquias, a priorização e a consistência lógica. E sua aplicação em problemas de decisão contempla as fases: estruturação dos critérios e alternativas; coleta de julgamentos; cálculos de prioridades; verificação da consistência do julgamento; cálculo das prioridades globais das alternativas.

A fase de estruturação dos critérios abrange a estruturação do problema de decisão em níveis. Tal fase permite que os decisores modelem os problemas complexos em uma estrutura hierárquica em que é possível visualizar as relações entre as metas, os critérios que demonstram os objetivos, e as alternativas envolvidas na decisão. A estrutura hierárquica forma uma árvore invertida, onde vai descendo do objetivo para os critérios e alternativas. (Saaty, 1991).

Após a hierarquização dos critérios, é feito o julgamento dos decisores. Para isso se constrói uma matriz de comparação paritária entre os elementos do nível inferior e os do nível imediatamente a cima. Os elementos são comparados seguindo a escala de julgamentos recomendada por Saaty (1991), descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Escala de julgamento de importância do AHP

Intensidade	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra é do mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.

Fonte: Adaptado de Saaty (1991)

A forma matricial seguinte representa, genericamente, a matriz de julgamento das n alternativas. Na comparação entre os elementos, deve-se levar em conta qual o elemento mais importante e a intensidade dessa importância.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

A matriz de comparação gera relações recíprocas como representado na matriz anterior. Sendo assim, para cada julgamento registrado na posição de linha i e coluna j , x_{ij} , há um valor igual a $\frac{1}{x_{ij}}$ na posição recíproca. Os elementos x_{ij} devem obedecer a regras. São elas:

- I. Se $x_{ij} = \alpha$, então $x_{ji} = \frac{1}{\alpha}$, $\alpha \neq 0$, onde α é o valor numérico do julgamento baseado na escala apresentada na Tabela 1.
- II. Se o julgamento for de igual importância, então $x_{ij} = 1$ e $x_{ji} = 1$.

Em seguida, se calcula a contribuição relativa de cada elemento da estrutura hierárquica em relação ao objetivo imediato e em relação ao objetivo principal, obtendo-se assim as prioridades globais. Que de acordo com Saaty (1991), podem ser obtidas por meio de operações matriciais, calculando-se o principal autovetor da matriz e em seguida normalizando-o.

O resultado obtido em cada linha corresponde ao total percentual relativo de prioridades ou preferências em relação ao objetivo. O vetor de prioridades resultante é chamado de autovetor da matriz, e a somatória de seus elementos é igual a 1. Em sequência ao cálculo das prioridades locais em relação a cada nó imediatamente superior, é realizado o cálculo da consistência dos julgamentos.

Vargas (2010) descreve, de forma simples, os passos para verificar a consistência do julgamento, primeiramente se calcula o maior autovalor da matriz de julgamento (λ_{Max}) por meio do somatório do produto de cada total da coluna j da matriz original por cada elemento na posição j do vetor de prioridade, considerando j a coluna da matriz de julgamento variando de 1 a n . Representado pela seguinte fórmula:

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n T_j \times P_j \quad (1)$$

Onde:

T_j é o somatório da coluna j da matriz de julgamento;

P_j é a prioridade calculada para o critério localizado na linha j .

Em segundo passo, se calcula o índice de consistência, *Consistency Index*:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Em terceiro passo, se calcula a razão de consistência, *Consistency Ratio*:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Onde o índice randômico, *Random Index* (RI), de acordo com Saaty (1991), é o índice de consistência de uma matriz gerada, randomicamente, pelo laboratório Oak Ridge. Apresentado na tabela seguinte.

Tabela 2 – Índice de consistência aleatória

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fonte: Saaty (1991).

Por fim, após verificar a consistência dos julgamentos, é calculado o desempenho global das alternativas. Segundo Saaty (1991), as propriedades globais calculadas para cada critério correspondem à importância de cada critério em relação ao objetivo principal. No entanto, no nível das alternativas, a prioridade encontrada ao se multiplicar a prioridade local da alternativa em relação a um determinado foco pela prioridade global deste reflete o impacto da alternativa no objetivo principal. Portanto, obtém-se a prioridade global das alternativas realizando o somatório das prioridades globais das alternativas calculadas em cada critério. Tal prioridade determina a contribuição da alternativa para o objetivo principal.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Das linguagens de modelagem de processos existentes destacam-se como as mais influentes nos dias de hoje: BPMN; a UML; EPC. Baseando-se em uma revisão bibliográfica, foram identificados os critérios relevantes (Tabela 3) no momento da escolha pela linguagem de modelagem de processos. Embora alguns critérios tendam ser relativamente universais, constatou-se que estavam relacionados ou aos objetivos ou a qualidade da pesquisa.

BPMN é uma forma de notação da BPM criada em 2004 descrita como uma notação gráfica capaz de representar processos de negócio. Atualmente na versão 2.0, é a mais representativa linguagem de modelagem de processos de negócio. Foi desenvolvida com a principal preocupação de ser facilmente compreendida por todos os utilizadores. Com sua evolução, apresenta hoje um considerável conjunto de ícones padrões que descrevem relacionamentos claramente definidos para um processo de negócio (Kelemen et al., 2013; Mili et al., 2010).

A UML é uma notação de diagramas de utilização geral nos dias de hoje. Criada em 1995 com o objetivo de ser utilizada na Engenharia de Software. Desde a sua criação, “o desafio da evolução da UML era desenvolver uma linguagem padronizada, com semântica única, capaz de representar sistemas de diferentes níveis de complexidade”. Em sua versão atual melhorou significativamente, o que fez a notação se distanciar do objetivo inicial de

suporte ao desenvolvimento de software e se aproximar a visão global dos processos, ampliando os domínios de aplicação. A UML é composta por diagramas e podendo ser utilizado para a modelagem de processos de negócio está o Diagrama de Atividades (AD) (Geambasu, 2012; Korherr, 2008).

A EPC é uma notação desenvolvida em 1992 que se baseia em conceitos das Petri nets (clássica notação de modelagem para sistemas distribuídos) e seu principal foco é permitir aos seus usuários uma representação gráfica dos processos organizacionais, de forma intuitiva, e que seja rápida e de simples compreensão tanto para especialistas quanto para leigos. (Mili et al., 2010).

Kelemen *et al.* (2013) afirma que é difícil classificar as três linguagens pelas mínimas diferenças existentes entre elas. Porém existem preferências, designers de software e desenvolvedores optam pelo uso da UML. EPC ganha preferência na esfera empresarial, enquanto BPMN está presente em ambas as áreas.

Tabela 3 – Critérios selecionados

Código	Critério	Descrição
C1	Expressividade	Em termos funcionais, estruturais ou comportamentais, a linguagem de permitir representar diversas situações organizacionais.
C2	Legibilidade	A facilidade com que os modelos são compreendidos e interpretados pelas pessoas.
C3	Usabilidade	A facilidade na utilização da linguagem.
C4	Atratividade	Ser atraente para o uso, não dependendo de especialista.
C5	Formalidade	Não ser ambígua na interpretação dos modelos e manter rigor com a semântica da linguagem.
C6	Universalidade	Popularidade da linguagem em relação ao mercado.

Fonte: Própria (2018)

Após definir os critérios, como instrumento de coleta, foi elaborado um questionário seguindo a aplicação do método AHP que foi respondido por um especialista com dez anos de atividade de gerenciando projetos de tecnologia da informação. Em seguida os dados foram inseridos na matriz de julgamento com o auxílio de uma planilha eletrônica.

4. RESULTADOS

A etapa de mensuração dos critérios tem início com os julgamentos de importância relativa paritária entre eles. A Fig. 1 apresenta a resolução da matriz de comparações paritárias entre critérios, ponderada pelo especialista. Juntamente com índice de consistência, que calculado indicou nível tolerado pelo método AHP.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 3 & 3 & 7 \\ 1 & 1 & 3 & 5 & 5 & 7 \\ 0.2 & 0.33 & 1 & 0.2 & 7 & 7 \\ 0.33 & 0.2 & 5 & 1 & 3 & 5 \\ 0.33 & 0.2 & 0.14 & 0.33 & 1 & 1 \\ 0.14 & 0.14 & 0.14 & 0.2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.354 \\ 0.37 \\ 0.074 \\ 0.109 \\ 0.053 \\ 0.038 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.85 \\ 2.02 \\ 0.93 \\ 1.02 \\ 0.33 \\ 0.227 \end{bmatrix}$$

$CI = 0.08 ; RI = 1.24 ; RC = 0.06$

Figura 1 – Matriz de prioridade dos critérios julgados pelo especialista

Fonte: Própria (2018).

As matrizes foram elaboradas em planilha eletrônica para receber os dados e configuradas para calcular, automaticamente, o valor nas posições recíprocas associadas a cada entrada. A resolução da matriz de comparações paritárias entre os critérios é apresentada na Fig. 2.

Para o cálculo das prioridades dos critérios, primeiramente foi obtido o somatório de cada coluna. Em seguida, é calculado o valor recíproco da soma obtida, e por último é feito o somatório dos valores recíprocos. O valor da prioridade local de cada elemento é obtido pela divisão do valor de seu recíproco pelo somatório dos recíprocos.

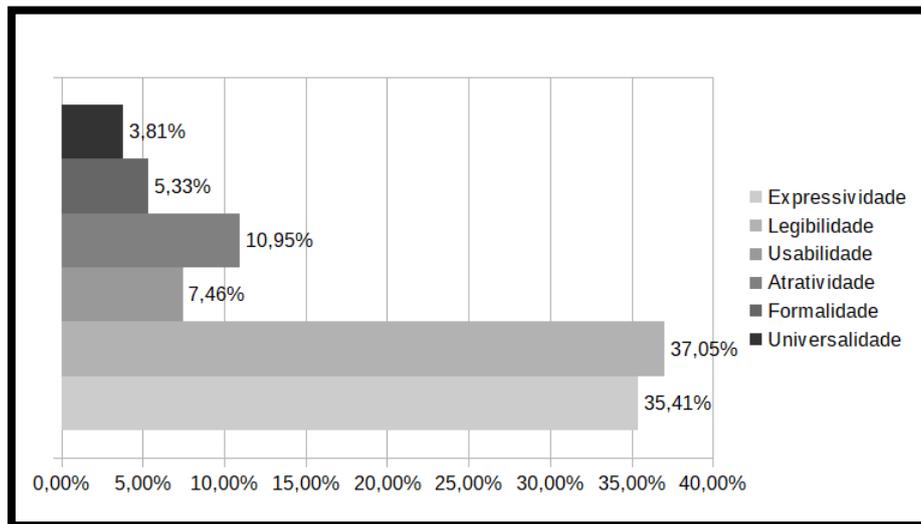


Figura 2 – Gráfico de importância relativa dos critérios julgados pelo especialista

Fonte: Própria (2018).

Deste modo, verifica-se que, de acordo com os julgamentos realizados, os critérios para escolha da linguagem de modelagem de processos apresentam a seguinte ordem de importância: 1º - Legibilidade, 37,05%; 2º - Expressividade, 35,41%; 3º - Atratividade, 10,95%; 4º - Usabilidade, 7,46%; 5º - Formalidade, 5,33%; 6º - Universalidade, 3,81%.

Em seguida, similarmente, o especialista efetuou a comparação paritária das alternativas nos critérios, apresentadas na Fig. 3.

<p>Expressividade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 7 & 6 \\ 0.14 & 1 & 0.16 \\ 0.16 & 6 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.79 \\ 0.07 \\ 0.14 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.15 \\ 0.20 \\ 0.71 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.03 ; RI = 0.58 ; RC = 0.07$</p>	<p>Legibilidade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 7 & 7 \\ 0.14 & 1 & 0.16 \\ 0.14 & 6 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.80 \\ 0.07 \\ 0.13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.19 \\ 0.20 \\ 0.68 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.04 ; RI = 0.58 ; RC = 0.08$</p>
<p>Usabilidade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 7 & 6 \\ 0.14 & 1 & 0.16 \\ 0.16 & 6 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.78 \\ 0.07 \\ 0.14 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.15 \\ 0.20 \\ 0.71 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.03 ; RI = 0.58 ; RC = 0.07$</p>	<p>Atratividade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 7 & 5 \\ 0.14 & 1 & 0.14 \\ 0.2 & 7 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.76 \\ 0.07 \\ 0.17 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.08 \\ 0.20 \\ 0.78 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.03 ; RI = 0.58 ; RC = 0.07$</p>
<p>Formalidade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 5 & 6 \\ 0.2 & 1 & 0.2 \\ 0.16 & 5 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.76 \\ 0.09 \\ 0.14 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.10 \\ 0.27 \\ 0.74 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.06 ; RI = 0.58 ; RC = 0.10$</p>	<p>Universalidade</p> $\begin{bmatrix} 1 & 8 & 7 \\ 0.125 & 1 & 0.16 \\ 0.14 & 6 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.80 \\ 0.06 \\ 0.12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.22 \\ 0.18 \\ 0.64 \end{bmatrix}$ <p>$CI = 0.03 ; RI = 0.58 ; RC = 0.06$</p>

Figura 3 – Matrizes de prioridade das alternativas julgados pelo especialista

Fonte: Própria (2018).

Assim como o cálculo das prioridades dos critérios, segue-se o mesmo para as alternativas, obtendo-se o somatório de cada coluna, em seguida calculando o valor recíproco da soma obtida, e por último sendo feito o somatório dos valores recíprocos. Resultando no valor da prioridade local de cada elemento através da divisão do valor de seu recíproco pelo somatório dos recíprocos.

Por fim, após todos os cálculos serem feitos, foram calculados os índices de consistência dos julgamentos. Estes cálculos também foram implementados na planilha eletrônica e integrados a matriz de julgamentos. E como se pode observar, os julgamentos realizados apresentam razão de consistência dentro dos parâmetros sugeridos pelo modelo. O que significa uma maior consistência no julgamento dos critérios e contribui para uma maior qualidade na tomada de decisão.

Os resultados finais, apresentados na Fig. 4, mostram que a linguagem de modelagem de processos *Business Process Model and Notation* se destaca como melhor alternativa de linguagem com 78,74%, enquanto a *Event-driven Process Chain*, com 13,88%, é a segunda opção e a *Unified Modeling Language* ocupa a última colocação, com 7,38%.

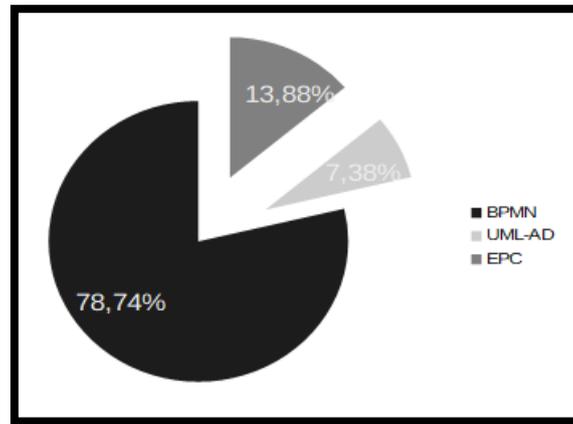


Figura 5 – Resultado global das alternativas

Fonte: Própria (2018).

Aldin & Cesare (2009), afirmam que a linguagem BPMN é a mais rica em semântica do que as demais embora as três linguagens partam do mesmo objetivo.

Vale ressaltar que a escolha da linguagem deve depender dos objetivos específicos do projeto e das características do processo de negócio. Embora os resultados obtidos mostram que a linguagem BPMN se destaca em todos os critérios analisados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia proposta pelo método AHP se mostrou branda para auxiliar no processo de escolha. Com auxílio de especialista na área e com o método AHP foi possível chegar à conclusão de qual seria a melhor opção de escolha entre BPMN, UML-AD e EPC. Conclui-se que o método AHP é eficaz no auxílio de escolha e que avaliar as alternativas e critérios auxiliam em uma escolha mais correta.

Com a análise de consistência dentro do padrão, menor ou igual a 0,10, fica determinado que as informações obtidas aqui são precisas e consistentes. O que respeita as propriedades básicas do AHP.

Este estudo trouxe resultados interessantes. Tendo em vista que a linguagem de notação BPMN, em sua criação, foi de certa forma inspirada pelos diagramas de atividade da UML e hoje se encontra em melhor destaque no que diz respeito aos critérios de escolha entre elas. Como sugestão para novas pesquisas e prosseguimento deste trabalho, propõe-se ampliar a quantidade de alternativas.

REFERÊNCIAS

- ABPMP. (2013). Association Business Process Management Professionals - Common Body of Knowledge 3.0.
- Aldin, L., & Cesare, S. De. (2009). A comparative analysis of business process modelling techniques. UKAIS 2009I, Oxford, UK, (Ukais), 1–17.
- Aalst, W. M. P. (2012). Aalst, W.M.P.: Business process management: a comprehensive survey. ISRN Softw. Eng. 1-37. ISRN Software Engineering, <https://doi.org/10.1155/2013/507984>
- Geambasu, C. V. (2012). BPMN vs. UML Activity Diagram for Business Process Modeling. Journal of Accounting and Management Information Systems, 11(4), 637–651.
- Heidari, F., Loucopoulos, P., Brazier, F., & Barjis, J. (2013). A Unified View of Business Process Modelling Languages.
- Kelemen, Z. D., Kusters, R., Trienekens, J., & Balla, K. (2013). Selecting a Process Modeling Language for Process Based Unification of Multiple Standards and Models.
- Mili, H., Tremblay, G., Jaoude, G. B., Lefebvre, É., Elabed, L., & Boussaidi, G. E. (2010). Business Process Modeling Languages: Sorting Through the Alphabet Soup. ACM Comput. Surv., 43(1), 4:1–4:56. <https://doi.org/10.1145/1824795.1824799>
- Saaty, T. L. (1991), “Método de Análise Hierárquica”, Tradução de Wainer da Silveira e Silva, McGraw-Hill, Makron, São Paulo, SP.
- Vargas, R.V. (2010), “Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio”, em PMI Global Congress – América do Norte, 2010, Washington – EUA, disponível em <http://www.ricardo-vargas.com/articles/analytic-hierarchy-process/#portuguese>

APPLICATION OF THE AHP METHOD FOR CHOICE OF BUSINESS PROCESS MODELING LANGUAGE

Abstract. *Choosing the right process modeling language can have a great impact on the organization. This work shows the use of the AHP (Analytic Hierarchy Process) method to assist in the choice of process modeling language between Business Process Model and Notation (BPMN), Unified Modeling Language (UML) and Event-driven Process Chain (EPC) based on criteria selected by a bibliographic review. With the help of a specialist in the area, for the realization of the judgments, the method was applied and the result that points out the BPMN process modeling language as the best choice. Getting highlighted in all analyzed criteria.*

Keywords: BPMN; UML-AD; AHP; EPC; multicriteria analysis.