

## REVISÃO DA LITERATURA APLICADA A MÉTODOS MULTICRITÉRIO COMBINADOS COM MODELOS DE PREVISÃO: 1960 - 2016

Carla Martins Floriano (UFF) carlafloria@gmail.com  
Brunno e Souza Rodrigues (UFF) brunno.esr@gmail.com  
Valdecy Pereira (UFF) valdecy.pereira@gmail.com

### Resumo

Este artigo tem por objetivo apresentar uma visão sistêmica das publicações no âmbito da aplicação de métodos multicritério combinados com modelos de previsão no período de 1960 a 2016. Como metodologia foi realizada uma revisão sistematizada da literatura dos artigos científicos indexados na base Scopus entre 1960 e 2016 que tratam sobre métodos multicritério e modelos de previsão, de forma combinada. Com a combinação de métodos multicritério com modelos de previsão foi possível identificar quatro tipos de relação entre o método multicritério e o modelo de previsão, e as principais áreas de utilização, através dos dados identificados nas aplicações dos artigos selecionados.

**Palavras-Chaves:** Multicritério, Combinação, Modelos de Previsão.

### 1. Introdução

Há diversos trabalhos na literatura que abordam sobre ferramentas de apoio à decisão, capazes de realizar análises sob diferentes critérios (métodos de auxílio multicritério) como, por exemplo, em Arrow (1963), Fishburn (1973), Saaty (1980) e, Zeleny (1982). Entretanto, dada a revisão bibliométrica realizada neste trabalho, identificaram-se poucos artigos combinando métodos de auxílio multicritério com previsão de demanda, o que consequentemente prejudica a síntese do conhecimento sobre o tema.

Ratificando o exposto, Subramanian e Ramanathan (2012) destacaram em seu artigo a existência de uma lacuna na aplicação do método multicritério AHP (*Analytic Hierarchy Process*) em algumas áreas, como por exemplo, em previsão, layout de instalações e gestão de estoques. Nessa conjuntura, surgiu a motivação de reunir os estudos que aplicam não só o método AHP, mas como também todos os métodos multicritério na previsão de demanda de forma combinada.

Vale salientar que os métodos multicritério mais utilizados são MAUT (*Multi-attribute Utility Theory*; Keeney e Raiffa, 1976; Fishburn, 1970), AHP (Saaty, 1980), TOPSIS (Hwang e

Yoon, 1981), PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*; Brans, 1982) e a família ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*).

Seguindo esta linha, o presente trabalho objetiva apresentar uma visão sistêmica das publicações no âmbito da aplicação de métodos multicritério combinados com modelos de previsão no período compreendido entre 1960 e 2016. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica dos artigos científicos indexados na base Scopus acessados através do portal da Capes que tratam sobre os métodos multicritério combinados com modelos de previsão.

## 2. Metodologia

Em linha com o exposto na Seção 1, este artigo tem como objetivo principal apresentar uma visão sistematizada das publicações no âmbito da aplicação de métodos multicritério combinados com modelos de previsão no período entre 1960 e 2016.

Como base metodológica tomou-se como parâmetro a metodologia aplicada nos trabalhos de Costa (2010); Neves, Pereira e Costa (2015) e Sant'anna (2016). Assim, no desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base científica Scopus, disponível no portal de periódicos Capes, com o objetivo de embasar tecnicamente o estudo.

A pesquisa foi realizada no período de 09 de junho de 2016 a 17 de junho de 2016, utilizando as seguintes palavras-chave: (*combination*) AND (*forecasting OR forecast*) AND (*multi criteria OR multi-criteria OR multicriteria*), busca em títulos/resumos/palavras-chave em artigos ou revisões da literatura. Nesta pesquisa foram encontrados 436 registros.

Complementando os resultados encontrados na pesquisa inicial, foi realizada uma nova busca na base Scopus, no período de 07 de julho de 2016 a 31 de julho de 2016, utilizando as seguintes palavras-chaves: (*forecasting OR forecast*) AND (AHP), (*forecasting OR forecast*) AND (ELECTRE) e (*forecasting OR forecast*) AND (PROMETHEE), busca em títulos/resumos/palavras-chave em artigos ou revisões da literatura. Nesta pesquisa foram encontrados 603 registros. Foram selecionados somente os métodos AHP, ELECTRE e PROMETHEE no intuito de complementar a pesquisa inicial, já que são os métodos multicritério mais clássicos e muito aplicados no meio acadêmico (Seção 1).

O Quadro 1 resume os resultados provenientes de ambas as pesquisas. A segunda coluna mostra os termos de pesquisa utilizados tanto na primeira pesquisa quanto na segunda, bem como os filtros relacionados ao termo multicritério aplicados a primeira pesquisa. A terceira coluna do Quadro 1 elucida os resultados encontrados pela aplicação das palavras-chave e dos filtros. Ademais, vale ressaltar que não houve necessidade de aplicação de filtros relacionados ao termo multicritério a segunda pesquisa, já que os termos de pesquisa utilizados neste caso são bem específicos quanto aos métodos multicritério empregados.

Quadro 1 – Filtro por método multicritério

	Termos de pesquisa	Resultados Base Scopus
1ª pesquisa	<i>(combination) AND (forecasting OR forecast) AND (multi criteria OR multi-criteria OR multicriteria)</i>	436
Filtros relacionados ao termo multicritério	Analytic Hierarchy Process OR AHP	128
	Analytic Network Process OR ANP	31
	Borda	4
	Condorcet	1
	Elimination et Choix Traduisant la Realité OR ELECTRE	22
	Geometrical Analysis for Interactive Aid OR GAIA	4
	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique OR MACBETH	1
	Multi-attribute Utility Theory OR MAUT	3
	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations OR PROMETHEE	18
	TODIM	2
	TOPSIS	30
	Termos de pesquisa	Resultados Base Scopus
2ª pesquisa	<i>(forecasting OR forecast) AND (AHP)</i>	502
	<i>(forecasting OR forecast) AND (ELECTRE)</i>	68
	<i>(forecasting OR forecast) AND (PROMETHEE)</i>	33

No total 1.039 artigos foram obtidos pelas pesquisas, sendo que, deste total, 26 artigos estavam presentes em ambas, resultando em 1.013 artigos. Com a aplicação de filtros que garantissem a combinação de previsão de demanda com métodos de auxílio multicritério à decisão, houve uma redução significativa na quantidade de artigos adequados ao tema da pesquisa, resultando em 21 artigos aderentes ao tema proposto.

### 3. Estatística descritiva dos artigos aderentes ao tema

A partir da seleção dos artigos pesquisados na base científica Scopus foi realizada a triagem dos artigos que são aderentes ao tema proposto e em seguida a análise sob a ótica da estatística descritiva de cada um, na qual são encontradas no Quadro 2. Neste quadro estão resumidas as características centrais dos 21 artigos aderentes ao tema proposto.

A análise foi realizada da seguinte forma: primeiro, os artigos foram separados por método multicritério, em seguida, pelo modelo de previsão empregado em cada estudo e, mais adiante, sob o aspecto da relação entre o método multicritério e o modelo de previsão, registrado na terceira coluna (Seleção, Integração, Melhoria ou Análoga). Por último, foi coletada a origem dos dados empregados em cada artigo.

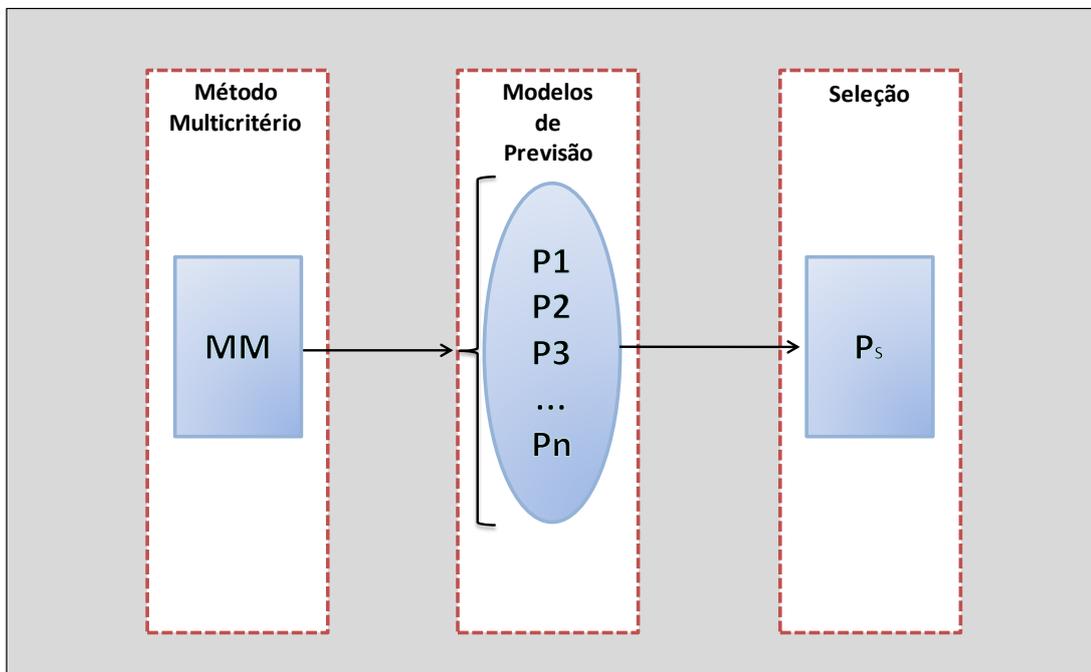
Quadro 2 – Artigos aderentes ao tema

Autor (ano de publicação)	Método Multicritério	Classificação				Modelos de Previsão	Dados
		Seleção	Integração	Melhoria	Análoga		
Blair et al. (1987)	AHP	x	✓	x	x	N - Modelos	Taxa de Câmbio
Duong (1988)	AHP	✓	x	x	x	N - Modelos	Não mencionado
Kim e Whang (1993)	AHP	x	x	✓	x	Modelos de Curva de Crescimento (Pearl's e Gompertz )	Indústria de Aviões
Ülengin e Ülengin (1994)	AHP	✓	x	x	x	Regressão, ARIMA, VAR, <i>Restricted VAR (RVAR)</i> e <i>VAR Bayesiana</i>	Taxa de Câmbio
Korpela e Tuominen (1996)	AHP	x	x	x	✓	AHP	Não mencionado
Ong e Chew (1996)	AHP	x	x	x	✓	AHP	Mercado Imobiliário
Niemira e Saaty (2004)	ANP	x	x	x	✓	ANP	Fatores Econômicos
Yao et al. (2004)	AHP	x	✓	x	x	ARIMA, Regressão Linear Múltipla, <i>Grey Model</i> e Rede Neural Artificial	Carga de Refrigeração em Edifícios
Yüksel (2007)	AHP	x	x	✓	x	Método de Decomposição, Amortecimento Exponencial Simples, Amortecimento Exponencial de Holt, Amortecimento Exponencial de Winters e ARIMA	Demanda Hoteleira
Ahmed, Yang e Abdullah (2009)	AHP	x	✓	x	x	N - Modelos	Alocação de Funcionário
Huck (2009)	ELECTRE III	x	✓	x	x	Rede Neural Artificial (Elman <i>Networks</i> )	Ações Financeiras
Ma, Wang e Kong (2009)	AHP	x	x	✓	x	Regressão Logística (Logit)	<i>Market share</i> de Veículos Elétricos
Blair et al. (2010)	AHP e ANP	x	x	x	✓	AHP e ANP	Fatores Econômicos
Huck (2010)	ELECTRE III	x	x	✓	x	Rede Neural Artificial	Ações Financeiras
Jiang et al. (2011)	AHP	x	x	x	✓	AHP	Reservatórios de Petróleo
Shih et al. (2012)	ANP	x	x	x	✓	ANP	Volume de Vendas
Xu e Ouenniche (2012)	ELECTRE III, PROMETHEE I e PROMETHEE II	✓	x	x	x	<i>Random Walk Adjusted for Deterministic Trend, Holt-Winters Exponential Smoothing with Multiplicative Seasonality, ARIMA, SARIMA</i> e seis Modelos de Regressão Linear com diferentes combinações de variáveis independentes	Preço do Óleo Cru (Petróleo)
Dweiri, Khan e Jain (2015)	AHP	✓	x	x	x	Método de Decomposição, Amortecimento Exponencial de Winters, Amortecimento Exponencial Duplo, Amortecimento Exponencial Simples, Análise de Tendência, Média Móvel de 05 meses e Média Móvel de 12 meses	<i>Supply Chain</i>
Kar et al. (2015)	AHP	✓	x	x	x	Rede Neural Artificial, Lógica Fuzzy e Modelo Chuva-Vazão	Volume Pluviométrico
Panyuwa, Sediyo e Iriani (2016)	AHP	x	x	✓	x	Amortecimento Exponencial Duplo	Acidentes de Trânsito
Tavana et al. (2016)	AHP	x	x	✓	x	<i>Hybrid Artificial Intelligence (AI), Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)</i> e Rede Neural Artificial	Indústria Automotiva

A coluna classificação, conforme mostrada no Quadro 2, indica o tipo de combinação existente entre o método e o modelo de cada artigo. Foi observado que esta influência ocorre sob uma das seguintes óticas: Seleção, Integração, Melhoria ou Análoga.

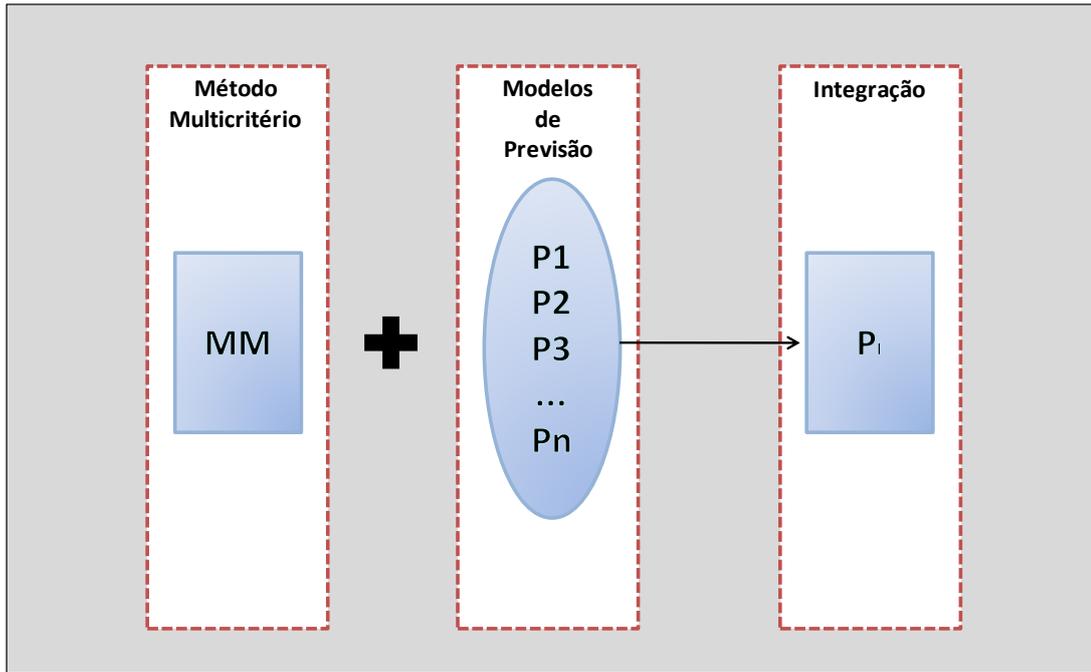
A classificação Seleção (Figura 1) foi observada em artigos que utilizaram o método multicritério para selecionar o modelo de previsão mais eficiente, ou seja, qual modelo retorna um cenário mais promissor na aplicação dos dados. Assim, a partir de um método multicritério são ranqueados/selecionados os modelos de previsão, indicando qual possui o melhor desempenho.

Figura 1 – Seleção



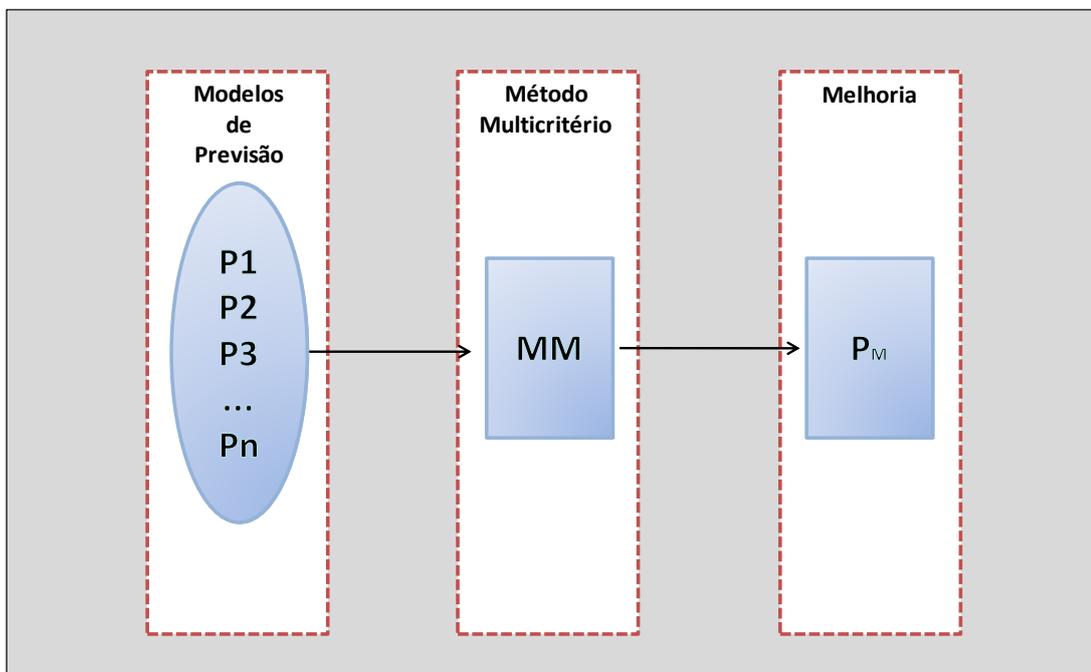
Quanto à classificação Integração (Figura 2), a mesma foi utilizada em artigos que aplicaram o método multicritério de forma integrada com o modelo de previsão, no intuito de juntar as previsões dos diferentes modelos para gerar um modelo de previsão com maior robustez.

Figura 2 – Integração



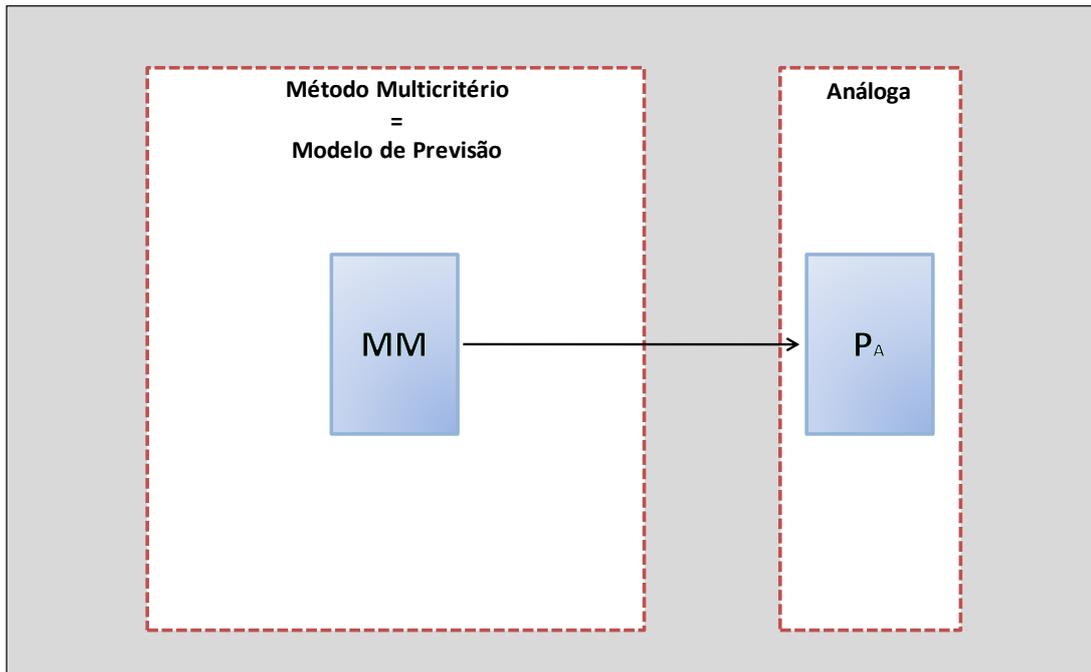
Pertinente a classificação Melhoria (Figura 3), esta foi identificada em estudos que ajustaram o modelo de previsão pelo método multicritério. Neste caso, a previsão é aperfeiçoada pelo método multicritério, gerando uma nova previsão.

Figura 3 – Melhoria



E, por último, a classificação Análoga (Figura 4) pode ser atribuída aos casos em que o próprio método multicritério é utilizado como uma ferramenta de previsão. Desta forma, é possível observar que no Quadro 2 os artigos classificados nessa coluna apresentaram tanto na coluna método multicritério quanto na coluna modelo de previsão a mesma categorização.

Figura 4 – Análoga



#### 4. Análise dos resultados

Nesta seção são apresentadas as análises com base nos artigos aderentes ao tema.

Na Figura 5 é possível notar o total de publicações por ano, sendo que, o primeiro artigo foi publicado em 1987 e o último em 2016. Também é possível perceber que de 2004 até 2016 houve uma maior regularidade na frequência das publicações, porém nota-se uma baixa quantidade das mesmas.

Através da Figura 6 é possível observar que, dos artigos selecionados, o método multicritério mais empregado é o AHP com 66,67%, em seguida o método ANP e ELECTRE III empatados com 12,50%. Vale ressaltar que os artigos de Blair et al. (2010) e de Xu e Ouenniche (2012) apresentaram mais de um método multicritério.

Já na Figura 7, os artigos são separados por tipo de classificação, conforme explicado na Seção 3. Desta forma, observa-se que as classificações com maior predominância são Melhoria e Análoga, ambas com 28,57% de ocorrência entre os artigos.

Figura 5 – Produção de artigos anual

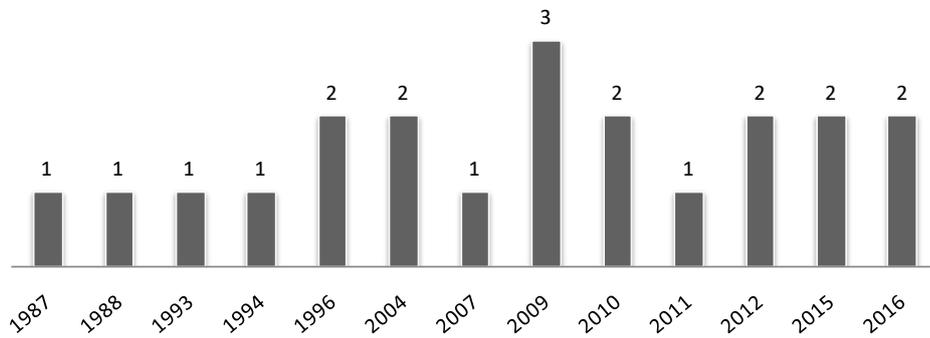


Figura 6 – Análise por método multicritério

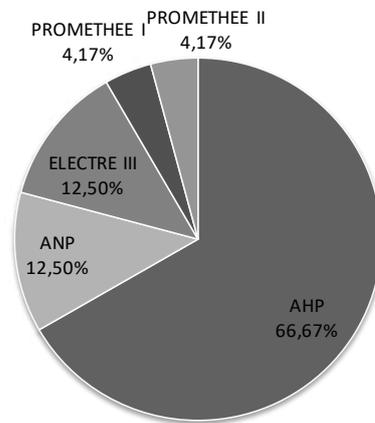
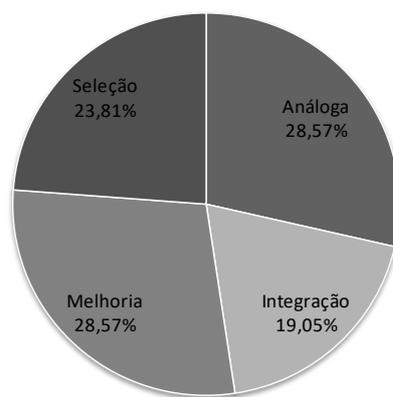


Figura 7 – Análise por tipo de classificação



## 5. Síntese dos artigos

Em linha com o exposto, nesta seção serão apresentados breves resumos dos 21 artigos aderentes ao tema proposto. Os resumos encontram-se agrupados por tipo de classificação de acordo com o exposto na Seção 3.

- **Artigos classificados como Seleção**

Duong (1988) sugere uma abordagem hierárquica para os problemas de seleção de modelos e classificação. O autor utiliza método AHP como um quadro geral para a obtenção dos pesos das combinações de previsões. Além disso, o artigo faz analogias teóricas entre o método AHP e a Teoria Comparação Par a Par.

Ülengin e Ülengin (1994) elaboraram um estudo de previsão da taxa de câmbio do dólar americano pela comparação da capacidade de previsão do método AHP com outros cinco métodos. Os valores previstos seguiram cinco faixas de previsão de classificação: declínio acentuado, declínio moderado, sem mudanças, aumento moderado e aumento acentuado.

Xu e Ouenniche (2012) tiveram como objetivo em seu artigo propor um modelo baseado em multicritério para avaliar modelos de previsão concorrentes. Para tanto, os autores utilizaram os métodos ELECTRE III, PROMETHEE I e II na avaliação de desempenho relativo em modelos de previsão de preços do petróleo bruto concorrentes. Foram testados dez modelos de previsão e seis modelos de Regressão Linear com diferentes combinações de variáveis independentes. Como resultado, um dos modelos de regressão linear e um dos modelos Holt-Winters utilizados foram os que apresentaram melhor desempenho.

Dweiri, Khan e Jain (2015) propuseram em seu estudo um ranking de métodos de previsão para o planejamento da produção em uma cadeia de fornecimento. O modelo utilizado é baseado no método AHP e considera sete métodos para previsão e três medidas de erro (MSD, MAD, MAPE). A aplicação do estudo foi em um caso real e o resultado mostrou que os três melhores métodos são o método de decomposição (29,8%), a análise de tendência (26,2%) e o amortecimento exponencial de Winters (19%).

Kar et al. (2015) desenvolveram um modelo de previsão de cheias em um rio na Índia de forma mais precisa. Os dados utilizados são provenientes de 14 pluviômetros localizados na área de estudo. Na metodologia os autores trabalharam com dois métodos de priorização: método de Hall e método AHP; e dois métodos de aglomeração: mapas auto-organizáveis (SOM) e agrupamento hierárquico (HC). A eficiência dos pluviômetros foi testada por Rede Neural Artificial, Lógica Fuzzy e modelo chuva-vazão.

- **Artigos classificados como Integração**

Blair et al. (1987) descreveram um método de estruturação da previsão da taxa de câmbio iene japonês/dólar americano utilizando o método AHP. Os autores sugeriram seis fatores que afetam potencialmente os valores futuros da taxa de câmbio e em seguida aplicaram o método AHP, incorporando nos resultados os próprios julgamentos. Diferentemente de outros estudos, este artigo faz uso de abordagens de previsão não convencionais, já que incorpora conhecimento de mercado e experiência profissional para obter uma distribuição de probabilidade subjetiva da taxa futura.

Yao et al. (2004) propuseram um estudo de previsão de carga de refrigeração em edifícios por um modelo de previsão combinada com base no método AHP. Com o objetivo de integrar as vantagens de vários modelos e melhorar a precisão da previsão de carga, os autores aplicaram o método de previsão combinada aos seguintes modelos: ARIMA, Regressão Linear Múltipla, *Grey Model* e Rede Neural Artificial.

Ahmed, Yang e Abdullah (2009) propuseram um novo método de combinação de previsões baseados na união de *rough sets* e do método AHP. Os autores concluíram que o método é capaz de fazer a melhor tomada de decisão e a combinação de previsão mais objetiva.

Huck (2009) propôs um modelo geral e flexível para seleção de portfólio de ações, em especial na seleção de pares de ações para especulação. Utilizaram em conjunto métodos de previsão de retorno baseados em conjuntos de informações bivariadas (Elman Networks) e técnicas de multicritério (ELECTRE III). O estudo foi aplicado nas ações das 100 empresas listadas no ranking da *Standard and Poors* (S&P100 Index), no período de Janeiro 1992 a Dezembro 2006, e obteve como resultado a identificação de ações que poderiam estar sendo subvalorizadas e sobrevalorizadas.

- **Artigos classificados como Melhoria**

Kim e Whang (1993) propuseram uma metodologia para medir e prever as capacidades tecnológicas em uma indústria combinando modelos de curva de crescimento, no qual o resultado obtido foi aperfeiçoado pelo método AHP. O artigo teve como área de aplicação a indústria aeronáutica coreana. Os resultados mostraram que até 2010 a Coreia atingiria sua fase auto-suficiente em aeronaves.

Yüksel (2007) projetou a demanda de um hotel usando séries mensais de dados. O autor comparou as medidas de erros (MAPE, MAD, MSD) de cinco métodos de previsão. O método de previsão de maior acurácia foi ajustado pelo método AHP. O modelo mostrou-se muito eficaz na previsão, evitando possíveis impactos provenientes da flutuação de demanda.

Ma, Wang e Kong (2009) apresentaram em seu artigo um modelo de previsão de compra de novos veículos elétricos na China. Para incluir o comportamento de compra do consumidor e a utilidade máxima, o método AHP foi utilizado na atribuição de pesos aos principais fatores de decisão, já para a previsão foi utilizado o modelo de Regressão Logística.

Huck (2010) estende sua pesquisa anterior (2009) para a combinação de técnicas de previsão (redes neurais) e métodos multicritério de apoio à decisão (ELECTRE III). O estudo foi aplicado nas ações das 100 empresas listadas no ranking da S&P100 Index no período de Janeiro 1993 a Dezembro 2006. Esta metodologia se mostrou uma ferramenta para a seleção de pares em um ambiente não-linear e contribuiu para introduzir previsões, resultando em um sistema de mercado mais realista.

Panyuwa, Sediyo e Iriani (2016) elaboraram um estudo com o intuito de reduzir e prevenir os acidentes de trânsito em Jayapura-Papua, Indonésia. Este estudo utiliza o método de Amortecimento Exponencial Duplo para prever os dados vulneráveis de acidentes de trânsito e o método AHP para determinar os critérios dominantes. Os resultados do último método são visualizados em forma de GIS (*Geographic Information System*).

Tavana et al. (2016) propuseram um modelo para auxiliar os gestores no processo de avaliação e seleção de fornecedores através de um estudo de caso de uma companhia da indústria automotiva. Este modelo propõe o uso de uma *hybrid Artificial Intelligence (AI)* que combina as técnicas: *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* e Rede Neural Artificial (RNA). O método de apoio à decisão AHP foi utilizado para ordenar a avaliação dos fornecedores (*inputs* e *outputs*), o ANFIS identificou os critérios mais influentes de performance das alternativas e o RNA ranqueou as alternativas com base no desempenho. Os autores concluíram que o modelo ANFIS-RNA pode ser aplicado a qualquer processo de decisão em situações reais com informações incompletas.

- **Artigos classificados como Análoga**

Korpela e Tuominen (1996) apresentaram em seu artigo uma ferramenta de previsão de demanda baseada no método multicritério AHP. O sistema de apoio à decisão proposto oferece melhorias em comparação com os métodos tradicionais, como por exemplo, a inclusão de fatores tangíveis e intangíveis na previsão de demanda.

Ong e Chew (1996) propuseram em seu artigo integrar o método multicritério AHP a previsão de julgamento. Os autores aplicaram seu estudo na previsão de desempenho do mercado residencial em Singapura. A utilização do método AHP com previsão de julgamento mostra-

se bem adequada neste mercado, pois é um método bastante flexível para lidar com mudanças. A previsão do estudo mostra que o mercado residencial em Singapura continuará em crescimento, porém em um ritmo mais lento.

Niemira e Saaty (2004) desenvolveram um modelo de previsão de crises financeiras baseado no método ANP. A utilização deste método é justificada pelo fato de ser uma ferramenta que incorpora variáveis apontadas em estudos anteriores, conforme citados pelos autores. Os autores concluíram que o método ANP é uma metodologia promissora, pois oferece uma estrutura de previsão de julgamentos consistentes sobre a possibilidade de ocorrer crises financeiras.

Blair et al. (2010) estendem sua pesquisa anterior (Blair et al. 2002) de previsão de retomada do crescimento da economia americana após uma contração. O estudo se refere à crise dos Estados Unidos com início em Dezembro de 2007. Para a previsão são utilizados os métodos AHP e sua generalização, o método ANP, para redes com dependência e *feedback*, como nas publicações anteriores. Os resultados deste trabalho mostram que a economia começou sua recuperação em Julho-Agosto de 2010.

Jiang et al. (2011) utilizaram o método AHP para determinar pesos relacionados a diferentes modelos de avaliação de danos de reservatórios de petróleo. O resultado mostrou que o AHP poderia conectar julgamentos subjetivos aos modelos selecionados e que poderiam ser utilizados como um método de previsão para a avaliação de danos.

Shih et al. (2012) utilizaram em seu estudo o método multicritério ANP como uma ferramenta de previsão do volume de vendas de impressoras em Taiwan. Além disso, este método foi comparado com outras cinco técnicas de estatística (média móvel, suavização exponencial, tendência quadrática, tendência cúbica e tendência não-linear) e apresentou o menor erro percentual.

## **6. Conclusão**

O objetivo central deste trabalho, de apresentar o estado da arte da combinação de métodos multicritério combinados com modelos de previsão, foi alcançado através da revisão da literatura dos artigos publicados entre 1960 e 2016. A revisão bibliométrica foi executada pela base científica Scopus resultando em 21 artigos aderentes ao tema, o que estende o trabalho de Subramanian e Ramanathan (2012). Os autores apontaram a existência de um gap na

abordagem deste tema, porém em relação ao método multicritério AHP somente, enquanto que o presente estudo abordou os métodos multicritério como um todo.

Essa revisão permitiu uma nova contribuição: identificar os diferentes tipos de relações existentes entre os métodos multicritério e os modelos de previsão quando utilizados de forma combinada. Ademais, foi possível notar que essas interações podem ser de quatro tipos: Seleção, Integração, Melhoria ou Análoga. Sendo que, as classificações mais recorrentes na análise foram Melhoria e Análoga.

Isto posto, este artigo mapeou o estado da arte acerca do tema escolhido e sugere-se futuramente a continuação deste trabalho com a averiguação dos artigos na base ISI (*Web of knowledge*), bem como em monografias e teses para a formulação de novas obras científicas nessa esfera. Outra proposta é a busca pelo levantamento de artigos que combinam predição com métodos multicritério, já que para o levantamento deste artigo foram encontrados muitos trabalhos com essa metodologia.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, Eslam Faik, YANG, Wang Jia e ABDULLAH, Maan Younis. Novel method of the combination of forecasts based on rough sets. **Journal of Computer Science**, v. 5, n° 6, p. 440–444, 2009.
- ARROW, Kenneth J. **Social choice and individual values**. Wiley, London, 1963.
- BLAIR, Andrew R. et al. Forecasting foreign exchange rates: an expert judgment approach. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 21, n° 6, p. 363–369, 1987.
- BLAIR, Andrew R. et al. Forecasting the resurgence of the U.S. economy in 2001: An expert judgment approach. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 36, n° 2, p. 77–91, 2002.
- BLAIR, Andrew R. et al. Forecasting the resurgence of the U.S. economy in 2010: An expert judgment approach. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 44, n° 3, p. 114–121, 2010.
- BRANS, Jean P. **L'ingénierie de la décision: élaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE**. Presses de l'Université Laval, 1982.
- COSTA, Helder Gomes. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. **Revista da FAE**, v. 13, n° 1, p. 115–126, 2010.
- DUONG, Quang Phuc. Model selection and ranking: An AHP approach to forecasts combination. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 11, p. 282–285, 1988.
- DWEIRI, Fikri, KHAN, Sharfuddin Ahmede e JAIN, Vipul. Production planning forecasting method selection in a supply chain: A case study. **International Journal of Applied Management Science**, v. 7, n° 1, p. 38–58, 2015.
- FISHBURN, Peter C. **Utility theory for decision making**. Wiley (Operations Research Society of America Publications in Operations Research), New York, 1970.

FISHBURN, Peter C. **Les mathématiques de la décision**. Mouton (Mathématiques et sciences de l'homme), Paris, 1973.

HUCK, Nicolas. Pairs selection and outranking: An application to the S&P 100 index. **European Journal of Operational Research**, v. 196, n° 2, p. 819–825, 2009.

HUCK, Nicolas. Pairs trading and outranking: The multi-step-ahead forecasting case. **European Journal of Operational Research**, v. 207, n° 3, p. 1702–1716, 2010.

HWANG, Ching-Lai e YOON, Kwangsun. **Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications**, Springer, Berlin, 1981.

JIANG, Guancheng et al. Application of the analytical hierarchy process to determining evaluation index weights for the prediction of reservoir damage. **Acta Petrolei Sinica**, v. 32, n° 6, p. 1037–1041, nov 2011.

KAR, Anil Kuma et al. Rain gauge network design for flood forecasting using multi-criteria decision analysis and clustering techniques in lower Mahanadi river basin, India. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 4, p. 313–332, 2015.

KEENEY, Ralph L. e RAIFFA, Howard. **Decisions with Multiple Objectives: preferences and value tradeoffs**. Wiley, New York, 1976.

KIM, S-B. e WHANG, K-S. Forecasting the capabilities of the Korean civil aircraft industry. **Omega**, v. 21, n° 1, p. 91–98, 1993.

KORPELA, Jukka e TUOMINEN, Markku. Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool. **International Journal of Production Economics**, v. 45, n° 1–3, p. 159–168, 1996.

MA, Jun, WANG, Ning e KONG, Deyang. Market forecasting modeling study for new energy vehicle based on AHP and logit regression. **Journal of Tongji University**, v. 37, n° 8, p. 1079–1084, ago 2009.

NEVES, Roberta Braga, PEREIRA, Valdecy e COSTA, Helder Gomes. Auxílio multicritério à decisão aplicado ao planejamento e gestão na indústria de petróleo e gás. **Production**, São Paulo, v. 25, n° 1, p. 43–53, jan/mar 2015.

NIEMIRA, Michael P. e SAATY, Thomas L. An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting. **International Journal of Forecasting**, v. 20, n° 4, p. 573–587, 2004.

ONG, Seow Eng e CHEW, Teck Ian. Singapore residential market: An expert judgemental forecast incorporating the analytical hierarchy process. **Journal of Property Valuation and Investment**, v. 14, n° 1, p. 50–66, 1996.

PANYUWA, Charleb O. L., SEDIYONO, Eko e IRIANI, Ade. Forecasting the case of traffic accidents through the geographic information system (GIS) application method with double exponential smoothing and analytical hierarchy process (AHP) in city of Jayapura-Papua. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 83, n° 3, p. 360–367, 2016.

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarquic Process**. RWS Publications, Pittsburg, 1980.

SANT'ANNA, Annibal Parracho et al. A Probabilistic Approach Applied to the Classification of Courses by Multiple Evaluators. **Pesquisa Operacional**, v. 36, n°3, p. 469–485, 2016.

SHIH, Hsu-Shih et al. A forecasting decision on the sales volume of printers in Taiwan: An exploitation of the Analytic Network Process. **Computers and Mathematics with Applications**, v. 64, n° 6, p. 1545–1556, 2012.

SUBRAMANIAN, Nachiappan e RAMANATHAN, Ramakrishnan. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n° 2, p. 215–241, 2012.

TAVANA, Madij et al. A Hybrid Intelligent Fuzzy Predictive Model with Simulation for Supplier Evaluation and Selection. **Expert Systems with Applications**, v. 61, p. 129–144, 2016.

ÜLENGİN, F. e ÜLENGİN, B. Forecasting foreign exchange rates: A comparative evaluation of AHP. **Omega**, v. 22, n° 5, p. 505–519, 1994.

XU, Bing e OUENNICHE, Jamal. Performance evaluation of competing forecasting models: A multidimensional framework based on MCDA. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n° 9, p. 8312–8324, 2012.

YAO, Ye et al. Hourly cooling load prediction by a combined forecasting model based on analytic hierarchy process. **International Journal of Thermal Sciences**, v. 43, n° 11, p. 1107–1118, 2004.

YÜKSEL, Sedat. An integrated forecasting approach to hotel demand. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, n° 7–8, p. 1063–1070, 2007.

ZELENY, M. **Multiple Criteria Decision Making**. McGraw-Hill, New York, 1982.