



# Métodos multicritério de apoio à decisão no planejamento de construções e reformas de edificações

## Multicriteria methods of decision aid in the planning of constructions and reforms of buildings

Tiago Alves CARDOSO [1](#); Adriana de Paula Lacerda SANTOS [2](#)

Recibido: 07/03/2017 • Aprobado: 21/04/2017

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Metodologia](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusões](#)

[Referências bibliográficas](#)

#### RESUMO:

O apoio multicritério à decisão contribui para a estruturação do processo decisório incorporando diversas preocupações. O artigo apresenta um estudo exploratório, por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), em que o objetivo foi encontrar publicações com a aplicação de métodos multicritério no planejamento de construções e reformas de edificações. A pesquisa resultou em 130 pesquisas relevantes entre 1996 e 2016, nas quais construíram-se modelos multicritério para diferentes tipos de edificações, proporcionando resultados expressivos para a otimização do processo construtivo.

**Palavras chave** Apoio Multicritério à decisão. Planejamento. Construções. Reformas.

#### ABSTRACT:

The multicriteria decision aid contributes to the structuring of the decision-making process by incorporating different concerns. The article presents an exploratory study, through a Systematic Bibliographical Review (RBS), in which the objective was to find publications with the application of multicriteria methods in the planning of constructions and reforms of buildings. The research resulted in 130 relevant surveys between 1996 and 2016, in which multicriteria models were constructed for different types of buildings, providing expressive results for the optimization of the constructive process. key

**Keywords** Multicriteria decision aid. Planning. Constructions. Reforms.

## 1. Introdução

Até a primeira metade do século XX, quando as mudanças ocorriam de forma mais lenta, as decisões eram tomadas com base no conhecimento empírico e esperança matemática (média e estatística). Entretanto, em muitas situações observava-se que o risco associado a tal

procedimento era inaceitável.

As abordagens tradicionais de decisão surgiram com o desenvolvimento da Pesquisa Operacional (PO), após a Segunda Guerra Mundial. A estabilidade do ambiente econômico permitia a aplicação das ferramentas da PO com grande sucesso, pois, até aquele momento, o futuro era uma projeção do passado (ENSSLIN, 2007).

Entretanto, a partir da década de 1970, com o surgimento da globalização, o contexto competitivo ganhou contornos de grande dinamicidade e complexidade. A crescente heterogeneidade do ambiente econômico e social, somada à vertiginosa escalada da inovação tecnológica, fez com que os métodos quantitativos tradicionais da PO não mais se revelassem adequados a muitos problemas (CLÍMACO, 2004).

Diante desse panorama, nesta década começaram a surgir os primeiros métodos de apoio multicritério à decisão, com o intuito de enfrentar situações específicas, nas quais um decisor, atuando com racionalidade, deveria resolver um problema em que vários eram os objetivos a serem alcançados de forma simultânea (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2004).

Gomes, Araya e Carignano (2004) reiteram que existe um conjunto de metodologias que padronizam o processo de tomada de decisão, as quais são desenvolvidas e utilizadas na prática corporativa nacional e internacional. Esses métodos têm um caráter científico e, ao mesmo tempo subjetivo, trazendo consigo a capacidade de agregar, de maneira ampla, todas as características consideradas importantes, inclusive as não quantitativas, com a finalidade de possibilitar a transparência e a sistematização do processo referente aos problemas de tomada de decisões.

Ante o exposto, tem-se que o atual contexto econômico exige que as atividades de construção civil busquem a otimização de recursos para execução de um empreendimento. A utilização de métodos multicritério para o apoio à decisão no planejamento de construções e reformas de edificações visa explicitar os aspectos que os decisores julgam como mais importantes, trazendo entendimento do contexto decisório, de forma a possibilitar a identificação da viabilidade de um empreendimento. Assim, o planejamento passa a contar com informações precisas e com objetivos bem definidos.

Nesta perspectiva, a viabilização de uma obra, seja de construção ou reforma de uma edificação, envolve muitas vezes um complexo processo de tomada de decisão em que vários requisitos e condições tem que ser tomados em consideração simultaneamente (TUPENAITE *et al.*, 2010).

Assim sendo, esta pesquisa tem como objetivo, por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), evidenciar a aplicação de métodos multicritério no planejamento de construções e reformas de edificações, bem como caracterizar e analisar os temas abordados nos estudos selecionados.

## **1.1. Apoio multicritério à decisão**

O processo de tomada de decisão é um processo que inclui fatores inter-relacionados. A tomada de decisão baseada unicamente em reflexão pessoal ou intuição é inadequada. Nos últimos anos, quando possível, há uma tendência para tomar decisões dentro das equipes com constantes trocas de opiniões entre os participantes, levando à melhoria do conhecimento e utilização das experiências diversas dos participantes, em última análise, a partir consenso, e conseguindo importante o efeito psicológico de interesse comum no sucesso da decisão (MIRANDA, 2008; KLJAJIC; ANDELKOVIC; MUJAN, 2016).

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) é definido como a atividade em que um facilitador, utilizando-se de procedimentos científicos, ajuda a obter elementos de resposta a questões perguntadas aos atores envolvidos em um processo decisório, elementos estes que ajudam a clarificar esta decisão com a finalidade de fornecer aos atores as mais favoráveis condições possíveis para o tipo de comportamento que aumentará a coerência entre a evolução do

processo, de um lado, e as metas e/ou sistemas de valores em que esses atores operam, por outro lado (ROY, 1993).

Dessa maneira, pode-se afirmar que a Análise Multicritério é uma técnica quali-quantitativa, situada no meio do contínuo que separa as abordagens puramente exploratórias e pouco estruturadas de tomada de decisão – como *Brainstorm* e Grupos de Discussão – e os modelos quantitativos rigidamente estruturados da Pesquisa Operacional, voltados para a otimização de funções-objetivo, sujeitas a um conjunto de restrições como a Programação Linear ou Dinâmica (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Um paradigma científico serve para definir como legítimos os problemas e métodos de uma determinada área de pesquisa (KUHN, 1996). Trata-se de um tema bastante complexo, mas é necessário um conhecimento prévio para os que pretendem apoiar à decisão com a construção de modelos multicritério.

## 1.2. Paradigmas científicos do processo decisório

No estudo do apoio à decisão, seja utilizando metodologias multicritério ou outras formas de modelagem, é necessário contrastar o paradigma científico adotado no apoio à decisão (construtivista) com aquele usualmente adotado na Pesquisa Operacional tradicional (racionalista) (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

O desenvolvimento dos modelos multicritérios ao longo da história sustentou-se sob a orientação de duas escolas. Da vertente do **Apoio à Decisão**, os denominados Métodos Multicritério de Apoio à Decisão – **MCDA** (*Multicriteria Decision Aid*), oriundas da Escola Européia, caracterizadas pelo paradigma científico do **construtivismo**. A Escola Americana, norteada para a **Tomada de Decisão**, usando-se de Métodos Multicritério de Tomada de Decisão – **MCDM** (*Multicriteria Decision Making*), caracteriza-se por adotar o paradigma científico do **racionalismo**.

Diante disso, evidencia-se como essencial definir o paradigma científico que será empregado na construção de modelos formais de avaliação de alternativas, uma vez que as regras de cada um definem o que é válido ou não, quais métodos podem ser utilizados, quais os problemas que podem ser resolvidos, qual o objetivo desejado e, como encarar as informações e os decisores (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Além disso, Kuhn (1996) destaca a incomensurabilidade existente entre os paradigmas, uma vez que sendo os objetivos e a validação entre os modelos são totalmente diferentes, o que é considerado válido por um paradigma pode ser considerado completamente inválido pelo outro. É impossível determinar qual deles apresenta “a verdade” ou é o melhor (MONTIBELLER, 2000). O Quadro 1 exibe um comparativo entre os paradigmas.

Quadro 1 – Características dos paradigmas racionalista e construtivista

Elementos de Análise	Paradigma Racionalista	Paradigma Construtivista
<b>Tomada de Decisão</b>	Momento em que ocorre a escolha da solução ótima	Processo ao longo do tempo envolvendo interação entre os atores
<b>Decisor</b>	Totalmente racional	Dotado de sistema de valores próprios
<b>Problema a ser Resolvido</b>	Problema real	Problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)
<b>Modelos</b>	Representam a realidade objetiva	Ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no Apoio à Decisão
<b>Resultados dos Modelos</b>	Soluções ótimas	Recomendações que visam atender aos valores dos decisores
<b>Objetivo do Modelo</b>	Encontrar solução ótima	Gerar conhecimento aos decisores sobre seu problema
<b>Validade do Modelo</b>	Modelo é válido quando representa a realidade objetivamente	Modelo é válido quando serve como ferramenta de Apoio à Decisão
<b>Preferência dos Decisores</b>	São extraídas pelo analista	São construídas com o facilitador

Fonte: Adaptado de Ensslin, Montibeller e Noronha (2001)

Conforme explanado por Bana e Costa (1993), pode-se constatar que a diferença entre a Tomada de Decisão (MCDM) e o Apoio à Decisão (MCDA) fundamenta-se na forma de abordar a subjetividade, conforme a visão racionalista e a visão construtivista, respectivamente. Isto é, na medida de incorporação dos valores dos atores nos modelos de avaliação.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa é classificada como exploratória, uma vez que buscará aprofundar o nível de conhecimento a respeito de um contexto determinado. Nessa conjuntura, tendo em vista a abundante disponibilidade de informações disponíveis na literatura internacional, distribuídos em inúmeras fontes de pesquisa foi adotado um processo estruturado para orientar o pesquisador na seleção dos estudos mais relevantes dentro do contexto a ser analisado: a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS).

A Revisão Bibliográfica Sistemática é uma técnica utilizada para identificar, avaliar e interpretar as pesquisas existentes, relevantes à uma questão de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse, permitindo assim identificar as contribuições-chaves para uma área ou uma questão (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; KITCHENHAM, 2004).

O método para desenvolver a RBS foi adaptado do roteiro proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), utilizando-se como referência o RBS *Roadmap*, o qual possui três fases: entrada, processamento e saída. No próximo subitem as três fases propostas serão explicitadas e detalhadas, com o intuito de realizar um levantamento sistemático de estudos que evidenciem, de maneira transparente e replicável, o desenvolvimento de modelos de tomada de decisão durante o planejamento de obras de edificações.

### 2.1. Condução da revisão bibliográfica sistemática (RBS)

A RBS desenvolvida buscou responder a seguinte questão: "no planejamento de construção ou reforma de edificações existem pesquisas que apontam a aplicação de métodos multicritério durante o processo decisório?". A construção das estratégias de busca (*strings*) seguiu um

processo de testes de combinação de palavras e termos, e de utilização de operadores lógicos de busca booleana. A partir de uma revisão bibliográfica preliminar, sem o rigor de uma revisão sistemática, foram identificadas as palavras-chave que caracterizam o tema investigado, “*multicriteria*” ou “*multiple criteria*” como principais *strings* de busca, acompanhados de “*civil engineering*”, “*construction*” e “*building*”. Os *strings* de busca foram utilizados na língua inglesa por possibilitarem uma ampliação da abrangência da pesquisa sobre o tema proposto.

Já os critérios de inclusão das publicações consideraram os objetivos da pesquisa, de forma a buscar estudos que demonstrem a construção de modelos multicritérios para colaborar no planejamento de obras de construção ou reforma de edificações, de forma a evidenciar a alternativas de ação que atendam às expectativas dos decisores.

As palavras-chave adotadas foram empregadas na busca de registros em quatro bases de dados: Portal Periódicos Capes, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*. Todas constituem-se plataformas online, as quais permitem acesso a publicações científicas de diversos países nas principais áreas do conhecimento.

Como critério essencial de qualificação elegeu-se o método de pesquisa adotado com a busca por estudos de caso. Ressalta-se que a investigação se restringiu a estudos publicados nos últimos 20 anos, ou seja, compreendendo o período de 1996 a 2016, e o rastreamento dos caracteres dos *strings* de busca por meio de reconhecimento dos títulos, resumos e palavras-chave das publicações nas bases de dados do *Science Direct* e *Scopus*, e do tópico no Periódico Capes e na *Web of Science*.

Conforto, Amaral e Silva (2011) afirmam que em uma RBS, o processo de busca e análise dos artigos deve ser bem definido e seguido rigorosamente. Assim, a metodologia de busca consistiu em um processo iterativo, com o refinamento das buscas através da utilização de filtros de pesquisa.

A Tabela 1 mostra as palavras-chave utilizadas, os quantitativos parciais e totais de publicações obtidas em cada uma das quatro bases de dados, e o processo de aplicação dos filtros.

Tabela 1 – Resultados da pesquisa nas bases de dados conforme as palavras-chave

Especificações		Base de Dados				Total
		Periódicos Capes	Scopus	Science Direct	Web of Science	
Palavras-Chave	Multicriteria and civil engineering	154	34	9	14	211
	Multicriteria and construction	441	502	226	444	1613
	Multicriteria and building	292	471	459	280	1502
	Multiple criteria and construction	395	302	87	354	1138
	Multiple criteria and building	316	259	166	199	940
	Multicriteria model and construction	20	14	3	12	49
	Multicriteria model and building	13	13	6	6	38
<b>Total de pesquisas encontradas (sem filtro)</b>		<b>1631</b>	<b>1595</b>	<b>956</b>	<b>1309</b>	<b>5491</b>
Filtros	1º Filtro - (Leitura do título, resumo e palavras-chave - menos 5.126 pesquisas)	116	138	58	53	365
	2º Filtro - (Exclusão de duplicidades - menos 168 pesquisas)	43	88	28	38	197
	3º Filtro - (Leitura da introdução e conclusão - menos 28 pesquisas)	36	74	26	33	169
	4º Filtro - (Leitura completa - menos 39 pesquisas)	26	55	21	28	130
<b>Total de pesquisas relevantes</b>		<b>26</b>	<b>55</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>130</b>

Fonte: Autores (2017)

Preliminarmente, com o uso das palavras-chave selecionadas, foram obtidos 5.491 trabalhos, distribuídos nas bases de dados. Destaca-se a quantidade de publicações encontradas na base de dados Periódicos Capes, correspondendo a aproximadamente 29,70% do total.

Para a aplicação do primeiro filtro, realizou-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. As publicações que estavam alinhadas com os objetivos da pesquisa foram selecionadas para o próximo filtro e o restante, 5.126 trabalhos, foram considerados irrelevantes para esta revisão. Ressalta-se que em muitos trabalhos o 1º filtro não foi suficiente para constatar se a publicação atendia aos objetivos e critérios de inclusão, uma vez que existiam resumos sucintos que dificultavam a compreensão da fundamentação do trabalho. Ante o exposto, optou-se em mantê-los na lista de artigos e submetê-los ao 3º Filtro.

Em virtude do uso de quatro bases de dados, existia a possibilidade de pesquisas estarem indexadas em mais de uma base de dados, além de existir a repetição devido a utilização de várias palavras-chave. Desta maneira, as duplicidades, então, foram verificadas, e com isso outros 168 trabalhos foram excluídos.

Na sequência, para as 197 pesquisas remanescentes recorreu-se ao 3º filtro, com a leitura da introdução e da conclusão dos trabalhos, repetindo-se a leitura do título, resumo e palavras-chave, sendo que este último procedimento resultou em 169 resultados relevantes, os quais foram utilizados para a análise que a RBS se propunha.

Para a análise de conteúdo dos artigos, aplicou-se um 4º filtro, estabelecendo-se a leitura completa dos artigos. Diante disso, foram considerados relevantes 130 artigos, efetuando-se assim a análise das aplicações de metodologias multicritério no planejamento de edificações, tanto para construções novas, quanto para reformas.

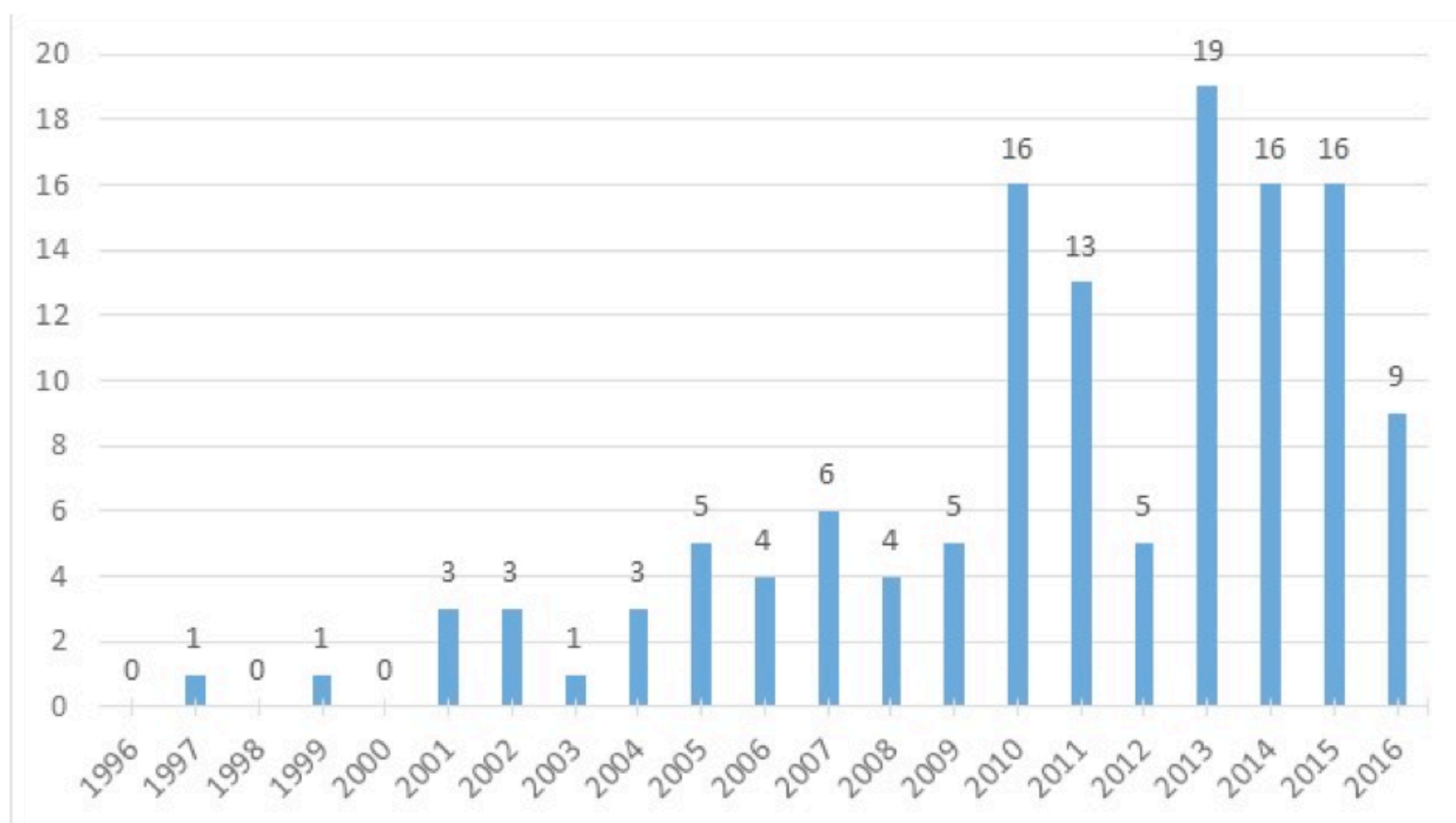
Os estudos selecionados pela RBS foram examinados por meio dos seguintes indicadores bibliométricos: distribuição temporal das pesquisas (publicações por ano), distribuição global e a relevância dos periódicos no portfólio bibliográfico. Ainda, foram classificados e analisados



### 3. Resultados

Os procedimentos descritos anteriormente resultaram em 130 estudos, dos quais pode-se efetuar uma série histórica dos mesmos. A Figura 1 apresenta a distribuição das pesquisas e os respectivos anos de publicação. Analisando-a é possível constatar que o aumento no interesse da temática foco dessa RBS ocorreu no início da década de 2010, onde o valor registrado foi maior que três vezes em relação a 2009. Nos anos seguintes, a tendência de aumento consolidou-se, mesmo havendo uma queda acentuada em 2012, atingindo o auge de publicações em 2013. Poucos estudos foram publicados de 1996 a 2009.

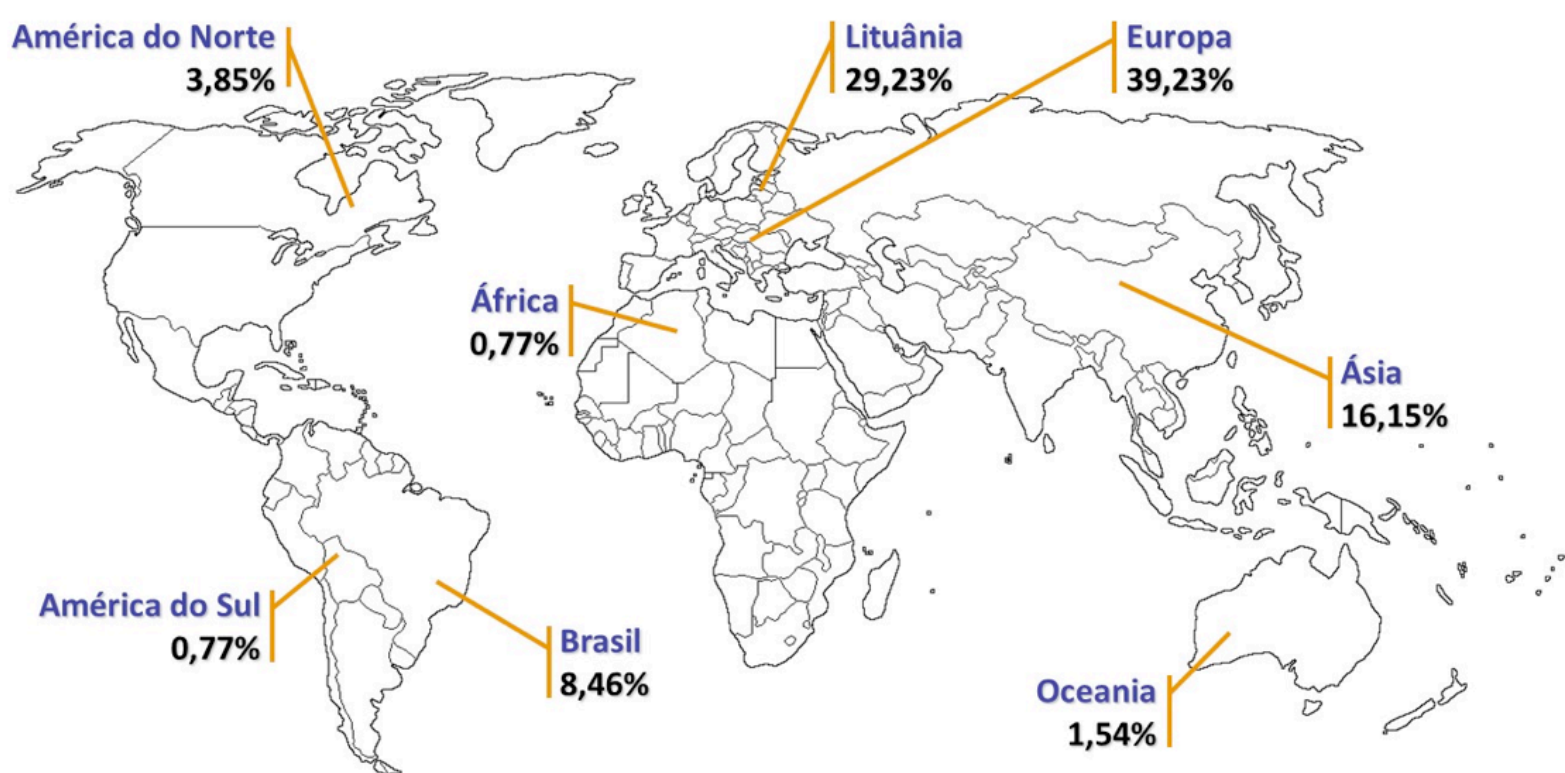
Figura 1 – Distribuição das publicações no período 1996-2016



Fonte: Autores (2017)

A leitura das pesquisas aderentes também possibilitou identificar as regiões/países em que elas haviam sido realizadas. A Figura 2 realça que a Lituânia encabeça os estudos relacionados a aplicação de metodologias multicritério no planejamento de edificações, com 29,23% do montante total, superando a produção individual de todos os continentes, exceto a Europa, com os seus 39,23%. O Brasil aparece com 8,46%, destacando-se no continente Americano.

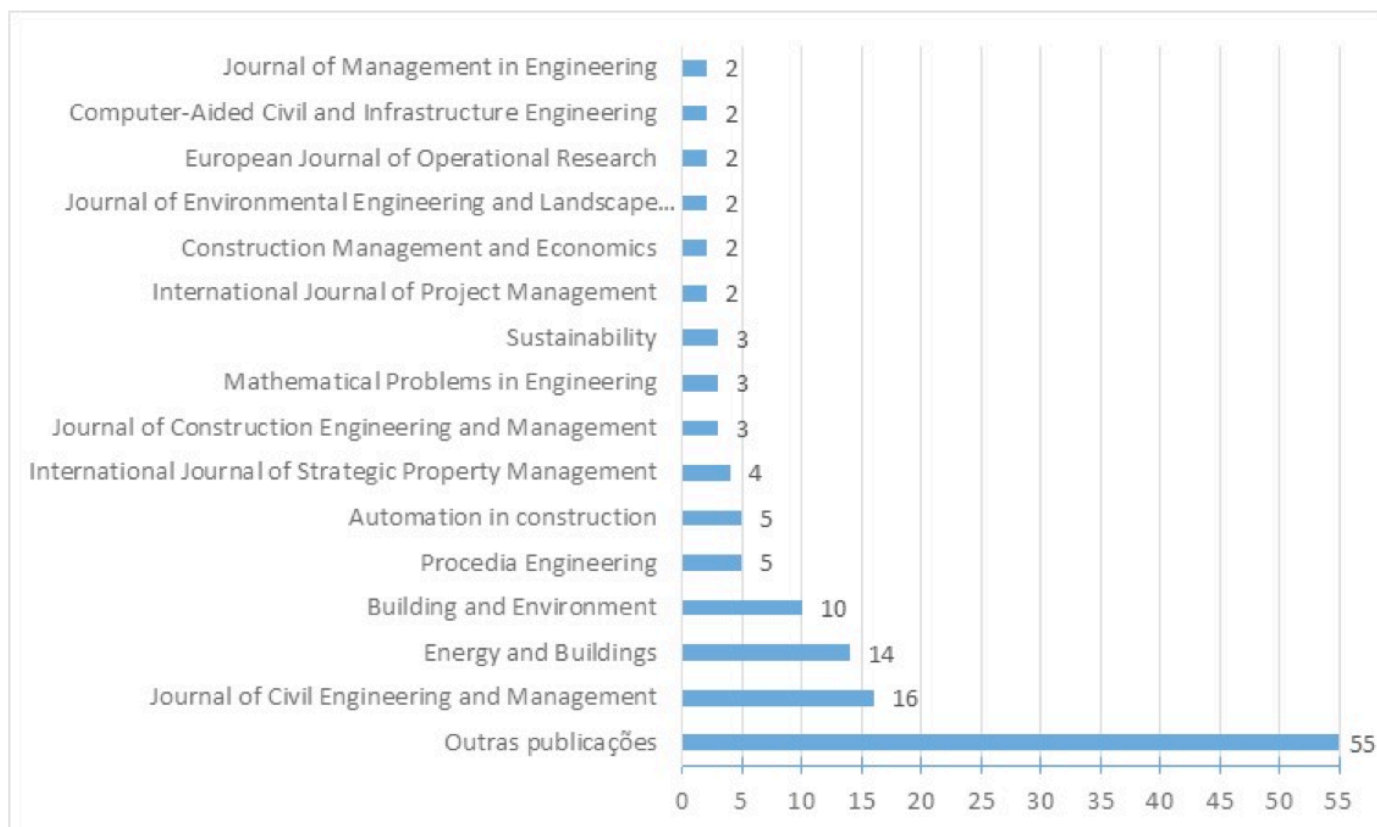
Figura 2 – Análise da distribuição global de pesquisas publicadas



Fonte: Autores (2017)

A classificação dos periódicos presentes no portfólio bibliográfico em relação a sua relevância, permitiu reconhecer em quais deles foram publicados o maior número de artigos da literatura selecionada nessa investigação.

Figura 3 – Relevância dos periódicos no portfólio bibliográfico



Fonte: Autores (2017)

Constatou-se um grande número de publicações, sendo necessários selecionar as principais (com no mínimo 2 pesquisas relacionadas) para apresentação da Figura 3. A partir dessa análise revelou-se que o *Journal of Civil Engineering and Management* é o periódico de maior destaque, com 16 publicações nas referências do portfólio bibliográfico.

### 3.1. Métodos multicritério aplicados no planejamento de edificações



Como a indústria da construção cresce por causado forte mercado demanda, as empresas começaram a dar maior importância às práticas de gestão de projetos para ajudar na tomada de decisões estratégicas e melhorar a qualidade do trabalho e competitividade. O planejamento de uma construção exigirá esforços consideráveis para implementação de uma gestão adequada, tais como: mobilização de um grande número especializado de recursos; operação em um ambiente dinâmico, incerto e complexo; a complexidade na avaliação do risco associado a um projeto; e o envolvimento de muitas partes interessadas com posições possivelmente diferentes e conflitantes (AZEVEDO et al., 2013; MELA; TIANEN; HEINISUO, 2012).

Para Balali, Zahraie e Roozbahani (2014) os engenheiros civis estão interessados na análise de decisão para melhorar o seu julgamento profissional. Um número limitado de aplicações de métodos multicritério foram relatados no campo de engenharia de construção e gestão. Wong (1999) introduziu *Multicriteria Decision Making* (MCDM) para engenheiros civis e dividiu os problemas em três grupos:

1. Determinar a melhor alternativa ou subsequência de melhores alternativas (problema de seleção);
2. Ranking das alternativas da melhor para a pior (problema de ranking)
3. Dividindo o conjunto de alternativas em subconjuntos de acordo com algumas normas (problema de ordenação)

No mercado da construção clientes são sempre confrontados com dificuldades na seleção projetos que oferecem retorno sobre o investimento. Devido à escassez de recursos, eles não podem realizar todos os projetos simultaneamente. Em vez disso, eles tem que selecionar os projetos mais viáveis, que não só maximizarão resultados positivos (lucros, facilidade construtiva, reputação) mas também minimizarão quaisquer resultados negativos (deficiência técnica, ambiental, prejuízos). Isto levanta a necessidade de contar com um conjunto de seleção critérios para a priorização de uma série de projetos. (CHENG, 2005; MELA; TIANEN; HEINISUO, 2012).

Assim, as empresas de construção devem decidir sobre a metodologia de construção para cada projeto, o que lhes permite levar em consideração a necessidade de proteger o meio ambiente através de uma utilização eficiente de recursos, que por sua vez irá aumentar a competitividade da empresa. (TSAI et al., 2013; KLJAJIC; ANDELKOVIC; MUJAN, 2016).

A utilização de metodologias multicritério permite adicionar informações importantes relacionadas aos objetivos estratégicos do decisor ou grupo decisor, por meio de avaliações subjetivas de preferência. Destaca-se que a escolha do paradigma científico a ser adotado é derivada dos valores dos facilitadores/analistas envolvidos no processo decisório. Os métodos de "Tomada de Decisão", como já foi destacado nas seções anteriores dessa pesquisa, seguem a visão racionalista, ao contrário dos métodos voltados ao "Apoio à Decisão", que seguem o paradigma construtivista.

Nesse contexto, analisando-se o portfólio bibliográfico resultante da RBS, identificou-se a construção de modelos multicritério no planejamento de edificações, classificando-se os paradigmas científicos e os principais métodos multicritério adotados, agrupando-se por tipo de edificação, evidenciando-se dessa forma as aplicações desenvolvidas nas publicações. O Quadro 2 demonstra essa compilação da investigação realizada.

Quadro 2 – Aplicações de métodos multicritério no planejamento de edificações

Paradigma	Principais Métodos	Tipologia da edificação	Aplicações constatadas na RBS
		Apoio para Transporte aéreo / Transporte terrestre	Ballis (2003); Nassar e AbouRizk (2014); Chen et al. (2011); Rasiulis et al. (2016);
			Kljajic, Andelkovic e Mujan (2016); Castro et al. (2015); Huang, Huang e Wang (2015); Cheng e Chen (2014); Langston (2013); VillarinhoRosa e Haddad (2013); Tsai et al. (2013); Chantrelle et al. (2011);

Racionalista	AHP ANP ARAS COPRAS ELECTRE - III PROMETHEE SAW TOPSIS	Educação e ensino	(2016); Tour et al. (2015); Shantavas et al. (2014); Pastor-Ferrando <i>et al.</i> (2010); Arquero, Álvarez e Martínez (2009); Da Graça, Kowaltowski e Petreche (2007); Kaklauskas <i>et al.</i> (2006); Kaklauskas, Zavadskas e Raslanas (2005);
		Esporte	Apanaviciene <i>et al.</i> (2015);
		Industrial	Cuadrado <i>et al.</i> (2015); Ruiz <i>et al.</i> (2012); Tan, Shen e Langston (2014); Prascevic e Prascevic (2016); Chinese, Nardin e Saro (2011); Sánchez <i>et al.</i> (2005); Reyes <i>et al.</i> (2014); Lee, Pourmousavian e Hensen (2016);
		Patrimônio histórico	Vodopivec, Selih e Zarnic (2015); Tupenaite <i>et al.</i> (2010); Ferretti, Bottero e Mondini (2014);
		Residencial	Medineckiene, Turskis e Zavadskas (2010); Medineckiene e Bjork (2011); Dytczak e Ginda (2009); Dziugaite-Tumeniene e Lapinskiene (2014); Zavadskas, Kaklauskas e Vilutiene (2009); Kaklauskas, Rutė, Gudauskas e Banaitis (2011); Giove, Rosato e Breil (2011); Cho e Chun (2015); Bragança e Mateus (2007); Jedrzejuk e Marks (2002); Kontu <i>et al.</i> (2015); MA <i>et al.</i> (2010); Siozinyte, Antucheviciene e Kutut (2014); Raphael (2014); Motuziene <i>et al.</i> (2016); Kuzman <i>et al.</i> (2013); Kaklauskas <i>et al.</i> (2010); Giurca <i>et al.</i> (2016); Pombo <i>et al.</i> (2016); Akadiri, Olomolaiye e Chinyio (2013); Alanne (2004); Aviza, Turskis e Kaklauskas (2015); Contreras-Miranda, Cloquell-Ballester e Contreras (2010); Kim <i>et al.</i> (2005); Zavadskas, Kaklauskas e Gulbinas (2004);
		Rurais	Zavadskas e Antucheviciene (2007); Antucheviciene, Zavadskas e Zakarevicius (2010a); Antucheviciene, Zavadskas e Zakarevicius (2010b);
		Saúde	Nakano, Croisant e Abraham (2007); Parreiras e Ekel (2013); Ali e Hegazy (2014); Vaidogas e Sakenaite (2015);
		Serviços	Saparauskas, Zavadskas e Turskis (2011); Rey (2004); Raphael (2011); Talbourdet <i>et al.</i> (2013); Rogers e Rogers (2013); Vaidogas (2011); Kaya e Kahraman (2014); Shao, Geyer e Lang (2014); Aksu e Ocak (2012); Das, Chew e Poh (2010); Sarma e Adeli (2005); Roulet <i>et al.</i> (2002); Tamosaitiene, Zavadskas e Turskis (2013); Lai, Wang e Wang (2008); Hsieh, Lu e Tzeng (2004); Chen e Pan (2015); Soebarto e Williamson (2001); Chen (2010); Tamosaitiene e Gaudutis (2013); Hopfe, Augenbroe e Hensen (2013); Fontenelle e Bastos (2014); Mroz (2010); Avgelis e Papadopoulos (2009); Zavadskas <i>et al.</i> (2013);
Racionalista	AHP ANP ARAS COPRAS ELECTRE - III PROMETHEE	Outros Não especificada	Ravanshadnia, Rajaie e Abbasian (2010); Zavadskas, Turskis e Tamosaitiene (2010); San Cristobal (2013); Dejus (2011); Kracka e Zavadskas (2013); Cheng <i>et al.</i> (2011); Diakaki, Grigoroudis e Kolokotsa (2008); Zavadskas, Bausys e Lazauskas (2015); Canto-Perello <i>et al.</i> (2015); Turskis <i>et al.</i> (2016); Balali, Zahraie e Roozbahani (2014); Ksiazek <i>et al.</i> (2014); Alencar, Almeida e Mota (2011); Germano e Roulet (2006); Vaidogas, Zavadskas e Turskis (2007); Cheng e Li (2005); Song <i>et al.</i> (2015); Szeremeta-Spak e Colmenero (2015); Civic e Vucijak (2014); Caterino <i>et al.</i> (2009); Chen <i>et al.</i> (2006); Marks (1997); Zahaf e Bensaibi (2013); Zavadskas, Turskis e Vilutiene

	PROMETHEE SAW TOPSIS		(2010); Turskis e Zavadskas (2010); Zavadskas <i>et al.</i> (2008); Kracka, Brauers e Zavadskas (2010); Zavadskas <i>et al.</i> (2014); Formisano e Mazzolani (2015); Ishizaka, Nemery e Lidouh (2013); Costa <i>et al.</i> (2011); Szajubok, Alencar e Almeida (2006); Seydel e Olson (2001); Leu e Yang (1999); Lazauskas, Kutut e Zavadskas (2015); Mela, Tianen e Heinisuo (2012); Zavadskas <i>et al.</i> (2012); Kutut, Zavadskas e Lazauskas (2013); Brauers, Kracka e Zavadskas (2012); Hauglustaine e Azar (2001)
Construtivista	MACBETH MCDA-C	Apoio para Transporte terrestre	Mateus, Ferreira e Carreira (2008)
		Residencial	Azevedo et al. (2013); Bana e Costa e Oliveira (2002)

Fonte: Autores (2017)

Os resultados da investigação demonstram que a adoção de metodologias multicritério são discutidas em vários modelos. Atesta-se que há predominância na preocupação com os processos de remodelação do ambiente construído, com a busca de incorporação de princípios sustentáveis. São modelos orientados para diferentes tipos de edificações, como edifícios residenciais, comerciais e educacionais.

## 4. Conclusões

Com base nos casos de aplicação de métodos multicritério no portfólio bibliográfico selecionado, parece que o melhor método dificilmente pode ser definido. Como o processo decisório acerca de construções envolvem várias condicionantes quantitativas e qualitativas de diferentes áreas de preocupação, os métodos multicritério podem ser úteis conforme o objetivo da modelagem a ser construída.

Considerando que as organizações buscam a implantação de novas estruturas que possibilitem superar incertezas sobre caminhos a seguir e objetivos a serem alcançados, esse artigo evidenciou que os métodos multicritério estão sendo aplicados no cenário brasileiro e internacional no planejamento de diferentes tipos de edificações, proporcionando resultados expressivos para a otimização do processo de construção ou reforma.

Ante o exposto, pode-se reconhecer que apesar de existirem estudos comparativos na literatura encontrada, os decisores precisam de métodos que não sejam matematicamente complicados e que possam considerar seus pontos de vista nos processos de tomada de decisão.

## Referências bibliográficas

- AKADIRI, P.O.; OLOMOLAIYE, P. O.; CHINYIO, E.A. (2013). Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects. *Automation in Construction*, v. 30, p. 113-125.
- ALANNE, K. (2004). Selection of renovation actions using multi-criteria “knapsack” model. *Automation in Construction*, v. 13, n. 3, p. 377-391.
- ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T.; MOTA, C. M. M. (2011). Prioritizing activities on a building site project. *In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEE)*, 2011. p. 884-887.
- ALI, A.; HEGAZY, T. (2013). Multicriteria Assessment and Prioritization of Hospital Renewal Needs. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, v. 28, n. 3, p. 528-538.
- ANTUCHEVICIENE, J.; ZAVADSKAS, E. K.; ZAKAREVICIUS, A. (2010a). Multiple criteria construction management decisions considering relations between criteria. *Technological and*

*Economic Development of Economy*, v. 16, n. 1, p. 109-125.

ANTUCHEVICIENE, J.; ZAVADSKAS, E.; ZAKAREVICIUS, A. (2010b). *Ranking of Construction Management Alternatives Considering Criteria Interrelations*.

APANAVICIENE, R.; DAUGELIENE, A.; BALTRAMONAITIS, T.; MALIENE, V. (2015). Sustainability aspects of real estate development: Lithuanian case study of sports and entertainment arenas. *Sustainability*, v. 7, n. 6, p. 6497-6522.

ARQUERO, A.; ÁLVAREZ, M.; MARTÍNEZ, E. (2009). Decision Management Making by AHP (Analytical Hierarchy Process) through GIS data. *IEEE Latin America Transactions*, v. 7, n. 1, p. 101-106.

AVGELIS, A.; PAPADOPOULOS, A. M. (2009). Application of multicriteria analysis in designing HVAC systems. *Energy and Buildings*, v. 41, p. 774-780.

AVIZA, D.; TURSKIS, Z.; KAKLAUSKAS, A. (2015). Multiple criteria decision support system for analyzing the correlation between the thickness of a thermo-insulation layer and its payback period of the external wall. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 21, n. 6, p. 827-835.

BALALI, V.; ZAHRAIE, B.; ROOZBAHANI, A. (2014) Integration of ELECTRE III and PROMETHEE II decision-making methods with an interval approach: Application in selection of appropriate structural systems. *Journal of Computing in Civil Engineering*, v. 28, n. 2, p. 297-314.

BALLIS, A. (2003) Airport site selection based on multicriteria analysis: the case study of the island of Samothraki. *Operational Research: an international journal*, v. 3, n. 3, p. 261-279.

BANA E COSTA, C. A. (1993) Três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão. *Pesquisa Operacional*, v.13, n.1, p.9-20.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. (2007) Sustainability assessment of building refurbishing operations. *Portugal SB07 Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium*, p. 381.

BRAUERS, W. K. M.; KRACKA, M.; ZAVADSKAS, E. K. (2012). Lithuanian case study of masonry buildings from the Soviet period. *Journal of civil engineering and management*, v. 18, n. 3, p. 444-456.

CANTO-PERELLO, J.; MARTINEZ-GARCIA, M. P.; CURIEL-ESPARZA, J.; MARTIN-TRILLAS, M. (2015). Implementing sustainability criteria for selecting a roof assembly typology in medium span buildings. *Sustainability*, v. 7, n. 6, p. 6854-6871.

CATERINO, N.; IERVOLINO, I.; MANFREDI, G.; COSENZA, E. (2009). Comparative analysis of multi-criteria decision-making methods for seismic structural retrofitting. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, v. 24, n. 6, p. 432-445.

CHANTRELLE, F. P.; LAHMIDI, H.; KEILHOLZ, W.; MANKIBI, M. E.; MICHEL, P. (2011) Development of a multicriteria tool for optimizing the renovation of buildings. *Applied Energy*, v. 88, p. 1386 – 1394.

CHEN, L.; PAN, W. (2015). A BIM- integrated Fuzzy Multi-criteria Decision Making Model for Selecting Low-Carbon Building Measures. *Procedia Engineering*, v. 118, p. 606-613.

CHEN, Z.; CLEMENTS-CROOME, D.; HONG, J.; LI, H.; XU, Q. (2006). A multicriteria lifespan energy efficiency approach to intelligent building assessment. *Energy and Buildings*, v. 38, p. 393-409.

CHEN, Z. (2010). Facilities intelligence and evaluation: A multi-criteria assessment approach. *Energy and Buildings*, v. 42, p. 728-734.

CHENG, E. W. L.; LI, H. (2005). Analytic network process applied to project selection. *Journal of construction engineering and management*, v. 131, n. 4, p. 459-466.

CHENG, M.; HSIANG, C.; TSAI, H.; DO, H. (2011). Bidding decision making for construction company using a multi-criteria prospect model. *Journal of Civil Engineering and Management*, v.



17, n. 3, p. 424-436.

CHENG, M.; CHEN, C. (2014). Preliminary planning efficiency evaluation for school buildings considering the tradeoffs of moop and planning preferences. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 20, n.2, p. 211-222.

CHINESE, D.; NARDIN, G.; SARO, O. (2011). Multi-criteria analysis for the selection of space heating systems in an industrial building. *Energy*, v. 36, n. 1, p. 556-565.

CIVIC, A.; VUCIJAK, B. (2014). Multi-criteria optimization of insulation options for warmth of buildings to increase energy efficiency. *Procedia Engineering*, v. 69, p. 911-920.

CLÍMACO, J. C.N. (2004) *A critical reflection on optimal decision*. European Journal of Operational Research, 153, p. 506-516.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: **8º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – CBGDP**. Anais p. 1-12.

CONTRERAS-MIRANDA, W.; CLOQUEL-BALLESTER, V.; OWEN DE CONTRERAS, M. (2010) Multicriteria decision making techniques in the selection of structural components from wood technology, for construction of social housing in Venezuela. *Madera y Bosques*, v. 16, n. 3, p. 7-22.

COSTA, A. N.; POLIVANOV, H.; ALVES, M.G.; RAMOS, D.P. (2011). Multicriterial analysis in the investigation of favorable areas for edifications with shallow and deep foundations in the Municipality of Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, Brazil. *Engineering Geology*, v. 123, n. 3, p. 149-165.

CUADRADO, J.; ZUBIZARRETA, M.; ROJÍ, E.; GARCÍA, H.; LARRAURI, M. (2015). Sustainability-Related Decision Making in Industrial Buildings: An AHP Analysis. *Mathematical Problems in Engineering*.

DA GRAÇA, V. A. C., KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PETRECHE, J. R. D. (2007). An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State Sa~o Paulo in Brazil. *Building and Environment*, v. 42, p. 984-999.

DAS, S.; CHEW, M. Y. L.; POH, K. L. (2010). Multi-criteria decision analysis in building maintainability using analytical hierarchy process. *Construction Management and Economics*, v. 28, n. 10, p. 1043-1056.

DE MORAES, L. et al. (2010). The multicriteria analysis for construction of benchmarks to support the Clinical Engineering in the Healthcare Technology Management. *European Journal of Operational Research*, v. 200, n. 2, p. 607- 615.

DEJUS, T. (2011). Safety of technological projects using multi-criteria decision making methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 17, n. 2, p. 177-183.

DIAKAKI, C.; GRIGOROUDIS, E.; KOLOKOTSA, D. (2008). Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. *Energy and Buildings*, v. 40, p. 1747-1754.

DYTCHAK, M.; GINDA, G. (2009). Identification of building repair policy choice criteria role. *Ukio Technologinis ir Ekonominis Vystymas*, v. 15, n. 2, p. 213-228.

DZIUGAITE-TUMENIENE, R.; LAPINSKIENÉ, V. (2014). The multicriteria assessment model for an energy supply system of a low energy house. *Engineering Structures and Technologies*, v. 6, n. 1, p. 33-41.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S. M. D. (2001). *Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas*. Florianópolis: Insular.

ENSSLIN, L. (2007). *Notas de aula da disciplina MCDA I*. Florianópolis.



- FERRETTI, V.; BOTTERO, M.; MONDINI, G. (2014). Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings. *Journal of Cultural Heritage*, v. 15, n. 6, p. 644-655.
- FONTENELLE, M. R.; BASTOS, L. E. G. (2014). The multicriteria approach in the architecture conception: Defining windows for an office building in Rio de Janeiro. *Building and Environment*, v. 74, p. 96-105.
- FORMISANO, A.; MAZZOLANI, F. M. (2015). On the selection by MCDM methods of the optimal system for seismic retrofitting and vertical addition of existing buildings. *Computers & Structures*, v. 159, p. 1-13.
- GERMANO, M.; ROULET, C. -A. (2016). Multicriteria assessment of natural ventilation potential. *Solar energy*, v. 80, 4, p. 393-401.
- GIOVE, S.; ROSATO, P.; BREIL, M. (2011). An Application of Multicriteria Decision Making to Built Heritage. The Redevelopment of Venice Arsenale. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 17, p. 85-99.
- GIURCA, I.; ASCHILEAN, I.; NAGHIU, G.S.; BADEA, G. (2016). Selecting the Technical Solutions for Thermal and Energy Rehabilitation and Modernization of Buildings. *Procedia Technology*, v. 22, p. 789-796.
- GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. (2004). *Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio à decisão*. São Paulo: Pioneira.
- HAUGLUSTAINE, J. M.; AZAR, S. (2001). Interactive tool aiding to optimize the building envelope during the sketch design. In: *Proceedings of the Seventh International IBPSA Conference*. IBPSA. 2001. P. 387-94.
- HOPFE, C. J.; AUGENBROE, G. L. M.; HENSEN, J. J. M. (2013). Multi-criteria decision making under uncertainty in building performance assessment. *Building and environment*, v. 69, p. 81-90.
- HSIEH, T. Y.; TZENG, S. T.; TZENG, G. H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International journal of project management*, v. 22, n. 7, p. 573-584.
- HUANG, P.; HUANG, G.; WANG, Y. (2015). HVAC system design under peak load prediction uncertainty using multiple-criterion decision making technique. *Energy and Buildings*, v. 91, p. 26-36.
- ISHIZAKA, A.; NEMERY, P.; LIDOUH, K. (2013). Location selection for the construction of a casino in the Greater London region: a triple multi-criteria approach. *Tourism Management*, v. 34, p. 211-220.
- JEDRZEJUK, H.; MARKS, W. (2002). Optimization of shape and functional structure of buildings as well as heat source utilization. Partial problems solution. *Building and Environment*, v. 37 n. 11, p. 1037-1043.
- KAHRAMAN, C. (2008). *Fuzzy Multicriteria Decision Making - Theory and Applications with Recent Developments*. Turkey: Springer Science.
- KAKLAUSKAS, A.; ZAVADSKAS, E. K.; RASLANAS, S. (2005). Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments. *Energy and Buildings*, v. 37, p. 361-372.
- KAKLAUSKAS, A.; ZAVADSKAS, E. K.; RASLANAS, S.; GINEVICIUS, R.; KOMKA, A.; MALINAUSKAS, P. (2006). Selection of low-e windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, v. 38, p. 454-462.
- KAKLAUSKAS, A.; ZAVADSKAS, E.K.; NAIMAVICIENE, J.; KRUTINIS, M.; PLAKYS, V.; VENSUS, D. (2010). Model for a complex analysis of intelligent built environment. *Automation in Construction*, v. 19, n. 3, p. 326-340.
- KAKLAUSKAS, A.; RUTE, J.; GUDAUSKAS, R.; BANAITIS, A. (2011) Integrated model and

- system for passive houses multiple criteria analysis. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 15, n. 1, p. 74-90.
- KAYA, I.; KAHRAMAN, C. A (2014). A comparison of fuzzy multicriteria decision making methods for intelligent building assessment, *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 20, n. 1, p. 59-69.
- KIM, S.S.; YANG, I.H.; YEO, M.S.; KIM, K.W. (2005). Development of a housing performance evaluation model for multi-family residential buildings in Korea. *Building and environment*, v. 40, n. 8, p. 1103-1116.
- KITCHENHAM, B. (2004) *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Joint Technical Report TR/Se-0401. Keele Software Engineering Group, Department of computer Science, Keele University.
- KLJAJIC, M.; ANDELKOVIC, A. S.; MUJAN, I. (2016). Assessment of relevance of different effects in energy infrastructure revitalization in non-residential buildings. *Energy and Buildings*, v. 116, p. 684-693.
- KONTU, K.; RINNE, S.; OLKKONEN, V.; LAHDELMA, R.; SALMINEN, P. (2015). Multicriteria evaluation of heating choices for a new sustainable residential area. *Energy and Buildings*, v. 93, p. 169-179.
- KRACKA, M.; BRAUERS, W. K. M.; ZAVADSKAS, E. K. (2010). *Buildings external walls and windows effective selection by applying multiple criteria method*.
- KRACKA, M.; ZAVADSKAS, E. K. (2013). Panel building refurbishment elements effective selection by applying multiplecriteria methods. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 17, n. 2, p. 210-219.
- KSIAZEK, M.; NOWAK, P.; ROSTON, J.; WIECZOREK, T. (2014). Multicriteria assessment of selected solutions for the building structural walls. **Procedia Engineering**, v. 91, p. 406-411.
- KUHN, T. S. (1996). *The structure of scientific revolutions*. Chicago University of Chicago Press.
- KUTUT, V.; ZAVADSKAS, E. K.; LAZAUSKAS, M. (2013). Assessment of priority options for preservation of historic city centre buildings using MCDM (ARAS). *Procedia Engineering*, v. 57, p. 657-661.
- KUZMAN, M. K.; GROSELJ, P.; AYRILMIS, N.; ZBSNIK-SENEGACNIK, M. (2013). Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process. *Energy and Buildings*, v. 64, p. 258-263.
- LAI, Y. T.; WANG, W. C.; WANG, H. H. (2008). AHP- and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects. *Automation in Construction*, v. 17, n. 5, p. 623-632.
- LANGSTON, C. (2013). The role of coordinate-based decision-making in the evaluation of sustainable built environments. *Construction Management and Economics*, v. 31, n.1, p. 62-77.
- LAZAUSKAS, M.; KUTUT, V.; ZAVADSKAS, E. K. (2015). Multicriteria assessment of unfinished construction projects. *Gradevinar*, v. 67, n. 04, p. 319-328.
- LEE, B.; POURMOUSAVIAN, N.; HENSEN, J. L. M. (2016). Full-factorial design space exploration approach for multi-criteria decision making of the design of industrial halls. *Energy and Buildings*, v. 117, p. 352-361.
- LEU, S. S.; YANG, C. H. (1999). GA- based multicriteria optimal model for construction scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 125, n. 6, p. 420-427.
- LEVY, Y.; ELLIS, T. J. (2006) A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science Journal*, v. 9, p. 181-212.
- MA, L.; SHEN, S.; ZHANG, J.; HUANG, Y.; SHI, F. (2010). Application of fuzzy analytic hierarchy process model on determination of optimized pile-type. *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China*, v. 4, n. 2, p. 252-257.

- MARKS, W. (1997). Multicriteria optimisation of shape of energy-saving buildings. *Building and Environment*, v. 32, n. 4, p. 331-339.
- MATEUS, R.; FERREIRA, J. A.; CARREIRA, J. (2008). Multicriteria decision analysis (MCDA): Central Porto high-speed railway station. *European Journal of Operational Research*, v. 187, n. 1, p. 1-18.
- MEDINECKIENE, M.; TURSKIS, Z.; ZAVADSKAS, E. K. (2010). Sustainable construction taking into account the building impact on the environment. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, v. 18, n. 2, p. 118-127.
- MEDINECKIENE, M.; BJORK, F. (2011). Owner preferences regarding renovation measures – The demonstration of using multi-criteria decision making. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 17, n. 2, p. 284-295.
- MELA, K.; TIAINEN, T.; HEINISUO, M. (2012). Comparative study of multiple criteria decision making methods for building design. *Advanced Engineering Informatics*, v. 26, p. 716-726.
- MIRANDA, L. M. de. (2008). *Contribuição a um Modelo de Análise Multicritério para Apoio à Decisão da Escolha do Corredor de Transporte para Escoamento da Produção de Granéis Agrícolas de Mato Grosso*. 272f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MONTIBELLER, G. N. (2000). *Mapas cognitivos difusos para o apoio à decisão*. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MOTUZIENĖ, V.; ROGOZA, A.; LAPINSKIENĖ, V.; VILUTIENE, T. (2016). Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 532-541.
- MROZ, T. M. (2010). Multicriteria aided design of integrated heating-cooling energy systems in buildings. *Journal of the Air & Waste Management Association*, v. 60, n. 8, p. 949-958.
- NAKANO, V. M.; CROISANT, JR. W. J.; ABRAHAM, D. M. (2007). A design assessment system to protect buildings from internal chemical and biological threats. *In: Computing in Civil Engineering (2007)*. 2007. p. 43-50.
- NASSAR, N.; ABOURIZK, S. (2014). Practical Application for Integrated Performance Measurement of Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, v. 30, n. 6.
- PARREIRAS, R.; EKEL, P. (2013). Construction of nonreciprocal fuzzy preference relations with the use of preference functions. *Pesquisa Operacional*, v. 33, n. 2, p. 305-323.
- PASTOR-FERRANDO, J. P.; ARAGONÉS-BELTRÁN, P.; HOSPITALER-PÉREZ, A.; GARCÍA-MELÓN, M. (2010). An ANP- and AHP- based approach for weighting criteria in public works bidding. *Journal of the Operational Research Society*, v. 61, n. 6, p. 905 – 916.
- POMBO, O.; ALLCKER, K.; RIVELA, B.; NEILA, J. (2016). Sustainability assessment of energy saving measures: A multi-criteria approach for residential buildings retrofitting - A case study of the Spanish housing stock. *Energy and Buildings*, v. 116, p. 384-394.
- PRASCEVIC, N.; PRASCEVIC, Z. (2016). Application of fuzzy AHP method based on eigenvalues for decision making in construction industry/Primjena neizrazite AHP metode utemeljene na vlastitim vrijednostima za donosenje odluka u građevinarstvu. *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, v. 23, n. 1, p. 57-65.
- RAPHAEL, B. (2011). Multi-criteria decision making for collaborative design optimization of buildings. *Built Environment Project and Asset Management*, v. 1, n. 2, p. 122-136.
- RAPHAEL, B. (2014). Multi-criteria Decision Making for the Design of Building Façade. *In: Computing in Civil and Building Engineering (2014)*. p. 1650-1658.
- RASIULIS, R.; USTINOVICHUS, L.; VILUTIENE, T.; POPOV, V. (2016). Decision model for selection of modernization measures: public building case. *Journal of Civil Engineering and*

*Management*, v. 22, n.1, p. 124-133.

RAVANSHADNIA, M.; RAJAIE, H.; ABBASIAN, H. R. (2010). Hybrid fuzzy MADM project-selection model for diversified construction companies. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 37, n. 8. P. 1082-1093.

REY, E. (2004). Office building retrofitting strategies: multicriteria approach of an architectural and technical issue. *Energy and Buildings*, v. 36, p. 367-372.

REYES, J. P.; SAN-JOSÉ, J. T.; CUADRADO, J.; SANCIBRIAN, R. (2014). Health & Safety criteria for determining the sustainable value of construction projects. *Safety Science*, v. 62, p. 221-232.

ROGERS, M.; ROGERS, M. (2013). Consulting stakeholders when selecting a structural form. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings*, v. 166, n. 2, p. 81-99.

ROULET, C. -A.; FLOURENTZOU, F.; LABBEN, H. H.; SANTAMOURIS, M.; KORONAKI, I.; DASCALAKI, E.; RICHALET, V. (2002). ORME: A multicriteria rating methodology for buildings. *Building and Environment*, v. 37, n. 6, p. 579-586.

ROY, B. (1993). Decision science or decision-aid science? *European Journal of Operation Research*, Amsterdam, v. 66, p. 184-203.

RUIZ, M. C; ROMERO, E.; PÉREZ, M. A.; FERNÁNDEZ, I. (2012). Development and application of a multi-criteria spatial decision support system for planning sustainable industrial areas in Northern Spain. *Automation in Construction*, v. 22, p. 320-333.

SAN CRISTOBAL, J. R. (2013). Critical path definition using multicriteria decision making: PROMETHEE method. *Journal of Management in Engineering*, v. 29, n. 2, p. 158-163.

SÁNCHEZ, M.; PRATS, F.; AGELL, N.; ORMAZABAL, G. (2005). Multiple-criteria evaluation for value management in civil engineering. *Journal of Management in Engineering*, v. 21, n. 3, p. 131-137.

SAPARAUSKAS, J.; ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. (2011). Selection of Facade's Alternatives of Commercial and Public Buildings Based on Multiple Criteria. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 15, n. 2, p. 189-203.

SARMA, K. C.; ADELI, H. (2005). Comparative study of optimum designs of steel high rise building structures using allowable stress design and load and resistance factor design codes. *Practice Periodical on Structural Design and construction*, v. 10, n. 1, p. 12-17.

SEYDEL, J.; OLSON, D. L. (2001). Multicriteria support for construction bidding. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 34, n. 5-6, p. 677-701.

SHAO, Y.; GEYER, P.; LANG, W. (2014). Integrating requirement analysis and multi-objective optimization for office building energy retrofit strategies. *Energy and Buildings*, v. 82, p. 359-368.

SHIM, J.; WARKENTIN, M.; COURTNEY, J.; POWER, D.; SHARDA, R.; CARLSON C. (2002). Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support System*. Volume 33 (2).

SIOZINYTE, E.; ANTUCHEVICIENE, J.; KUTUT, V. (2014). Upgrading the old vernacular building to contemporary norms: multiple criteria approach. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 20, n. 2, p. 291-298.

SOEBARTO, V. I.; WILLIAMSON, T. J. (2001). Multi-criteria assessment of building performance: Theory and implementation. *Building and environment*, v. 36, n. 6, p. 681-690.

SONG, Y.; LI, J.; WANG, J.; HAO, S.; ZHU, N.; LIN, Z. (2015) Multi-criteria approach to passive space design in buildings: Impact of courtyard spaces on public buildings in cold climates. *Building and Environment*, v. 89, p. 295-307.

SZAJUBOK, N.K.; ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T. de. (2006). Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. *Revista Produção*, v. 16, n. 2, p.

- SZEREMETA-SPAK, M. D.; COLMENERO, J. C. (2015). A two-stage decision support model for a retail distribution center location. *Revista Facultad de Ingenieria Universidad de Antioquia*, n. 74, p. 177-187.
- TALBOURDET, F.; MICHEL, P.; ANDRIEUX, F.; MILLET, J. R.; MANKIBL, M. E.; VINOT, B. (2013). A knowledge-aid approach for designing high-performance buildings. *In: Building Simulation*. Springer Berlin Heidelberg, v.6, n. 4, p 337-350.
- TAMOSAITIENE, J.; GAUDUTIS, E. (2013). Complex assessment of structural systems used for high-rise buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 19, n. 2, p. 305-317.
- TAMOSAITIENE, J.; ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. (2013). Multi-criteria risk assessment of a construction project. *Procedia Computer Science*, v. 17, p. 129-133.
- TAN, Y.; SHEN, L.; LANGSTON, C. (2014). A fuzzy approach for adaptive reuse selection of industrial buildings in Hong Kong. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 18, n. 1, p. 66-76.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. (2003) Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, v. 14, n. 3, p. 207-222.
- TSAI, W.; LIN, S.; LEE, Y.; CHANG, Y.; HSU, J. (2013) Construction method selection for green building projects to improve environmental sustainability by using an MCDM approach. *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 56, n. 10, p. 1487-1510.
- TUPENAITE, L.; ZAVADSKAS, E. K.; KAKLAUSKAS, A.; TURSKIS, Z.; SENIUT, M. (2010). Multiple criteria assessment of alternatives for built and human environment renovation. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 16, n.2, p. 257-266.
- TURSKIS, Z.; DANIUNAS, A.; ZAVADSKAS, E. K.; MEDZVIECKAS, J. (2016). Multicriteria Evaluation of Building Foundation Alternatives. *Computer-AIDED Civil and Infrastructure Engineering*, v. 00, p. 1-13.
- TUZUN AKSU, D.; OCAK, Z. (2012). Location of municipal centers for new counties within the Istanbul metropolitan municipality. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 138, n. 2, p. 143-152.
- VAIDOGAS, E. R.; ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. (2007). Reliability measures in multicriteria decision making as applied to engineering projects. *International Journal of Management and Decision Making*, v. 8, n. 5-6, p. 497-518.
- VAIDOGAS, E. R.; SAKENAITE, J. (2011). Multi-attribute decision-making in economics of fire protection. *Engineering Economics*, v. 22, n. 3, p. 262-270.
- VAIDOGAS, E. R.; SAKENAITE, J. (2011). Multi-attribute decision-making in economics of fire protection. *Engineering Economics*, v. 22, n. 3, p. 262-270.
- VILLARINHOROSA, L.; HADDAD, A. N. (2013). Building Sustainability Assessment throughout Multicriteria Decision Making. *Journal of Construction Engineering*, V. 2013.
- VODOPIVEC, B.; SELIH, J.; ZARNIC, R. (2015). Interdisciplinary determination of architectural heritage restoration priorities on the case of castles. *Annales anali za istrske in mediteranske studije series historia et sociologia*, v. 25, n. 1, p. 1-18.
- WONG, G. (1999). Multi-criteria decision-aid for building professionals. *The Journal of Building surveying*, v. 1, n. 1, p. 5-10.
- ZAHAF, A.; BENSABIBI, M. (2013). Seismic risk management of building construction site. *Safety, Reliability, Risk and Life-Cycle Performance of Structures and Infrastructures*, p. 2071-2076.
- ZAVADSKAS, E.K.; KAKLAUSKAS, A.; GULBINAS, A. (2004). Multiple criteria decision support web-based system for building refurbishment. *Journal of civil engineering and management*, v.



10, n. 1, p. 77-85.

ZAVADSKAS, E. K.; ANTUCHEVICIENE, J. (2007). Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives. *Building and Environment*, v. 42, n. 1, p. 436-451.

ZAVADSKAS, E. K.; KAKLAUSKAS, A.; TURSKIS, Z.; TOMOSAITIENE, J. (2008). Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 14, n. 2, p. 85-93.

ZAVADSKAS, E. K.; KAKLAUSKAS, A.; VILUTIENE, T. (2009). Multicriteria evaluation of apartment blocks maintenance contractors: Lithuanian case study. *International Journal of Strategic Property Management*, v. 13, n. 4, p. 319-338.

ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of civil and mechanical engineering*, v. 10, n. 3.

ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z.; TAMOSAITIENE, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 16, n. 1, p. 33-46.

ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z.; VILUTIENE, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of civil and mechanical engineering*, v. 10, n. 3, p. 123-141.

ZAVADSKAS, E. K.; SUSINKAS, S.; DANIUNAS, A.; TURSKIS, Z. SIVILEVICIUS, H. (2012). Multiple criteria selection of pile-column construction technology. *Journal of Civil Engineering and Management*, v. 18, n. 6, p. 834-842.

ZAVADSKAS, E. K.; VILUTIENE, T.; TURSKIS, Z.; SAPARAUSKAS, J. (2014). Multi-criteria analysis of Projects' performance in construction. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, p. 114-121.

ZAVADSKAS, E. K.; BAUSYS, R.; LAZAUSKAS, M. (2015). Sustainable assessment of alternative sites for the construction of a waste incineration plant by applying WASPAS method with single-valued neutrosophic set. *Sustainability*, v. 7, n. 12, p. 15923-15936.

---

1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC). Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheiro Civil. E-mail: [tiagoacard@gmail.com](mailto:tiagoacard@gmail.com)

2. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC). Universidade Federal do Paraná. Doutora em Engenharia Civil. E-mail: [adrianapls1@gmail.com](mailto:adrianapls1@gmail.com)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 37) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados