



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

01 a 03
de dezembro 2021

Painel de Especialistas com o Método Delphi na Engenharia

Tami Marieli de Andrade Bischoff

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR – PG

Resumo: Painel de especialistas é um termo utilizado em pesquisas exploratórias, empregadas em investigações onde se busca perspectivas específicas de pessoas com um elevado grau de conhecimento sobre um fenômeno ou problema. O método Delphi se utiliza do painel de especialistas para compreender um problema, buscando-se um consenso. Este artigo busca discutir as particularidades do método Delphi quando aplicado na pesquisa em áreas da engenharia. Para atingir o objetivo foi realizado uma pesquisa bibliográfica, na base de dados *Web of Science*. A pesquisa permitiu um estudo aprofundado do método, sendo possível discorrer sobre os aspectos positivos e negativos. O resultado apresenta um quantitativo de pesquisa relevante nas áreas da engenharia em que o método é utilizado, porém um número significativo de artigos não descreve todas as etapas realizadas do método.

Palavras-chave: Painel de Especialistas, Delphi, Engenharia

Expert Panel with the Delphi Method in Engineering

Abstract: Expert panel is a term used in exploratory research employed in investigations where one aims to seek specific perspectives from people with a high degree of knowledge about a phenomenon or problem. The Delphi method uses a panel of experts to understand a problem, seeking consensus. This paper seeks to discuss the particularities of the Delphi method when applied to research in engineering areas. To reach the objective, a bibliographic research was carried out in the *Web of Science* database. The research allowed an in-depth study of the method, making it possible to discuss its positive and negative aspects. The result shows a relevant quantity of research in engineering areas where the method is used, but a significant number of articles do not describe all the stages of the method.

Keywords: Expert panel, Delphi, Engineering

1. Introdução

O método Delphi é um método de tomada de decisão estruturado em um processo de comunicação que permite a um grupo de indivíduos ou especialistas tratar de problemas complexos. Esse processo se inicia com um problema de investigação e termina quando as respostas de um grupo de especialistas alcançam um consenso confiável e estável acerca deste problema. Uma vez iniciado o processo, a técnica Delphi permite determinar os pontos de concordância dos especialistas, o nível de consenso e a hierarquia de sua

importância. Um momento crítico do processo é a seleção de especialistas, ou seja, pois, esses indivíduos devem ter conhecimento e competência no assunto de estudo bem como um profundo conhecimento do problema (CEREZO-NARVÁEZ *et al.*, 2019).

Um painel de especialista é formado para uma tomada de decisão acerca do problema, então, todos devem possuir conhecimento adequado sobre o problema (HSU *et al.*, 2019). O conhecimento é um dos critérios a ser estabelecidos para a escolha, assim como ter experiência na área pesquisa é fundamental (AMPATZOGLOU *et al.*, 2019).

O método Delphi ainda está evoluindo, mas tem sido usado em muitos campos de pesquisa e para diferentes propósitos (SADEGHI *et al.*, 2021; ZAHIDY *et al.*, 2018). Em virtude disso é importante pesquisar sua aplicação no campo das engenharias, a fim de entender as particularidades deste método para uma melhor aplicação.

2. Referencial Teórico

O método Delphi foi desenvolvido originalmente, na década de 1950 pelo matemático Norman Dalkey, foi desenvolvido para Força Aérea dos Estados Unidos com o objetivo de solicitar opiniões de especialistas sobre eventos futuros. Academicamente o método é bem adequado como um método de pesquisa quando o conhecimento existente é incompleto ou não há respostas sólidas sobre um problema ou fenômeno (ZAHIDY *et al.*, 2018).

O método Delphi tem sido usado em vários campos de estudo, incluindo planejamento de programas, avaliação de necessidades, determinação políticas e utilização de recursos, para desenvolver uma gama completa de alternativas. Para Hsu *et al.* (2019) está intensa utilização se dá ao fato ao fato da vantagem de o método utilizar julgamentos anônimos. Para Perez-Perez *et al.* (2018) as principais características desse método são o anonimato, a interação dos especialistas com feedback controlados.

Para Campbell (2019) na concepção do método Delphi devem estar inseridos uma pergunta de investigação, um grupo de especialistas chamados de painel de especialistas. a participação desses especialistas e a captura por parte do pesquisador das possíveis estratégias e soluções apresentadas pelos especialistas.

O método de Delphi é útil para ajudar o painel de especialistas a chegar a uma opinião compartilhada sobre a solução de um problema, como o resultado depende da opinião dos peritos, é importante escolher os peritos certos. A formulação dos critérios para a escolha correta de indivíduos na formação do painel de especialistas é a principal o a principal razão por trás do sucesso do método (SADEGHI *et al.*, 2021; TORRECILLA-SALINAS *et al.*, 2018)

Para obter um boa a amostra de especialistas, Santoso e Hassan (2018) em seu trabalho, determinaram os seguintes critérios de escolha: os inquiridos deviam trabalhar na área estudada para ter experiência, com um tempo de trabalho de no mínimo 10 anos, ter formação educacional na área estudada e o indivíduo devia dominar os conhecimentos de assuntos relacionados a área estudada e o autor estaca que o especialista tinha que demonstrar vontade em responder a entrevista.

Após a seleção dos critérios de seleção do grupo de especialistas, Perez-Perez *et al.* (2018) descrevem a sequência do método, para a sua utilização é fundamental fazer um levantamento do problema pesquisado e enviá-lo a um grupo de especialistas selecionados, primeira rodada. Os resultados da primeira rodada são obtidos e organizados em um conjunto de respostas. A mesma pesquisa é então enviada novamente aos especialistas que participaram da primeira rodada para que possam responder uma segunda vez, mas eles são informados nesta ocasião dos resultados globais obtidos na primeira rodada. Assim, os participantes podem avaliar o quão perto ou quão longe cada uma de suas avaliações está em relação à avaliação média do grupo de especialistas consultados e reavaliar sua resposta na segunda rodada, eles podem enviar a mesma

opção que escolheram na primeira rodada ou então aceitar a opção da média do grupo entrevistado como sua ou podem trazer sua resposta inicial para mais perto da resposta do grupo, mas sem coincidir com ela.

No estudo de Rahman *et al.* (2019) a primeira rodada foi realizada para esclarecer o objetivo do estudo, a segunda rodada foi utilizada para obter dados qualitativos sobre o consenso dos peritos, construído com base no resultado da rodada um. A rodada três produziu o resultado quantitativo sobre o consenso dos peritos relativo ao que foi melhorado com base na segunda rodada, assim, a análise dos dados quantitativos e dados qualitativos é refinada também a fim de explorar a visão dos participantes profundamente.

Para Simmons *et al.*, (2020) o número de rodadas concluídas para entrevistas no método varia de duas a sete, e termina quando o consenso é encontrado ou determinado como improvável, no entanto, duas ou três rondas são típicas e o método não limita o número de rodadas. (Perez-Perez et al 2018).

Saca *et al.*, (2019) e Cerezo-Narvaez (2019) definiram que o consenso pode ser obtido quando há estabilidade nas respostas das rodadas consecutivas, assim em seus estudos realizaram somente duas rodadas, pois obtiveram estabilidade da primeira para a segunda. Assim como, Leimane e Nikiforova 2019 apontaram conseguir um bom nível de consenso com 49 especialistas, em apenas duas rodadas, pois na segunda rodada selecionaram os 17 especialistas que na primeira rodada foram mais consistentes.

Quanto ao número de especialistas para Moktadir *et al.*, (2020) afirmam que não existe uma regra direta para o número necessário de especialistas para um estudo Delphi, no entanto, Okoli e Pawlowski (2004) recomendaram em seu trabalho de 10 a 18 opiniões de especialistas para garantir dinâmica de grupo antes de chegar a um consenso. Delbecq et al. (1975) recomendaram que 10 a 15 especialistas pode ser suficiente, desde que suas características sejam homogêneas.

Uma derivação do método tradicional é o Delphi modificado, neste modelo os dados qualitativos podem ser coletados através de outras fontes, como: conversa em grupo, organizadas pelo pesquisador. No Delphi modificado, a primeira rodada pode ser constituída por meio de grupos focais ou entrevistas face a face, cujos dados obtidos serão analisados por meio da análise de conteúdo, ou ainda, por um formulário estruturado com perguntas quantitativas baseadas na literatura ou em alguma pesquisa anterior. As demais rodadas seguem o mesmo processo do Delphi clássico. (KANNIYAPAN *et al.*, 2019; MAGANA, 2017)

Para Campbell (2019) a diferença entre o método tradicional e o modificado é que a primeira rodada é incluída uma pergunta em aberto, respondida pelos membros do painel, para fornecer, nas suas opiniões de peritos sobre sua solução para o problema. Na segunda rodada as respostas mais citadas são incluídas e solicita-se aos membros do painel que classificassem as questões na ordem de maior importância e menor, podendo fornecer campos para de comentários de esclarecimento. A rodada 3 é desenvolvido a partir de cálculos que classificaram os primeiros mais importantes itens de inquérito da rodada 2 e é apresentado aos especialistas para um concordo ou discordo com as soluções apresentadas.

Outra derivação do método Delphi é o Delphi Fuzzy, assim como no método tradicional ele também é um processo estruturado para construir conhecimento a partir de um grupo de especialistas através de séries de questionários intercalados com opinião controlada. A diferença é que no método Delphi Fuzzy ele se torna uma versão mais avançada do método Delphi, pois na sua estrutura analítica de tomada de decisão o método combina a teoria do conjunto difuso ou método Fuzzy e a técnica de Delphi. Então ele é considerado mais

completo pois utiliza as estatísticas de triangulação para determinar a distância entre os níveis de consenso do painel de especialistas (GHAZALI *et al.* 2019).

Segundo Hsu *et al.* (2019) no método Delphi convencional, o valor de consenso da opinião de especialistas é apenas um conceito de média. Já no método Delphi Fuzzy, existe uma relação funcional indeterminada no consenso de especialistas, que pode variar da média geométrica, média máxima, média mínima e média harmônica e até a média aritmética, dependendo da função de consenso.

3. Metodologia

Este estudo realizou uma pesquisa abrangente de artigos recentes que empregaram o método Delphi como o principal método ou combinado com outros para a pesquisa com especialistas na engenharia, esta pesquisa foi realizada através de um levantamento bibliográfico. Para o levantamento bibliográfico, a base de dados utilizada foi *Web of Science*. Para garantir a atualidade dos artigos, publicações de 2017 a 2021 foi a delimitação temporal utilizada. A estratégia de busca utilizada (“Delphi” AND “Engineering”). O termo *Engineering* foi utilizado para garantir que os artigos capturados, apresentassem-se na área de engenharia e o operador booleano AND foi utilizado na estratégia de busca para que o retorno de artigos fosse composto pelos dois temas. A pesquisa foi realizada em título, resumo e palavras-chave do autor, em artigos e artigos de revisão. A pesquisa foi realizada em setembro de 2021.

Foram capturados 149 artigos na base, estes foram exportados para o programa Excel para o tratamento de leitura de títulos, autores e palavras-chaves. Inicialmente 48 artigos foram excluídos, com base nos seguintes critérios: não possuem informações importantes como nome dos autores, título, periódico e ano de publicação e com a posterior leitura de resumos 36 artigos foram excluídos em virtude de não estarem relacionados com tema de pesquisa, 65 artigos foram lidos e 31 foram excluídos por não apresentarem uma descrição detalhada do método. O total 34 artigos são analisados nesta pesquisa, a lista de artigos encontra-se no anexo 1 deste trabalho.

4. Discussão dos resultados

Através da leitura crítica dos artigos é possível encontrar autores que enfatizam a efetividade do método, descrevendo-o como um potencial método de pesquisa para os diversos temas e várias áreas do conhecimento, inclusive nas áreas na engenharia. As principais vantagens são apontando o anonimato, a interação de diferentes pessoas com vasto conhecimento e experiência em uma área, tendo a possibilidade de encontrar a solução de um problema (PEREZ-PEREZ *et al.*, 2018)

No entanto há autores que não defendem o método por ele não apresentar regras universais quanto ao número de especialistas, número de rodadas de entrevistas e regras para a obtenção do consenso que pode ser influenciada pela condução do pesquisador. (SANTOSO E HASSAN, 2018).

O anexo 1 apresenta os artigos analisados, onde é apresentado o objetivo da utilização do método, se ele é utilizado em conjunto com algum outro método, o número de especialistas consultados e o número de rodadas realizadas para a obtenção do consenso.

Os trabalhos analisados somente o trabalho de Magana (2017) para identificar as práticas de modelagem e simulação necessárias a serem integradas como parte dos currículos dos estudantes de engenharia nos níveis de graduação e pós-graduação, foi composto por dois painéis de especialistas, sendo um painel de profissionais da indústria e o outro painel sendo de docentes na academia. O objetivo de formar dois painéis era comparar as duas perspectivas, da indústria e da academia. Os demais trabalhos todos foram compostos de apenas um painel de especialistas.

Com relação as rodadas apenas um trabalho foi encontrado consenso com apenas uma rodada, 14 trabalhos encontraram o consenso em 2 rodadas, 18 trabalhos com 3 rodadas, um trabalho foi realizado em 5 rodadas. Com relação ao número de especialistas a tabela 1 apresenta os números encontrados, onde a maioria dos trabalhos (38,24%) utilizou um painel de especialistas composto de 11 a 20 indivíduos, e 26,47 % dos artigos o painel era composto de 5 a 10 especialistas.

Tabela 1 – Pesquisa

N. de especialistas	N. de artigos	Percentual (%)
5-10	9	26,47
11-20	13	38,24
21-30	2	5,88
31-40	2	5,88
41-50	3	8,82
51-60	0	0,00
61-70	1	2,94
71-80	0	0,00
81-90	0	0,00
91-100	1	2,94
mais de 100	3	8,82
Total	34	100,00

Fonte: Autor (2020)

Com relação ao método utilizado em conjunto com a técnica Delphi há um destaque para o AHP (Processo Analítico Hierárquico), este método foi utilizado em conjunto em 5 pesquisas. Foi possível observar que o método Delphi Fuzzy se apresentou em 6 pesquisas e 2 pesquisas utilizaram o método Delphi modificado.

5. Conclusão

Ao analisar as pesquisas levantadas para o estudo sobre o método Delphi, verifica-se os autores convergem na de definição de parâmetros e critérios que serão utilizados no decorrer da execução da pesquisa. Isso pode se tornar uma fragilidade do método, sendo um problema que pode comprometer a validade e a fidelidade dos dados. Na seleção dos artigos para a análise foi possível visualizar um grande número de pesquisas que não descrevem detalhadamente a realização do método, o que prejudica a interpretação dos leitores. Com relação a utilização do método nas pesquisas das áreas da engenharia foi possível visualizar que ele é utilizado para objetivos de pesquisa variados, como na identificação e priorização de fatores, riscos, barreiras, entre outras variáveis que se apresentaram nas pesquisas.

Referências

- AL BADI, K Discrete event simulation and pharmacy process re-engineering. **International Journal Of Health Care Quality Assurance**, v. 32, p. 398- 411, 2019.
- ALI, HH; ALKAYED, AA Constrains and barriers of implementing sustainability into architectural professional practice in Jordan. **Alexandria Engineering Journal**, v. 58 p. 1011-1023, 2019.
- AMPATZOGLOU, A.; BIBI, S.; AVGERIOU, P; VERBEEK, M; CHATZIGEORGIOU, A Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies **Information And Software Technology**, v.106, p. 201-230, 2019.

AMIRGHODSI, S; NAEINI, AB; ROOZBEHANI, B. An integrated shannon-paf method on gray numbers to rank technology transfer strategies. **Engineering Management Journal**, v. 32, p. 186-207, 2020.

BHANDARI, S; HALLOWELL, MR. Identifying and Controlling Biases in Expert-Opinion Research: Guidelines for Variations of Delphi, Nominal Group Technique, and Focus Groups. **Journal Of Management In Engineering**, v. 37, 2021.

CAMPBELL, C.C. Solutions for counteracting human deception in social engineering attacks. **Information Technology & People**, v. 32, p. 1130- 152, 2019.

CAO, H; ZHANG, JD. Cloud Model-Based Intelligent Evaluation Method in Marine Engine Room Simulator. **Ieee Access**, v. 8, p. 168502-168515, 2020.

CAO, WS; XU, MM; NIU, RZ; WU, Q; XIE, RR Online Monitoring and Early Warning Technology of Repeated Multiple Blackouts in Distribution Network Based on Multi-source Information Fusion and Delphi Method **Jordan Journal Of Mechanical And Industrial Engineering** , v.14, p. 7-14, 2020.

CELOZA, A; de OLIVEIRA, DP; LEITE, F. Identification and Ranking of Legal Factors Impacting Information Management in the AEC Industry Using the Delphi Method. **Journal Of Legal Affairs And Dispute Resolution In Engineering And Construction**, v.13, n. 4521022, 2021.

CERE, G; REZGUI, Y; ZHAO, W.Q. Critical review of existing built environment resilience frameworks: Directions for future research. **International Journal Of Disaster Risk Reduction**, v. 25, p. 173-189, 2017.

CEREZO-NARVAEZ, A; DE LOS RIOS CARMENADO, I.; PASTOR-FERNANDEZ, A; BLANCO, J.L.Y. Project Management Competences by Teaching and Research Staff for the Sustained Success of Engineering Education. **Education Sciences**, v. 9, 2019.

CHEN, D.C.; YOU, C.S.; SU, M.S. Development of professional competencies for artificial intelligence in finite element analysis. **Interactive Learning Environments**,

COETZEE, R. Towards Designing An Artefact Evaluation Strategy For Human Factors Engineering: A Lean Implementation Model Case Study. **South African Journal Of Industrial Engineering**, v. 30, p. 289-303, 2019.

CHIANG, T.Y. Refurbishment criteria performance assessment methodologies based on a multiple-criteria approach. **Journal of housing and the built environment**, v. 36, p. 263-282, 2021.

DAHOOIE, JH; MOHAMMADI, N; MOHAMMADI, M; SHAHMOHAMMADI, P; TURSKIS, Z; SAPARAUSKAS, J A Framework For Valuation And Prioritization Of Patents Using A Combined Madm Approach. Case Study: Nanotechnology. **E & M Ekonomie A Management**, v. 22, p. 100-120, 2019.

DENG, Y.L.; LI, J.Y.; WU, Q.T.; PEI, S.S.; XU, N. Using Network Theory to Explore BIM Application Barriers for BIM Sustainable Development in China. **Sustainability**, v. 12, 202

DELBECQ, A.L., VAN DE VEN, A.H. AND GUSTAFSON, D.H. **Group Techniques For Program Planning: A Guide To Nominal Group And Delphi Processes**. SCOTT, FORESMAN GLENVIEW, 1975.

DEMIRKESEN, S; BAYHAN, H.G.A. Lean Implementation Success Model for the Construction Industry, **Engineering Management Journal**, v. 32 p. 219-239, 2020.

DUBOC, L.; PENZENSTADLER, B.; PORRAS, J; KOCAK, S.A.; BETZ, S; CHITCHYAN, R; LEIFLER, O; SEYFF, N; VENTERS, C.C. Requirements engineering for sustainability: an awareness framework for designing software systems for a better tomorrow. **Requirements Engineering**, v. 25, p.469-492, 2020.

EVANS, M.; FARRELL, P.; MASHALI, A. Critical success factors for adopting building information modelling and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi survey. **Journal Of Engineering Design And Technology**, v. 19 p. 537-556, 2021.

EVANS, M; FARRELL, P; ELBELTAGI, E; DION, H. Barriers to integrating lean construction and integrated project delivery (IPD) on construction megaprojects towards the global

integrated delivery (GID) in multinational organisations: lean IPD&GID transformative initiatives. **Journal Of Engineering Design And Technology**, 2021.

GESUN, J; GAMMON-PITMAN, R; BERGER, E; GODWIN, A.; FROILAND, J.M. Developing A Consensus Model Of Engineering Thriving Using A Delphi Process. **International Journal Of Engineering Education**, v.37, p. 939-959, 2021.

GHAZALI, Z; LIM, MRT; JAMAK, ASA Maintenance performance improvement analysis using Fuzzy Delphi method A case of an international lube blending plant in Malaysia. **Journal Of Quality In Maintenance Engineering**, v. 25, p. 162-180, 2019.

GHAFFARI, S; NAEINI, H.S.; KARUPPIAH, K. Case study: Sonic effect of product setup on perceived quality: an approach to home appliance design. **Noise Control Engineering Journal**, v. 67, p. 373- 379, 2019.

GUO, Q.J.; AMIN, S; HAO, Q.W.; HAAS, O. Resilience assessment of safety system at subway construction sites applying analytic network process and extension cloud models. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 201, 2020.

HARTONG, M.W.; RODDY, S.A. An Information Theoretic Approach Platform Technology Selection to Aid Influence Operations. **Ieee Systems Journal**, v.14, p. 5308-5319, 2020.

HANAPI, Z.; RUI, T.J.; MA'AROF, NNMI; A.L. VENGIDASON, S.; HUSSAIN, M.A.M. Development Of Technical Skills Measurement Model Among Engineering Graduates In Community College Using Delphi Technique Approach And Confirmatory Factor Analysis, **Journal Of Engineering Science And Technology**, v. 13, p. 66-73, 2018.

HASAN, A; HAFIZ, F.; SHAHRIL, M.H.M. Application of Fuzzy Delphi Approach Determining Element in Technical Skills among Students towards the Electrical Engineering Industry Needs. **Pertanika Journal Of Social Science And Humanities**, v. 25, p. 1-7, 2017.

HSU, W.L.; CHEN, Y.S.; SHIAU, Y.C.; LIU, H.L. Curriculum Design in Construction Engineering Departments for Colleges in Taiwan. **Education Sciences**, v. 9, 2019.

IQBAL, J; AHMAD, RB; KHAN, M; FAZAL-E-AMIN; ALYAHYA, S; NASIR, MHN; AKHUNZADA, A; SHOAIB, M. Requirements engineering issues causing software development outsourcing failure. **Plos One**, v. 15, 2020.

IHEUKWUMERE-ESOTU, L.O.; KALTUNGO, A.Y. Assessment of Barriers to Knowledge and Experience Transfer in Major Maintenance Activities. **Energies**, v.13, 2020.

IQBAL, J.; AHMA, R.; NASIR, M.H.N.M. Significant Requirements Engineering Practices for Outsourced Mobile Application Development. **Journal Of Information Science And Engineering**, v. 33, p. 1519-1530, 2017.

JEAN, MD; JIANG, JB; CHIEN, JY. Identification and assessment of professional competencies for implementation of nanotechnology in engineering education **European Journal Of Engineering Education**, v. 42, p. 701-711, 2017.

KANNIYAPAN, G; NESAN, LJ; MOHAMMAD, IS; KEAT, TS; PONNIAH, V. Selection criteria of building material for optimising maintainability. **Construction And Building Materials**, v. 221, p. 651- 660, 2019.

LIU, X; LIU, Z; ZHU, S.P.; CORREIA, J. A. F. O.; DE JESUS, A.M.P.; CHEN, PQ; XIE, Z; CHEN, R.H.; WU, Y.X. Human Reliability Assessment of Ergonomic Interaction Design for Engineering Software Based on Entropy-FTA-Delphi **Asce-Asme Journal Of Risk And Uncertainty In Engineering Systems Part A-Civil Engineering**, v. 6, 2020.

LE, PL; NGUYEN, NTD. Prospect of lean practices towards construction supply chain management trends. **International Journal Of Lean Six Sigma**, 2021.

LIM, H.W.; ZHANG, F.C.; FANG, D.P.; PENA-MORA, F; LIAO, P.C. Corporate Social Responsibility on Disaster Resilience Issues by International Contractors. **Journal Of Management In Engineering**, v.37, 2021.

LLORENS, A; BERBEGAL-MIRABENT, J; LLINAS-AUDET, X. Aligning professional skills and active learning methods: an application for information and communications technology engineering **European Journal Of Engineering Education**, v. 42, p. 382-395, 2017.

MAGANA, A.J. Modeling and Simulation in Engineering Education: A Learning Progression Journal Of Professional Issues In Engineering Education And Practice, v.143, 2017.

MUHAMMAD, A; SIDDIQUE, A; NAVEED, Q.N; SALEEM, U; ABUL HASAN, M; SHAHZAD, B. Investigating Crucial Factors of Agile Software Development through Composite Approach. **Intelligent Automation And Soft Computing**, v. 27, p. 15-34, 2021

MUKHTAR, N; BIN KAMIN, Y; SAUD, MSBN; AL RAHMI, WM; BIN NORDIN, MS; BIN ARSAT, M; AMIN, NFB; BIN YAHAYA, N. Conceptual Model of Technical Sustainability for Integration Into Electrical/Electronic Engineering Programmes in Nigerian Polytechnics. **Ieee Access**, v. 8, p. 128519-128535, 2020.

MUHAMMAD, A; SIDDIQUE, A; NAVEED, Q.N; SALEEM, U; ABUL HASAN, M; SHAHZAD, B. Investigating Crucial Factors of Agile Software Development through Composite Approach. **Intelligent Automation And Soft Computing**, v. 27, p. 15-34, 2021

MUKHTAR, N; BIN KAMIN, Y; SAUD, MSBN; AL RAHMI, WM; BIN NORDIN, MS; BIN ARSAT, M; AMIN, NFB; BIN YAHAYA, N. Conceptual Model of Technical Sustainability for Integration Into Electrical/Electronic Engineering Programmes in Nigerian Polytechnics. **Ieee Access**, v. 8, p. 128519-128535, 2020.

MUHAMMAD, A; SIDDIQUE, A; NAVEED, Q.N; SALEEM, U; ABUL HASAN, M; SHAHZAD, B. Investigating Crucial Factors of Agile Software Development through Composite Approach. **Intelligent Automation And Soft Computing**, v. 27, p. 15-34, 2021

MUKHTAR, N; BIN KAMIN, Y; SAUD, MSBN; AL RAHMI, WM; BIN NORDIN, MS; BIN ARSAT, M; AMIN, NFB; BIN YAHAYA, N. Conceptual Model of Technical Sustainability for Integration Into Electrical/Electronic Engineering Programmes in Nigerian Polytechnics. **Ieee Access**, v. 8, p. 128519-128535, 2020.

OKOLI, C.; PAWLOWSKI, S. D. The Delphi Method As A Research Tool: An Example, Design Considerations And Applications. **INFORMATION & MANAGEMENT**, v. 42, p. 15–29, 2004.

OJO, LD; OGUNSEMI, DR; OGUNSINA, O. Conceptual framework of value management adoption in the Nigerian construction industry **Construction Innovation-England**, 2021.

PENG, K.K. Risk Evaluation for Bridge Engineering Based on Cloud-Clustering Group Decision Method. **Journal Of Performance Of Constructed Facilities**, v. 33, 2019.

PEREZ-PEREZ, MP; GOMEZ, E; SEBASTIAN, MA Delphi Prospection on Additive Manufacturing in 2030: Implications for Education and Employment in Spain. **Materials**, v. 11, 2018.

RAHMAN, N.A.; MOHAMAD, R; SHOWOLE, A. Artefact-based approach for improving social presence in e-learning. **International Journal Of Innovation And Learning**, v. 25, p. 412-429, 2019.

ROMAGNOLI, G.; ESPOSITO, G.; RIZZI, A.; ZAMMORI, F.; BERTOLINI, M.; UCKELMANN, D. Lab Networks in Engineering Education: A Proposed Structure for Organizing Information **International Journal Of Online And Biomedical Engineering**, v. 16, p. 41-70, 2020.

RUBIO-ROMERO, J.C.; PARDO-FERREIRA, M.D.; De la Varga-Salto, J; Galindo-Reyes, F. Composite leading indicator to assess the resilience engineering in occupational health & safety in municipal solid waste management companies. **Safety Science**, v.108, p. 161-172, 2018.

SADEGHI, J; OGHABI, M; SARVARI, H; SABETI, MS; KASHEFI, H. Identification And Prioritization Of Seismic Risks In Urban Worn-Out Textures Using Fuzzy Delphi Method. **Environmental Engineering And Management Journal**, v. 20, p.1035-1046, 2021.

SAKA, A.B.; CHAN, D.W.M. Knowledge, skills and functionalities requirements for quantity surveyors in building information modelling (BIM) work environment: an international Delphi study. **Architectural Engineering And Design Management**, v.16, p. 227-246, 2020.

SANTOSO, T.I.; HASSAN, R. Developing K-Workers' Competencies Framework For Undergraduate University Students. **Journal Of Technical Education And Training**, v. 10, p. 62-70, 2018.

SHYR, W.J.; YANG, F.C.; LIU, P.W.; HSIEH, Y.M.; YOU, C.S. Development of assessment indicators for measuring the student learning effects of artificial intelligence-based robot design. **Computer Applications In Engineering Education**, v. 27, p. 863- 868, 2019.

SENGUPTA, S; ERGAS, S; CUNNINGHAM, J; GOEL, R; FELDMAN, A. Concept Inventory for Fundamentals of Environmental Engineering Courses: Concept Inventory Development and Testing. **Environmental Engineering Science**, v.34, p. 895- 907, 2017.

SIMMONS, D. R.; MCCALL, C; CLEGORNE, N. A. Leadership Competencies for Construction Professionals as Identified by Construction Industry Executives. **Journal Of Construction Engineering And Management**, v. 146, 2020.

SRIVASTAVA, P.K.; GUPTA, M.; JAISWAL, B. RepGrid: a new way of identifying and assessing teaching competency. **Journal Of Applied Research In Higher Education**, v. 13, p. 577-590, 2021.

SUBRI, US; RUS, RC; MUSTAPHA, R; HANAPI, Z. The Use of Modified Delphi Technique to Develop the Instrument for Factors of Career Satisfaction among Female Engineers. **Journal Of Technical Education And Training**, v.12, p. 154-160, 2020.

TAMOSAITIENE, J; SARVARI, H; CRISTOFARO, M; CHAN, DWM. Identifying And Prioritizing The Selection Criteria Of Appropriate Repair And Maintenance Methods For Commercial Buildings. **International Journal Of Strategic Property Management**, v. 25 p. 413-431, 2021.

TURON, K.; KUBIK, A. Economic Aspects of Driving Various Types of Vehicles in Intelligent Urban Transport Systems, Including Car-Sharing Services and Autonomous Vehicles. **Applied Sciences-Basel**, v. 10, 2020.

TSENG, M.L; TRAN, T.P.T; HA, H.M.; BUI, T.D.; LIM, M.K. Sustainable industrial and operation engineering trends and challenges Toward Industry 4.0: a data driven analysis. **Journal Of Industrial And Production Engineering**, 2021.

TORRECILLA-SALINAS, CJ; DE TROYER, O; ESCALONA, MJ; MEJIAS, M. A Delphi-based expert judgment method applied to the validation of a mature Agile framework for Web development projects. **Information Technology & Management**, v. 20, p. 9-40, 2019.

TOUTOUNCHIAN, S; ABBASPOUR, M; DANA, T. Design of a safety cost estimation parametric model in oil and gas engineering, procurement and construction contracts, **Safety Science**, v. 106, p. 35 – 46, 2018.

VERA-PUERTO, I.; VALDES, H; CORREA, C; AGREDANO, R; VIDAL, G; BELMONTE, M; OLAVE, J; ARIAS, C. Proposal of competencies for engineering education to develop water infrastructure based on Nature-Based Solutions in the urban context. **Journal Of Cleaner Production**, v. 265, 2020.

WANG, B.C; PENG, R; LI, Y.B.; LAI, H; WANG, Z. Requirements traceability technologies and technology transfer decision support: A systematic review. **Journal Of Systems And Software**, v. 146, p. 59-79, 2018.

WEI, X; MA, L; ZHANG, H.Z.; LIU, Y. Multi-core-, multi-thread-based optimization algorithm for large-scale traveling salesman problem. **Alexandria Engineering Journal**, v. 60, p. 189-197, 2021.

ZAHIDY, A.; AZIZAN, N.A.; SOROOSHIAN, S.A. Methodology Review: Investigation of Entrepreneurship Success. **Quality-Access To Success**, v. 19, p. 82-91, 2018.

N. Artigo	Autores	Título de Artigo	Descrição do estudo para a utilização do método	N. de especialistas	N. Rodadas de Entrevistas
1	Celoza, A; de Oliveira, DP; Leite, F	Identification and Ranking of Legal Factors Impacting Information Management in the AEC Industry Using the Delphi Method	Utilizam o método para identificar e priorizou fatores que impactam o gerenciamento de informações.	20	3
2	Ojo, LD; Ogunsemi, DR; Ogunsina, O	Conceptual framework of value management adoption in the Nigerian construction industry	Utilizam o método para desenvolver uma estrutura conceitual de adoção da gestão conceitual em projetos de construção.	15	2
3	Tseng, ML; Tran, TPT; Ha, HM; Bui, TD; Lim, MK	Sustainable industrial and operation engineering trends and challenges Toward Industry 4.0: a data driven analysis	Utilizam o método para analisar a engenharia industrial e de operações sustentáveis no contexto da Indústria 4.0. O método Delphi é utilizado juntamente com o método Fuzzy.	15	1
4	Le, PL; Nguyen, NTD	Prospect of lean practices towards construction supply chain management trends	O método é usado para coletar e analisar os dados de especialistas em construção para avaliar os níveis de importância das tendências de gestão da cadeia de abastecimento da construção. O método é integrado ao método AHP (Processo Analítico Hierárquico).	20	5
5	Sadeghi, J; Oghabi, M; Sarvari, H; Sabeti, MS; Kashefi, H; Chan, D	Identification And Prioritization Of Seismic Risks In Urban Worn-Out Textures Using Fuzzy Delphi Method	O método foi utilizado para identificar e priorizar os riscos sísmicos significativos envolvidos. O método foi utilizado juntamente com o método Fuzzy.	15	2
6	Gesun, J; Gammon-Pitman, R; Berger, E; Godwin, A; Froiland, JM	Developing a Consensus Model of Engineering Thriving Using a Delphi Process	O método foi utilizado para obter um consenso sobre um modelo de prosperidade em ensino para estudantes de da engenharia.	47	3
7	Muhammad, A; Siddique, A; Naveed, QN; Saleem, U; Abul Hasan, M; Shahzad, B	Investigating Crucial Factors of Agile Software Development through Composite Approach	O método foi utilizado para investigar e priorizar os fatores críticos de sucesso do desenvolvimento ágil de software na indústria. O método foi combinado com o método AHP.	144	3
8	Evans, M; Farrell, P; Mashali, A; Zewein, W	Critical success factors for adopting building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi survey	O método foi utilizado para é investigar os fatores críticos de sucesso que aumentam a integração entre as informações de construção e as práticas de construção enxuta.	16	2
9	Simmons, DR; McCall, C; Clegorne, NA	Leadership Competencies for Construction Professionals as Identified by Construction Industry Executives	O método foi utilizado para obter consenso dos executivos da indústria da construção sobre as competências de liderança necessárias para o ingresso no mercado de trabalho.	61	3
10	Vera-Puerto, I; Valdes, H; Correa, C; Agredano, R; Vidal, G; Belmonte, M; Olave, J; Arias, C	Proposal of competencies for engineering education to develop water infrastructure based on Nature-Based Solutions in the urban context	O método foi utilizado para determinar as competências que precisam ser incluídas em programas de engenharia.	50	2
11	Demirkesen, S; Bayhan, HG	A Lean Implementation Success Model for the Construction Industry	O método foi utilizado para de identificar e priorizar os critérios de sucesso na implementação do Lean na indústria da construção. O método foi utilizado combinado com o método de processo analítico de rede (ANP)	5	2

12	Chiang, TY	Refurbishment criteria performance assessment methodologies based on a multiple-criteria approach	O método foi utilizado para sistema de critérios de recuperação de edifícios residenciais. O Método foi utilizado juntamente com o método o processo de hierarquia analítica (AHP) e a teoria da lógica difusa (método Fuzzy).	20	3
13	Iqbal, J; Ahmad, RB; Khan, M; Fazal-e-Amin; Alyahya, S; Nasir, MHN; Akhunzada, A; Shoaib, M	Requirements engineering issues causing software development outsourcing failure	O método foi utilizado para identificar e a classificar os problemas mais comuns da engenharia de processos no caso de terceirização de desenvolvimento de software.	110	3
14	Deng, YL; Li, JY; Wu, QT; Pei, SS; Xu, N; Ni, GD	Using Network Theory to Explore BIM Application Barriers for BIM Sustainable Development in China	O método foi utilizado para identificar um consenso entre especialistas sobre 23 barreiras para a aplicação BIM (<i>Building Information Modeling</i>) para Desenvolvimento Sustentável.	11	3
15	Chen, DC; You, CS; Su, MS	Development of professional competencies for artificial intelligence in finite element analysis	O método foi utilizado para identificar e classificar os requisitos de competência para inteligência artificial em análise de elementos finitos. O Método foi utilizado juntamente com o método o processo de hierarquia analítica (AHP).	10	3
16	Subri, US; Rus, RC; Mustapha, R; Hanapi, Z	The Use of Modified Delphi Technique to Develop the Instrument for Factors of Career Satisfaction among Female Engineers	O método foi utilizado para determinar os fatores que influenciam o nível de satisfação com a carreira de engenheiras com famílias. O método Delphi foi adaptado.	7	3
17	Mukhtar, N; Bin K.Y; Saud, MSBN; Al Rahmi, WM; Bin Nordin, MS; Bin Arsat, M; Amin, NFB; Bin Yahaya, N	Conceptual Model of Technical Sustainability for Integration Into Electrical/Electronic Engineering Programmes in Nigerian Polytechnics	O método foi utilizado para investigar as competências adequadas em sustentabilidade técnica para incorporação no currículo de estudantes engenharia elétrica /eletrônica	28	3
18	Leimane, L; Nikiforova, O	Results From Expert Survey on System Analysis Process Activities	O método foi utilizado para a avaliar as respostas de especialistas sobre a importância das atividades relacionadas ao processo de elicitação, análise e especificação de requisitos para o sucesso de um projeto de software.	49	2
19	Moktadir, MA; Rahman, T; Ali, SM; Nahar, N; Paul, SK	Examining barriers to reverse logistics practices in the leather footwear industry	O método foi utilizado para selecionar as barreiras para práticas de logística reversa na indústria de calçados de couro o método foi utilizado juntamente com o a abordagem Fuzzy-AHP	10	3
20	Kanniyapan, G; Nesan, LJ; Mohammad, IS; Keat, TS; Ponniah, V	Selection criteria of building material for optimising maintainability	O método foi utilizado para validar em consenso os princípios de manutenção relacionados com o material de construção, foi utilizado método Delfhi modificado.	99	2
21	Campbell, CC	Solutions for counteracting human deception in social engineering attacks	O método foi utilizado para encontrar o consenso de soluções para neutralizar os ataques de engenharia social nas organizações	20	3
22	Saka, AB; Chan, DWM	Knowledge, skills and functionalities requirements for quantity surveyors in building information modelling (BIM) work environment: an international Delphi study	O método foi utilizado foi adotada para agregar o consenso de especialistas sobre conhecimentos, habilidades e funcionalidades identificados a partir da revisão da literatura de profissionais na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção.	17	2

23	Shyr, WJ; Yang, FC; Liu, PW; Hsieh, YM; You, CS; Chen, DC	Development of assessment indicators for measuring the student learning effects of artificial intelligence-based robot design	O método foi utilizado para identificar uma série de indicadores essenciais para medir os efeitos de aprendizagem nos estudantes envolvidos em robôs baseados em inteligência artificial.	10	3
24	Hsu, WL; Chen, YS; Shiau, YC; Liu, HL; Chern, TY	Curriculum Design in Construction Engineering Departments for Colleges in Taiwan	O método Delphi Fuzzy foi empregado para priorizar os cursos planejados.	9	3
25	Torrecilla-Salinas, CJ; De Troyer, O; Escalona, MJ; Mejias, M	A Delphi-based expert judgment method applied to the validation of a mature Agile framework for Web development projects	O método foi utilizado para como técnicas de julgamento baseadas no método Delphi podem ser aplicadas ao campo da Engenharia Web.	20	3
26	Cerezo-Narvaez, A; de los Rios Carmenado, I; Pastor-Fernandez, A; Blanco, JLY; Otero-Mateo, M	Project Management Competences by Teaching and Research Staff for the Sustained Success of Engineering Education	O método foi utilizado para estabelecer a importância da aquisição do aprimoramento das competências profissionais de gestão de projetos no contexto universitário.	24	2
27	Ampatzoglou, A; Bibi, S; Avgeriou, P; Verbeek, M; Chatzigeorgiou, A	Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies	O método foi utilizado para classificar as ameaças quanto as ações de pesquisa em revisões de literatura.	7	3
28	Rahman, NA; Mohamad, R; Showole, A	Artefact-based approach for improving social presence in e-learning	O método foi utilizado peritos foi utilizado para produzir a análise quantitativa e qualitativa.	11	3
29	Ghazali, Z; Lim, MRT; Jamak, ASA	Maintenance performance improvement analysis using Fuzzy Delphi method A case of an international lube blending plant in Malaysia	O método Delphi Fuzzy foi utilizado para identificar, priorizar e classificar as estratégias de intervenção para melhoria de desempenho.	20	2
30	Santoso, TI; Hassan, R	Developing K-Workers' Competencies Framework For Undergraduate University Students	O método foi utilizado Delphi Modificado de especialistas na área de elétrica e eletrônica para obter dados qualitativos sobre as competências dos estudantes de graduação em engenharia.	9	2
31	Perez-Perez, MP; Gomez, E; Sebastian, MA	Delphi Prospection on Additive Manufacturing in 2030: Implications for Education and Employment in Spain	O método foi utilizado para realizar uma prospecção com especialistas sobre as principais mudanças na Indústria até 2030.	100	2
32	Zahidy, A; Azizan, NA; Sorooshian, S	A Methodology Review: Investigation of Entrepreneurship Success	O método foi utilizado para investigar os indicadores de sucesso para o negócio da construção de uma perspectiva empresarial. O método é utilizado em conjunto com a técnica DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)	39	2
33	Magana, AJ	Modeling and Simulation in Engineering Education: A Learning Progression	O método foi utilizado para identificar práticas de modelagem e simulação necessárias a serem integradas nos currículos de engenharia nos níveis de graduação e pós-graduação	37	2
34	Jean, MD; Jiang, JB; Chien, JY	Identification and assessment of professional competencies for implementation of nanotechnology in engineering education	O método foi utilizado para coletar as opiniões de especialistas em relação aos conhecimentos e competências exigidas aos estudantes dos cursos de graduação em engenharia mecânica.	10	3