

ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO DE ORDEM TÉCNICA EM EMPREENHIMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

VITOR DUTRA DE JESUS
vitor.dutra@poli.ufrj.br
UFF - UNIVERSIDADE F

JOÃO ALBERTO NEVES DOS SANTOS
joaoalbertoneves@gmail.com
UFF

LUIZ CARLOS BRASIL DE BRITO MELLO
luiz.brasil@gmail.com
UFF

NYLVANDIR LIBERATO FERNANDES DE OLIVEIRA
liberato.finan@gmail.com
UFF

ISABELLE PORTUGAL SERRADO
isabelleserrado@poli.ufrj.br
UFF

Resumo: Este artigo teve como objetivo identificar os principais fatores que caracterizam os riscos de ordem técnica em empreendimentos de construção civil, avaliando quais deles estão recebendo maior atenção das construtoras em suas atividades. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito do risco no contexto da construção civil. Foi desenvolvido o instrumento de pesquisa, um questionário fechado do tipo Survey, aplicado junto aos profissionais da construção civil, como instrumento para avaliação destes aspectos. Após a sua aplicação, foram feitas as análises de validade e confiabilidade, verificando-se a partir dos resultados que o instrumento é válido e confiável. Com essa confirmação, foi possível aplicar uma metodologia de análise dos dados. Foi aplicada a metodologia do cálculo do Índice de Importância Relativa de cada um dos fatores que compõem o risco de ordem técnica, sendo possível ordenar estes fatores conforme sua importância para os profissionais da indústria. Foi possível concluir que, com relação aos riscos de ordem técnica, as questões relativas ao projeto são as consideradas mais importantes pelos profissionais. A alteração sucessiva nos projetos foi apontada como o principal fator de risco, sendo a eventual falta de experiência da equipe projetista um segundo fator de risco a ser considerado.

Palavras Chave: Análise de Risco - Fatores de Risco - Construção Civil - IIR - Riscos Técnicos

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área com características muito particulares, bem diferente das outras indústrias em geral. Isto se deve a aspectos como a dificuldade de reprodutibilidade dos projetos, pois não é possível repetir em sua totalidade projetos anteriores, e a diferença entre os locais onde o projeto é desenvolvido e a obra é executada, o que cria incertezas que podem afetar a qualidade do produto final. Além disso, este é um setor que demanda a participação de profissionais de áreas distintas, acarretando conflitos, quebras de informação e dificuldade de comunicação. Estas características tornam a engenharia civil uma área bastante sujeita ao risco (SILVA, 2012).

Desta forma, Santos *et al* (2015) apresentam o gerenciamento de risco como um mecanismo essencial para o mapeamento dos efeitos positivos e negativos nos projetos, de forma que seus objetivos sejam atendidos com relação ao custo, prazo, escopo e qualidade.

Entretanto, foi identificado por Barreto e Andery (2014) em um estudo de caso com 3 construtoras nacionais de menor porte, que as empresas brasileiras não possuem procedimentos formais de gerenciamento de risco. Os autores justificaram esta ausência devido ao porte das empresas do estudo, seus recursos limitados e a cultura pouco formal das construtoras. Segundo esses autores, a adoção de procedimentos de gestão de riscos ainda é uma atitude relativamente nova no mercado e tomada mais facilmente em empresas incorporadoras de maior porte. Por serem mais bem estruturadas, possuindo modelos de coordenação, há a possibilidade de implementação de métodos de identificação, análise e mitigação de riscos, mesmo que não possuam procedimentos estruturados e formais em alguns casos. Outros segmentos do setor de construção, como o de grandes empreendimentos de capital, já focalizam a gestão de riscos com base no adequado gerenciamento do projeto.

Segundo Silva e Alencar (2013), a busca pela gestão de risco nos processos foi iniciada pela indústria da construção como forma de garantir maior segurança aos acionistas e investidores, entregando-lhes informações mais qualificadas a respeito dos riscos assumidos, assim como apresentando-lhes a forma como os riscos são considerados na etapa de preparação da proposta do projeto. A implementação da Gestão de Risco Empresarial – GRE em empresas de construção “pode ser vista como uma mudança organizacional gradual porque o gerenciamento nestas empresas tem migrado da Gestão de Riscos em Projetos e precisa se adaptar à GRE” (ZHAO; HWANG; PHENG, 2014).

As organizações estão sofrendo forte influência dos fatores internos e externos às construtoras. Estes fatores geram incertezas nas organizações a respeito da possibilidade de ocorrerem desvios nos objetivos definidos, necessitando de ajustes para que os resultados previstos inicialmente sejam atingidos ou superados (SILVA; ALENCAR, 2013). Isso requer uma estruturação consistente da empresa e uma gestão contínua de riscos na execução de seus projetos de construção, pois as empresas dependem desses projetos para obterem seus resultados (ZHAO; HWANG; PHENG, 2014). Deste modo, de acordo com Kartam e Kartam (2001), a análise e gestão de riscos passaram a ter importância no processo de tomada de decisão nas empresas de construção, tornando-se um elemento central na gestão estratégica.

A gestão de riscos é o processo utilizado pelas empresas que analisam metodicamente os riscos inerentes às suas atividades (GUILHERME, 2016). Em um panorama, descrito por este mesmo autor, de competitividade cada vez mais evidente entre as empresas, marcado pela evolução tecnológica e instabilidade econômica, aspectos como inovação, diversidade, melhoria contínua e qualidade, todas aliadas ao melhor preço, precisam ser atingidos. Neste cenário a implantação mais sólida de modelos de gestão dos riscos é bastante pertinente, como forma de perceber os riscos a que os projetos estão sujeitos, bem como seus efeitos,

para que não causem desvios ou impactos sobre os objetivos das construtoras (FORTUNATO, 2013). No caso de obras públicas, que segundo Andrada (2007) tem se caracterizado por excederem custo e prazo determinados na contratação inicial, este tema possui relevância ainda maior. Deste modo, percebe-se a importância da gestão de riscos para a competitividade das empresas.

Tendo em vista o cenário exposto, este artigo foi elaborado com o objetivo principal de identificar os principais fatores que caracterizam os riscos de ordem técnica em empreendimentos de construção civil, avaliando quais deles estão recebendo maior atenção das construtoras em suas atividades. Para isso, foi necessário em princípio realizar uma revisão bibliográfica a respeito do risco no contexto da construção civil. A partir disso, foi desenvolvido e aplicado um questionário fechado do tipo *Survey* como instrumento para avaliação destes aspectos, verificando sua validade e confiabilidade. Então foi calculado o Índice de Importância Relativa de cada um dos fatores que compõem o risco de ordem técnica, de modo a ordenar estes fatores conforme sua importância para esta indústria.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. RISCO

Segundo o *Project Management Institute* (PMI, 2013), em seu Guia PMBOK, o risco pode ser descrito como um evento ou condição incerta que, caso ocorra, pode provocar efeitos positivos ou negativos no projeto em termos de escopo, custo, tempo e qualidade, podendo ter uma ou mais causas, assim como um ou mais impactos.

Já a ISO 31000:2009 define os riscos como “o efeito das incertezas sobre os objetivos do projeto”. Neste caso, a incerteza é um estado de um evento, parcial ou não, onde se tem deficiência de informação e conhecimento, o que possibilita a existência de consequências.

Deste modo, enquanto a ISO 31000:2009 trata do risco de um modo mais tradicional, com base na probabilidade de ocorrência de falhas, o PMI apresenta uma abordagem mais otimista, descrevendo a possibilidade de efeitos positivos, embora ambos concordem que os riscos podem afetar os objetivos das organizações. Lehtiranta (2014) sugere que um enfoque mais amplo, que considere os efeitos positivos e negativos, traria mais benefícios para os negócios, já que não apenas as falhas seriam reduzidas como as oportunidades poderiam ser aproveitadas, melhorando os resultados das empresas.

O risco pode ser entendido como uma resultante da combinação entre probabilidade e consequências de determinado evento indesejado. As abordagens de Mokgoantle (2013), Liuksiala (2012) e da ISO 31000:2009 consideram que o grau do risco mede os riscos em importância e dimensão, podendo o mesmo ser analisado sob duas dimensões distintas: a probabilidade de suas ocorrências e as consequências a elas relacionadas.

Indo de encontro com a visão da ISO 31000:2009, percebe-se que nos estágios iniciais dos projetos de construção civil, momento em que os riscos são levantados, é comum a presença de falha humana em sua identificação, em função da existência de poucos dados e informações disponíveis (ZENG, AN; SMITH, 2007).

A gestão de riscos surge como um conceito que objetiva identificar e mensurar os riscos que determinada empresa ou determinado projeto possam estar expostos, de forma que a tomada de decisões tenha foco prioritário na redução das potencialidades desses riscos (MARKMANN *et al.* 2013).

2.2. GERENCIAMENTO DE RISCOS

O gerenciamento de riscos, de acordo com o PMI (2013), pretende elevar ao máximo a probabilidade e as consequências dos eventos positivos, bem como reduzir tanto quanto possível a ocorrência e efeitos dos eventos adversos que possam afetar o projeto.

Segundo Lehtiranta (2014) as pesquisas sobre gerenciamento de riscos possuem um enfoque mais restritivo que o recomendável. Deste modo, as abordagens tradicionais tratam os riscos apenas sob dois aspectos, a probabilidade, considerando a possibilidade de ocorrência de determinado evento, e o impacto, analisando as consequências dos riscos para os objetivos do projeto. Contudo, Taroun (2014) sugere que outros aspectos devem ser levados em conta, tais como a interdependência entre os riscos, os fatores de gerenciamento e o impacto após a mitigação, a natureza única dos riscos e a influência do analista sobre eles.

Conforme Taroun (2014), inicialmente, eram estudados apenas os riscos na construção civil que possuíssem relação com a variação no custo e no empreendimento. Gradualmente, contudo, sua percepção tem se ampliado para outros atributos de projeto. Nieto-Morote e Ruz-Vila (2011) citam os processos de engenharia, execução, fornecimento e gerenciamento de projetos como aqueles normalmente vinculados aos riscos da construção civil.

A visão de Lunkes (2010) sobre esta abrangência é semelhante, pois para ele compete ao gerenciamento de riscos abordar as potencialidades dos riscos operacionais como um todo, executando o processo de tratamento e comunicando seus riscos aos setores relacionados às operações e às pessoas nas organizações. Essa rotina permite que as empresas maximizem suas oportunidades de melhoria, através desse suporte obtido de forma monitorada dos processos.

2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE RISCO

A fase de análise do risco tem o objetivo de decompor os riscos de forma detalhada, identificando-os para que sejam devidamente avaliados. A identificação dos riscos é uma de suas etapas. Este é o processo no qual se define as características principais do risco, tais como: a sua caracterização, suas causas, consequências, e seu contexto (SILVA, 2012).

Figueiredo e Catarina (2016) consideram a identificação dos riscos como uma das etapas mais importantes para os processos de gestão dos riscos. É nesse momento que os riscos relativos aos projetos são identificados, passando a ser analisados e tratados nas etapas seguintes. Caso algum risco relevante ao projeto deixe de ser percebido, pode gerar problemas de grande impacto aos objetivos.

Em qualquer projeto, a identificação dos riscos é uma atividade constante que contempla toda a fase planejamento e execução. Uma avaliação abrangente dos riscos potenciais possibilita uma abordagem objetiva das estratégias a serem seguidas. Como base para essa identificação, uma análise qualitativa de riscos possibilita melhor entendimento, considerando a probabilidade de ocorrência e dos impactos que podem causar.

A partir do processo de avaliação, as ações preventivas e seus respectivos monitoramentos devem ser realizados de forma a evitar que novos riscos ocorram ou, caso ocorram, seus efeitos sejam minimizados. Também podem ser definidas ações que objetivem maximizar novas oportunidades e, dessa forma, obter ganhos quando riscos positivos forem identificados.

A finalidade da identificação de riscos é gerar uma lista abrangente, organizada e estruturada de riscos, passível de ser utilizada nas fases seguintes ou até mesmo em outros projetos, com base nas incertezas que possam criar, aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos. Nesse caso, a atividade é bastante crítica, pois um risco que

eventualmente não foi identificado nesta fase dificilmente será incluído em análises posteriores (SILVA, 2012).

Qualquer organização, segundo Marshall (2002), pode criar a sua própria hierarquia de riscos, adotando seu processo de gerenciamento de risco, optando por uma estrutura específica ou generalista.

3. METODOLOGIA

3.1. ETAPAS DA METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada para a execução deste trabalho pode ser visualizada na Figura 1, que resume as principais etapas da pesquisa.

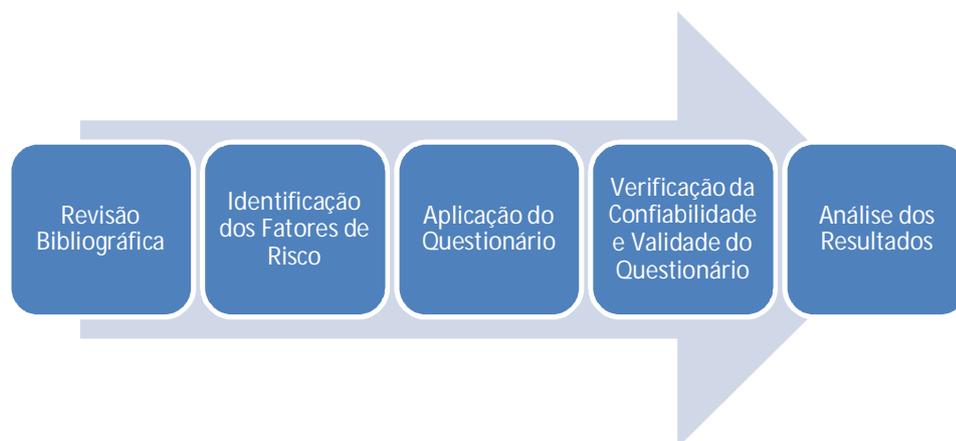


Figura 1: Sequencia da metodologia de pesquisa (Fonte: os autores)

A pesquisa foi realizada tendo como ponto de partida a uma revisão bibliográfica do conhecimento existente na literatura a respeito dos riscos existentes em projetos. A ênfase deste estudo são os projetos executados pela indústria da construção civil, identificando-se os principais fatores de risco a que os mesmos estão expostos neste segmento.

Neste ponto, é importante ressaltar que este artigo, que evidencia a análise apenas dos riscos de ordem técnica existentes em empreendimentos de construção civil, faz parte de um estudo mais abrangente que possui o objetivo de mapear todos os fatores de risco a que os empreendimentos deste setor da indústria estão submetidos.

Em seguida, foi realizada a coleta de dados a partir da aplicação de um questionário fechado do tipo *Survey*. O questionário fechado possui respostas já formuladas pelo seu criador, baseadas no assunto em estudo. Este tipo de questionário é bastante objetivo, permitindo maior agilidade e facilidade no tratamento dos dados (FREITAS; MOSCAROLA, 2002).

Um dos aspectos mais importantes na criação deste tipo de questionário é a escolha da escala a ser utilizada para o formato da resposta. Neste trabalho, foi utilizada a escala Likert, uma escala bastante difundida, utilizada com o objetivo de obter o nível de concordância com determinada afirmativa presente no questionário. Foi criada em 1932, quando R.A. Likert, desenvolveu uma escala com extremos, onde o valor mais à esquerda representaria uma resposta negativa e o mais à direita uma resposta positiva (HAYES, 1997).

Dentro da escala Likert, cada resposta tem um valor atribuído, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Valores atribuídos às respostas na Escala Likert (Fonte: os autores)

Código	Resposta	Valor Atribuído
DC	Discordo Completamente	1
D	Discordo	2
N	Não Concordo Nem Discordo	3
C	Concordo	4
CC	Concordo Completamente	5

O questionário foi aplicado em formato eletrônico, e esteve disponível na internet para os respondentes dispostos a colaborar com a pesquisa.

Em função da grande quantidade de dados existentes, a tabulação e análise estatística dos resultados obtidos foram realizadas com o auxílio do Software IBM SPSS Statistics 21. Nesta fase, foram testadas a validade e a confiabilidade dos resultados, e verificada a necessidade de adaptação do instrumento de pesquisa para o número total de respondentes.

Com o instrumento adaptado às necessidades encontradas, foi possível obter informações por meio das respostas com o objetivo de identificar quais são os principais riscos considerados nos empreendimentos de construção civil, relacionados ao fator de risco de ordem técnica.

3.2. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Após a coleta e digitação dos dados obtidos em um ambiente adequado, a realização de uma análise descritiva destes dados é necessária. Esta análise, quando feita de forma detalhada, permite ao pesquisador conhecer os dados, organizá-los, e sintetizá-los de modo que se pode obter o máximo de informações possíveis a respeito de um conjunto de características a partir de tabelas, medidas e gráficos de simples compreensão, sendo possível responder às questões estudadas (ANDERSON *et. al*, 2007).

3.3. VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO

Na construção de um instrumento de pesquisa é importante que se verifique a sua validade. Nenhuma discussão sobre metodologia quantitativa está completa se os conceitos de confiabilidade e validade não estiverem agregados (SANTOS, ROLIM, 1999). Conforme Hayes (1997), a validade “refere-se ao grau no qual as evidências suportam as inferências realizadas”. Portanto, quando um instrumento mede o que se propõe, pode-se considerá-lo como válido. Geralmente a validação possui dois tipos: validação de conteúdo e validação de constructo (NUNNALLY, 1967).

A validade do conteúdo significa a garantia do planejamento e da construção dos enunciados. A utilização de conceitos teóricos consagrados pela literatura na definição dos enunciados e a facilidade de seu uso pelos respondentes estão diretamente associados à validade do conteúdo (NUNNALLY, 1967). Deste modo, uma das formas de avaliação da validade do conteúdo é a partir da verificação de dados perdidos, representados pelas perguntas não respondidas ou com respostas NE (Não Entendi). Caso o volume de perdas seja superior a 10% considera-se a existência de problema no conteúdo (BYRD; TURNER, 2001).

Para a avaliação da validade do constructo, é frequentemente utilizada a análise fatorial. Segundo Hair *et al.* (2005), existem duas classificações para a investigação de fatores: exploratória e a confirmatória. Utiliza-se a análise fatorial exploratória quando pretende-se extrair um número mínimo de fatores representativos entre o conjunto de

variáveis observadas. Já a análise fatorial confirmatória é usada caso um modelo teórico pré-definido proposto já exista, sendo possível desde já encontrar agrupamentos e explicitar relacionamentos entre os fatores. Portanto, esta abordagem tem como objetivo a confirmação da existência de uma estrutura específica de fator dentro de um modelo escolhido (MARCOULIDES, 1998).

3.4. TESTES DE KMO E ESFERICIDADE DE BARTLETT

Os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Esfericidade de Bartlett tem a finalidade de verificar a validade da aplicação da análise fatorial para as variáveis escolhidas, em função da quantidade pequena de respondentes da pesquisa. Os valores de KMO variam entre 0 e 1. Um valor próximo à 0 indica que a soma de correlação parcial é grande em relação à soma das correlações, indicando a difusão do padrão de correlação. Já os valores que se aproximam de 1 indicam que os padrões de correlação são relativamente compactos, e com isso a análise fatorial deve gerar fatores distintos e confiáveis. Desta forma recomenda-se a aceitação de valores maiores que 0,5. Já o teste de esfericidade de Bartlett é utilizado com o intuito de examinar a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população, se P-valor é menor que 0,05, rejeita-se a hipótese (FIELD, 2005).

3.5. CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO

A avaliação da confiabilidade do instrumento possui relação com o grau de verdade que está associado aos níveis de percepção medidos pelo questionário. Hayes (1997) afirma que a confiabilidade é “o grau pelo qual uma medida está livre da variância de erros aleatórios”. Existem três classes básicas de confiabilidade: a estabilidade, a equivalência e a consistência interna.

A Estabilidade pode ser avaliada aplicando-se um mesmo instrumento a uma mesma amostra em situações diferentes, comparando e analisando a correlação entre os valores observados. A Equivalência pode ser verificada a partir da comparação de dois instrumentos de pesquisa propostos para a mensuração do mesmo constructo e aplicados a uma mesma amostra (HAYES, 1997). Para a Consistência Interna é determinado o grau em que um grupo de itens do questionário está medindo a dimensão que se propõe. Podem ser utilizadas duas estimativas de medição da consistência interna: Estimativa das Duas Metades e Estimativa do Alfa de Cronbach (HAYES, 1997).

A Estimativa das Duas Metades consiste em dividir o instrumento em duas partes, calculando-se a correlação entre essas metades. Já a Estimativa do Alfa de Cronbach determina quão alto o inter-relacionamento entre os itens do questionário é, sem necessitar de correções. Seu valor pode variar entre 0 e 1, sendo que 0 significa uma ausência total de consistência entre os itens, enquanto 1 traduz-se em 100% de presença de consistência interna. Os especialistas utilizam em sua maioria o valor de 0,70 como limite de aceitação do Alfa de Cronbach. Entretanto, Nunnaly (1967) recomenda o estabelecimento de um limite inferior, de 0,60, quando instrumentos novos são utilizados.

Portanto, a estimativa do Alfa de Cronbach demonstra o grau de inter-relação entre os itens do questionário e, ao contrário da estimativa das duas metades, não necessita de correções. Sua fórmula é apresentada a seguir (CARDOSO, 2001):

$$r_{\alpha} = \frac{n}{(n-1) \times \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)}$$

Onde:

n é o número de itens do questionário ou da dimensão;

S_i são as variâncias de cada item;

S_t a variância total.

Com relação ao critério para significância de fatores de carregamento, deve-se neste momento ter o cuidado para as considerações realizadas a respeito dos fatores de carregamento sejam válidas. Nesse sentido, três sugestões são apresentadas por Hair *et al* (2005) com o objetivo de auxiliar na interpretação dos fatores de carregamento.

A primeira delas refere-se apenas à significância prática, que consiste na verificação visual dos fatores de carregamento expressos na matriz de fator. Isto é, fatores de carregamento maiores que 0,30 são considerados mínimos; carregamentos acima de 0,40 são considerados muito importantes; e os carregamentos superiores a 0,50 são considerados praticamente significantes. Isso significa dizer que se um fator explica ao menos 10 % da variância total da variável (fator de carregamento de aproximadamente 0,30), ele é considerado significativo em um nível mínimo (fator de carregamento de 0,50 equivale a 25 % da variância total da variável). O que um pesquisador deve ter em mente é que fatores de carregamento extremamente altos (0,80 ou mais) não são típicos, e o critério mais importante é a significância prática dos carregamentos, não a ênfase estatística. (HAIR *et al*, 2005).

A segunda sugestão é mais conservadora que a anterior e refere-se ao nível de significância para a interpretação do fator de carregamento. É visto na literatura que fatores de carregamento apresentam desvios padrões consideráveis, tanto quanto típicas correlações e, portanto, em sua determinação, devem ser considerados níveis restritos. Hair *et al* (2005) apresentam uma tabela com níveis restritos para servir de guia de estudos com fatores de carregamento significantes.

Tabela 2: Guia para identificar fatores de carregamento significantes baseados em tamanho da amostra (Fonte: Hair *et al*, 2005)

Fator de Carregamento	Tamanho de Amostra Necessária para Significância
0,30	350
0,35	250
0,40	200
0,45	150
0,50	120
0,55	100
0,60	85
0,65	70
0,70	60
0,75	50

A terceira sugestão de Hair *et al* (2005) diz que o número de variáveis inicialmente analisadas é também importante na decisão sobre quais fatores de carregamento são significantes. Deste modo, o pesquisador pode ajustar o número de variáveis para tornar os fatores mais significantes.

3.6. ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA RELATIVA

O Índice de Importância Relativa (IIR) é uma ferramenta que pode ser empregada na análise de dados de questionários que utilizam a escala Likert. Ela é, segundo Brito; Ferreira (2015), um meio que possibilita a hierarquização dos quesitos avaliados em uma grandeza que pode variar entre 0 e 1, visando estabelecer um *ranking* entre eles.

O Índice de Importância Relativa (IIR) é definido pela equação:

$$(IIR) = \frac{\sum P}{A \times N}$$

$$0 \leq IIR \leq 1$$

Onde:

P = Peso dado para cada elemento pelos participantes, variando entre 1 e 5 na Escala Likert empregada no questionário, sendo 1 o grau menos significativo, e 5 o grau mais significativo;

A = Maior peso, que representa o grau mais significativo, neste caso de valor 5; e

N = Total da amostra (105 entrevistados).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. VALIDAÇÃO E CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO

Para que um questionário seja devidamente elaborado, dois aspectos muito importantes devem ser considerados: sua validade e sua confiabilidade (ALMEIDA; SANTOS; COSTA, 2006).

A validade do questionário foi o primeiro aspecto a ser testado. No que tange à validação do conteúdo, foi constatado um valor inferior ao limite máximo aceitável de 10% de perguntas não respondidas ou não entendidas. No que se refere à validação do constructo, foi realizada uma análise fatorial em cada fator de risco presente no questionário com o objetivo de avaliar uma eventual necessidade de um novo agrupamento dos riscos de ordem técnica.

Como, na determinação dos grupos de afirmativas, a pesquisa foi estabelecida com o objetivo de encontrar um número mínimo de fatores representativos entre o conjunto de variáveis observadas, foi utilizada uma abordagem exploratória para a análise fatorial.

Na interpretação das cargas encontradas foi utilizada a primeira sugestão de Hair (2005), que considera significativos os carregamentos superiores a 0,50. Os carregamentos superiores a 0,30, que eventualmente encontrem-se abaixo de 0,50, são passíveis de serem utilizados após uma análise cuidadosa por parte do pesquisador, devendo ser estudados de forma mais aprofundada. Caso alguma assertiva possuísse valor menor que 0,30, esta deveria ser diretamente desconsiderada para as próximas análises, de forma a garantir maior confiabilidade das mesmas.

Para verificar a validade da aplicação da análise fatorial para as variáveis escolhidas, foram realizados os testes de KMO e Bartlett. De um modo geral, os valores obtidos do KMO foram maiores que 0,5, indicando que a realização da análise fatorial é apropriada. O teste de Bartlett foi considerado altamente significativo, com p-valores menores que 0,001, confirmando a adequação da análise.

Para a estimativa da confiabilidade do questionário aplicado na pesquisa foi executado o teste de Alfa de Cronbach. Este apresenta uma correlação média entre as perguntas do questionário, medindo a correlação entre as respostas obtidas a partir de sua análise. O coeficiente α é calculado com base na variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010). No presente estudo, o alfa de Cronbach possui um valor de 0,981, atendendo ao critério mínimo estipulado. É possível concluir que a confiabilidade do questionário para o número de respondentes é excelente, e que houve uma boa interpretação das perguntas.

4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Após a coleta e tabulação dos dados obtidos com a aplicação do questionário, foi possível calcular as médias dos resultados, considerando os valores atribuídos às respostas pela escala Likert. O valor médio reflete o grau de importância de cada um dos fatores que caracterizam o risco técnico para os profissionais da área. As médias dos riscos envolvidos em cada fator estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 3: Médias dos Riscos de Ordem Técnica obtidas a partir do questionário

Fatores de Risco	Consequências	Média	Desvio Padrão
Pouca experiência da equipe projetista	9.1.1 Erros no projeto materialmente realizado	4,16	0,986
	9.1.2 Atrasos no cronograma de realização do projeto	4,16	0,911
	9.1.3 Aumentos nos custos do projeto	4,22	0,891
	9.1.4 Perdas humanas na obra, devido à erros produzidos por falhas no projeto	3,81	1,180
	9.1.5 Perdas materiais na obra, devido à erros produzidos por falhas no projeto	4,18	0,941
Deficiências e falhas de comunicação entre as partes envolvidas	9.2.1 Prejuízos no projeto	4,13	0,870
	9.2.2 Erros ao projeto de qualquer espécie	4,08	0,916
	9.2.3 Conflitos entre partes envolvidas no projeto	4,16	0,843
	9.2.4 Atrasos no cronograma de realização do projeto	4,13	0,813
	9.2.5 Danos à imagem	4,04	0,906
Atrasos na aprovação do projeto	9.3.1 Atrasos no cronograma de realização do projeto	4,08	0,862
	9.3.2 Aumentos nos custos do projeto	3,98	0,988
	9.3.3 Cancelamento do projeto	3,53	1,042
Erros de Projeto	9.4.1 Atrasos no cronograma de realização do projeto	4,15	0,809
	9.4.2 Aumentos nos custos do projeto	4,13	0,870
	9.4.3 Perdas materiais	4,11	0,900
	9.4.4 Perdas humanas na obra	3,65	1,131
	9.4.5 Prejuízos	4,16	0,871
	9.4.6 Danos à sua imagem afetada por produzir a obra com erros de projeto	4,13	0,923
Sucessivas alterações no projeto	9.5.1 Atrasos no cronograma de realização da obra	4,32	0,711
	9.5.2 Aumentos nos custos do projeto	4,33	0,697
	9.5.3 Conflitos entre partes envolvidas no projeto	4,21	0,874
	9.5.4 Danos à sua imagem afetada por produzir a obra abaixo do seu padrão de qualidade	4,07	0,949
	9.5.5 Prejuízos	4,18	0,759

Informações de projeto incompletas	9.6.1 Atrasos no cronograma de realização da obra	4,12	0,714
	9.6.2 Aumentos nos custos do projeto	4,18	0,759
	9.6.3 Conflitos entre partes envolvidas no projeto	4,08	0,820
	9.6.4 De ter sua imagem afetada por produzir a obra abaixo do seu padrão de qualidade	3,96	0,892
Elevada complexidade do projeto	9.7.1 Erros no projeto materialmente realizado.	3,93	0,936
	9.7.2 Atrasos no cronograma de realização do projeto.	3,81	0,994
	9.7.3 Aumentos nos custos do projeto.	3,89	1,012
	9.7.4 Perdas humanas na obra.	3,58	1,148
	9.7.5 De ter sua imagem afetada por produzir a obra abaixo do seu padrão de qualidade.	3,52	1,109
	9.7.6 Perdas materiais na obra.	3,65	1,055
Deficiências nas informações necessárias a elaboração da proposta	9.8.1 Prejuízos ao projeto por falta de informação sobre detalhes importantes para a elaboração da proposta da obra que está sendo contratada.	3,96	0,919
	9.8.2 Atrasos no cronograma de realização do projeto.	4,15	0,809
	9.8.3 Aumentos nos custos do projeto.	4,16	0,800
	9.8.4 Erros no projeto materialmente realizado.	4,16	0,738
Falta de experiência em projetos semelhantes	9.9.1 Erros no projeto materialmente realizado.	4,05	0,815
	9.9.2 Atrasos no cronograma de realização do projeto.	3,98	0,859
	9.9.3 Aumentos nos custos do projeto.	3,98	0,873
	9.9.4 Perdas humanas na obra.	3,78	1,062
	9.9.5 De ter sua imagem afetada por produzir a obra abaixo do seu padrão de qualidade.	3,67	1,106
	9.9.6 Perdas materiais na obra.	3,98	0,873
	9.9.7 Insuficiência de recursos materiais.	3,94	0,891
	9.9.8 Insuficiência de recursos de mão de obra.	3,91	0,895
Riscos de sinistros em pontos críticos da fase de execução	9.10.1 Sinistros em muros de arrimo.	3,78	1,028
	9.10.2 Sinistros por recalques nas fundações.	3,85	0,958
	9.10.3 Sinistros por travamento inadequado dos pilares.	3,80	0,973
	9.10.4 Sinistros por falta de junta de dilatação e movimentação.	3,74	1,002
	9.10.5 Sinistros por falhas em formas e escoramentos.	3,81	1,041
	9.10.6 Sinistros por erros no lançamento do concreto.	3,72	1,019
	9.10.7 Sinistros devido a erros na cura do concreto.	3,84	0,974
	9.10.8 Sinistros devido à corrosão do aço.	3,64	1,045
	9.10.9 Sinistros devido fissuras no concreto armado.	3,69	0,988
	9.10.10 Sinistros em estruturas metálicas.	3,75	1,011
	9.10.11 Sinistros em estruturas de madeira para cobertura.	3,71	1,033
Riscos em obras de recuperação ou de reforma sucessivas	9.11.1 Incêndios.	3,72	0,959
	9.11.2 Sinistros por escavações, aterros e tratamento inadequado dos taludes.	3,89	0,887
	9.11.3 Sinistros por presença de águas (minas, vazamentos, infiltrações).	3,88	0,851
	9.11.4 Sinistros de rebaixamento do lençol freático.	3,87	0,870
	9.11.5 Danos a outras edificações na execução de estacas.	3,84	0,884

Na Figura 2 são apresentadas as médias de cada um dos fatores envolvidos na análise.

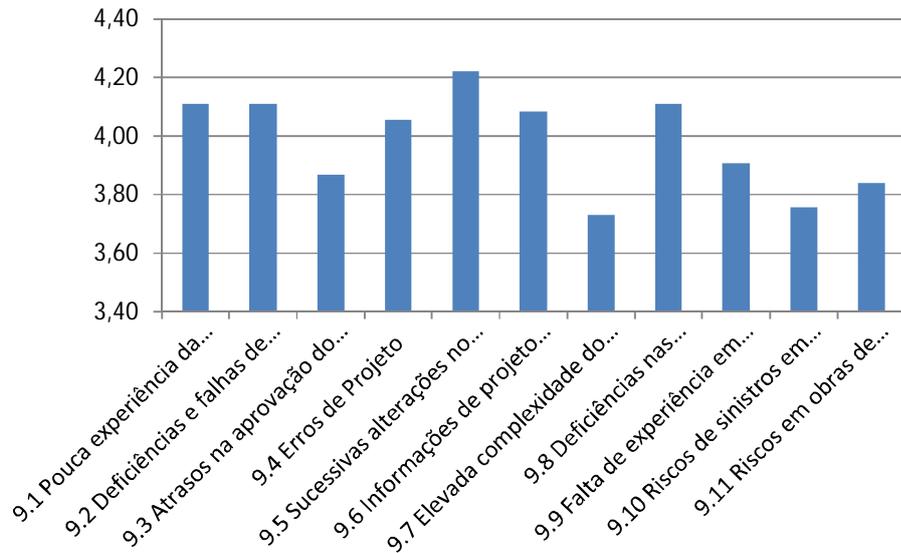


Figura 2: Média dos resultados obtidos para os fatores de risco de ordem técnica (Fonte: os autores)

Com os resultados obtidos a partir do questionário, foi possível também efetuar o cálculo do Índice de Importância Relativa, conforme a metodologia descrita. Os valores de cada IIR calculado estão representados na Figura 3.

Com os Índices de Importância Relativa em mãos, foi possível construir o ranking de importância de cada um dos fatores que compõem o risco de ordem técnica em empreendimentos de construção civil. Este ranking está representado na Tabela 3.

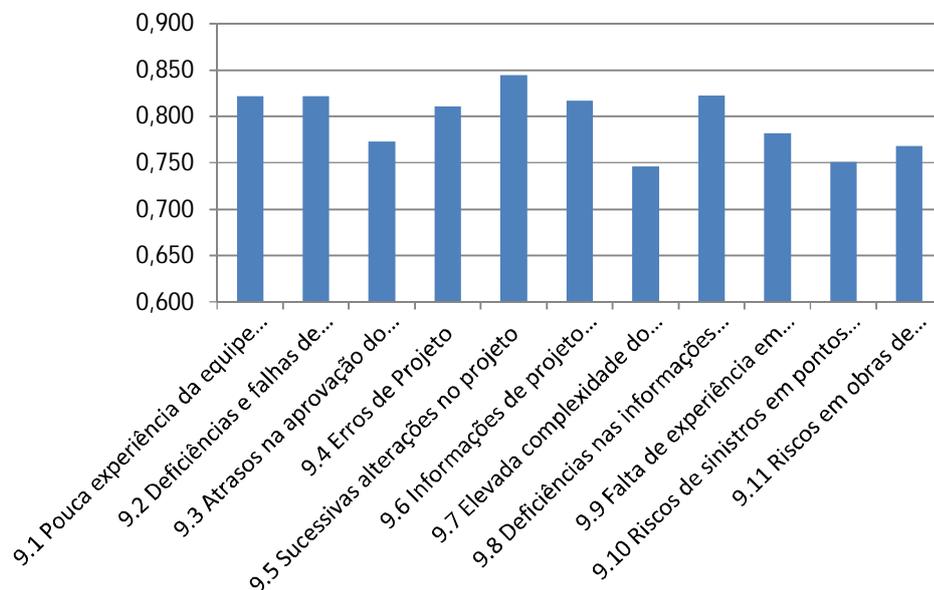


Figura 3: Índices de Importância Relativa obtidos para os fatores de risco de ordem técnica (Fonte: os autores)

Tabela 3: Médias e Índices de Importância Relativa dos fatores de risco (Fonte: os autores)

Ranking	Fatores de Risco	Média	IIR
1°	9.5 Sucessivas alterações no projeto	4,22	0,844
2°	9.1 Pouca experiência da equipe projetista	4,11	0,822
2°	9.2 Deficiências e falhas de comunicação entre as partes envolvidas	4,11	0,822
2°	9.8 Deficiências nas informações necessárias a elaboração da proposta	4,11	0,822
5°	9.6 Informações de projeto incompletas	4,09	0,817
6°	9.4 Erros de Projeto	4,05	0,811
7°	9.9 Falta de experiência em projetos semelhantes	3,91	0,782
8°	9.3 Atrasos na aprovação do projeto	3,87	0,773
9°	9.11 Riscos em obras de recuperação ou de reforma sucessivas	3,84	0,768
10°	9.10 Riscos de sinistros em pontos críticos da fase de execução	3,76	0,751
11°	9.7 Elevada complexidade do projeto	3,73	0,746

Neste *ranking*, é possível perceber que o fator que possui maior importância na análise do risco de ordem técnica por parte dos profissionais é a alteração nos projetos quando realizadas de forma sucessiva, com um Índice de Importância Relativa (IIR) de 0,844.

Segundo Fang *et al* (2004), é comum que alterações no projeto sejam solicitadas com a construção já em andamento, o que acarreta em um aumento significativo dos custos. Como é difícil para as construtoras recuperar os gastos extras referentes a essas mudanças através de pleitos, estes riscos são bastante considerados na preparação da proposta.

Empatados em segundo lugar no *ranking*, com um IIR de 0,822, estão os fatores relacionados à pouca experiência da equipe projetista, deficiências e falhas de comunicação entre as partes envolvidas, e deficiências nas informações necessárias a elaboração da proposta.

As falhas na comunicação entre as partes envolvidas e as deficiências nas informações necessárias a elaboração da proposta possuem uma mesma causa raiz, a falha no fluxo de informações. De acordo com Bing e Tiong (1999), é importante manter um bom relacionamento entre as partes, evitando conflitos que possam comprometer a comunicação entre contratante e construtora. Ainda, a falta de informações disponíveis no caso de projetos executados em diferentes países é difícil por conta da diferença de idiomas, além da distância, o que segundo Gad *et al* (2011) torna o gerenciamento de riscos crucial.

A pouca experiência da equipe projetista, segundo Gad *et al* (2011), reflete-se principalmente no que se refere ao conhecimento da legislação e dos códigos de construção dos diferentes lugares, o que possibilita a execução de projetos que não atendem à legislação de onde ela está inserida, podendo causar sérios problemas de licenciamento posteriormente. Este fator é considerado de risco elevado também pelo fato do projeto normalmente não ser

executado no mesmo local da construção. Deste modo, o projetista não tem contato com a execução e os possíveis problemas e interferências, de modo que existe a possibilidade de que os mesmos erros sejam propagados em projetos semelhantes antes que sejam corrigidos.

Com relação aos fatores que recebem menor importância, tem-se em penúltimo lugar os riscos de sinistros em pontos críticos da fase de execução, com IIR de 0,751, e em último a elevada complexidade do projeto, com um IIR de 0,746.

A menor importância dada ao risco associado a projetos de elevada complexidade pode ser explicada pelo tamanho das construtoras brasileiras, que permite que elas executem os mais variados projetos, de complexidade variável. Sendo assim, elas possuem uma vasta experiência, com projetos complexos já executados anteriormente com sucesso, de modo que elas julgam-se capazes de executar novos projetos, seja da complexidade que for. No caso de empresas menores, cada uma delas é especializada em certos tipos de projeto, focando apenas neles, com poucas variações, de maneira que esta não deve ser uma preocupação constante. O baixo IIR obtido para o fator que se refere à falta de experiência em projetos semelhantes, que encontra-se na metade inferior do *ranking* elaborado, corrobora este argumento.

No que se refere aos riscos de sinistros em pontos críticos da fase de execução, Marcelli (2007) cita que em alguns casos são adotadas soluções de desempenho duvidoso, por mostrarem-se mais vantajosas em termos de custo e prazo mesmo não sendo as mais recomendadas à situação proposta. Isto se deve ao fato de certos profissionais julgarem-se experientes e competentes o suficiente para assumirem a execução das soluções propostas, com o argumento de já terem executado outras obras daquela mesma maneira, o que pode justificar uma menor preocupação com eventuais sinistros.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho procurou identificar os principais fatores que caracterizam os Riscos de Ordem Técnica em empreendimentos de construção civil, avaliando quais deles estão recebendo maior atenção das construtoras em suas atividades. Para isso, foi inicialmente realizada uma revisão bibliográfica a respeito do tema, buscando um conceito para risco na literatura e procurando saber como ele pode ser gerenciado em empreendimentos de construção civil, a partir do conhecimento dos principais fatores de risco existentes.

A partir desta revisão, foi desenvolvido e aplicado um questionário fechado do tipo *Survey* como instrumento para avaliação destes aspectos, verificando-se que o mesmo é válido e confiável. Com estas informações, foi possível utilizar os resultados do questionário para o cálculo do Índice de Importância Relativa de cada um dos fatores que compõem o risco de ordem técnica, ordenando-os conforme sua importância para a indústria da construção civil.

Em relação aos riscos de ordem técnica, verificou-se que as questões relativas ao projeto são as que possuem risco mais acentuado para os empreendimentos de construção civil. Condicionar o início da construção a um projeto bem executado e consolidado é fundamental para minimizar os riscos de aumento de custo e prazo do empreendimento em função de mudanças sucessivas. Além disso, já que o projeto em geral não é executado no mesmo local que a construção, uma comunicação eficaz pode ser o diferencial para mitigação dos riscos que este fato impõe. Esta é uma particularidade da construção civil que também impacta nos riscos que se referem à comunicação entre os atores envolvidos, também vistos pelos profissionais como de alta importância.

Já no que se refere aos fatores de risco com valores menores, foram observadas questões referentes ao risco de sinistros em pontos críticos da fase de execução e à eventual

elevada complexidade do projeto. Os profissionais do mercado avaliam-se como competentes e experientes, julgando-se capazes de executar projetos de variados níveis de complexidade, e então os riscos envolvidos são menos considerados. Esta autoconfiança também reflete na menor consideração de eventuais sinistros que podem ocorrer na fase de execução.

Nota-se ainda que os valores médios levantados para cada fator de risco são altos, todos acima de 3,5 em uma escala que vai de 1 a 5, sendo que a maioria deles apresenta valores maiores que 4. Conclui-se que, embora alguns fatores de risco sejam considerados em maior escala que outros, todos são motivo de atenção por parte dos profissionais, para que os riscos de ordem técnica associados a empreendimentos de construção civil sejam mínimos, reduzindo os impactos no custo, prazo e qualidade dos projetos que eles podem gerar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Diogo; SANTOS, Marco Aurélio Reis dos; COSTA, Antônio Fernando Branco. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, p. 2-12, 2010.
- ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- ANDRADA, Bruno Lima Caldeira De. **Análise da legalidade e economicidade dos custos indiretos de extensão de prazo e de permanência em contratos de obras públicas decorrentes de prorrogação do prazo de execução do contrato**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense.
- BARRETO, Felipe; ANDERY, Paulo. Caracterização da concepção de projetos em incorporadoras sob a ótica da gestão de riscos. **ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO-XV ENTAC, Maceió**, 2014.
- BING, Li; TIONG, Robert LK. Risk management model for international construction joint ventures. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 5, p. 377-384, 1999.
- DE BRITO, Douglas Malheiro; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.
- BYRD, T. A. e TURNER, D. E. *An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage*, Elsevier Science B.V., 2001.
- CARDOSO, Rodolfo. **Impacto das práticas-chave de melhoria da gestão (PCMG) no desempenho organizacional: Uma metodologia de avaliação**. Dissertação de Mestrado em Sistemas e Computação, IME, Rio de Janeiro: 2001.
- DA HORA, Henrique Rego Monteiro; MONTEIRO, Gina Torres Rego; ARICA, José. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, 2010.
- FANG, Dongping *et al.* Risks in Chinese construction market—Contractors' perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 6, p. 853-861, 2004.
- FIELD, Andy. **Factor Analysis using SPSS**. 2.ed. London: Sage, 2005.
- FIGUEIREDO, Gonçalo Sardinha; SANTA CATARINA, Artur. Análise de riscos: identificação e descrição dos riscos no desenvolvimento de um empreendimento imobiliário na visão de um investidor não gestor. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 8, n. 15, p. 01-16, 2016.
- FORTUNATO, TLR. **Modelo de Gestão de Risco em Obras de Escavação de Túneis em Rocha**. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.
- FREITAS, Henrique; MOSCAROLA, Jean. Da observação à decisão: métodos de pesquisa e de análise quantitativa e qualitativa de dados. **RAE eletrônica**, v. 1, n. 1, p. 1-29, 2002.
- GAD, Ghada M. *et al.* Analytical framework for the choice of dispute resolution methods in international construction projects based on risk factors. **Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction**, v. 3, n. 2, p. 79-85, 2011.

- GUILHERME, Isabel Maria Amaro. **Gestão de riscos na construção: reparação da doca de recreio das Fontainhas**. 2016. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais.
- HAIR, J., ANDERSON, R., TATHAM, R., BLACK, W. **Multivariate Data Analysis**. Fifth Edition, Ed. Prentice Hall, New Jersey: 2005.
- HAYES, B., **Measuring Customer Satisfaction: Survey Design, Use, and Statistical Analysis Methods**. 2ª Ed. 1997, Milwaukee, Quality Press.
- ISO - International Organization For Standardization. **ISO 31000:2009 - Gestão de riscos: Princípios e diretrizes**. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2009.
- KARTAM, Nabil A.; KARTAM, Saied A. Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. **International journal of project management**, v. 19, n. 6, p. 325-335, 2001.
- LUNKES, R.J. **Controle de gestão estratégico, tático, operacional, interno e de risco**. São Paulo: Atlas, 2010.
- LEHTIRANTA, Liisa. Risk perceptions and approaches in multi-organizations: A research review 2000–2012. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 640-653, 2014.
- LIUKSIALA, A. **The use of Risk Management Standard ISO 21000 in the Finnish Organisations**. Tampere, Kalevantie, Finland, December, 2012
- MARCELLI, Mauricio. Sinistros na construção civil. 1. Ed. **São Paulo: Ed. Pini**, 2007.
- MARCOULIDES, George A. (Ed.). **Modern methods for business research**. Psychology Press, 1998.
- MARKMANN, Christoph; DARKOW, Inga-Lena; VON DER GRACHT, Heiko. A Delphi-based risk analysis—Identifying and assessing future challenges for supply chain security in a multi-stakeholder environment. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 9, p. 1815-1833, 2013.
- MARSHALL, C., **Medindo e gerenciando riscos operacionais em instituições financeiras**, Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.
- MOKGOANTLE, O. J. **Risk Maturity at a Life Insurer**. Master of commerce. Department of Business Management, at the University of Johannesburg 2013.
- NIETO-MOROTE, A.; RUZ-VILA, F. A fuzzy approach to construction project risk assessment. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 29, p. 220-231, 2011.
- NUNNALLY, J. C. **Psychometric theory**. New York: McGraw-Hill Inc. 1967.
- PMI – Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK**. 5ª ed. Pennsylvania: 2013.
- SANTOS, João Alberto Neves Dos; ROLIM, Carlos Augusto. **METODOLOGIA PARA AUTO-AVALIAÇÃO ORGANIZACIONAL—APLICAÇÕES AO SERVIÇO PÚBLICO**. 1999.
- SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira dos *et al.* Gerenciamento de risco na construção civil: teoria x prática. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**. 9., 2015, São Carlos. **Anais... ANTAC**, 2015.
- SILVA, Thalita Cristina Rodrigues; ALENCAR, Marcelo Hazin. Gestão de riscos na indústria da construção civil: proposição de uso integrado de metodologias. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 23., 2013, Salvador. **Anais...**
- SILVA, Vanessa Fernandes. **Análise de risco na construção: Guia de procedimentos para gestão**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.
- TAROUN, A. Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 101-115, 2014.
- ZENG, J; AN, M; SMITH, N. J. Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 589-600, 2007.
- ZHAO, Xianbo; HWANG, Bon-Gang; PHNG, Weisheng. Construction project risk management in Singapore: resources, effectiveness, impact, and understanding. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 18, n. 1, p. 27, 2014.