



UMA ANÁLISE SISTÊMICA DO EXTRACUSTO EM EMPRESAS BASEADAS NA VENDA DE PROJETOS

Iris Jonas Gontijo

irisjonasgontijo@gmail.com
Instituto de Educação Tecnológica
– IETEC, Belo Horizonte, Minas
Gerais, Brasil.

José Luis Braga

zeluisbraga@gmail.com
Instituto de Educação Tecnológica
– IETEC, Belo Horizonte, Minas
Gerais, Brasil.

RESUMO

Fatores que influenciam no risco de extracusto na execução de projetos atraem a atenção de muitos pesquisadores. Porém, cada estudo disponível na literatura foca seus esforços no entendimento de alguns fatores avaliados como relevantes no contexto do problema daquele estudo e, normalmente, sem considerar as interações entre fatores. Esta lacuna de consideração pode levar a conclusões imprecisas sobre os potenciais danos causados pelos problemas que ocorrem ao longo do ciclo de vida do projeto, prejudicando a assertividade no processo de tomada de decisão e representando potencial risco adicional à performance do projeto. O objetivo deste estudo é identificar e integrar, de forma sistêmica, os fatores e respectivas relações causais que influenciam no risco de extracusto de execução em empresas baseadas na venda de projetos. Para tal, realizou-se uma revisão sistemática da literatura (RSL), e as relações entre os fatores identificados foram integradas em um diagrama causal, por meio de uma abordagem sistêmica. Os resultados obtidos podem contribuir para melhor compreensão do complexo sistema que envolve o fenômeno do extracusto e suportar um processo de tomada de decisão mais assertivo. Ao final, apresentam-se algumas limitações e possibilidades de sequência de estudos, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de predição de risco de extracusto, baseado em Redes Neurais Artificiais (RNA).

Palavras-chave: Gerenciamento de projetos; Extracusto; Relações causais; Revisão sistemática da literatura; Redes neurais artificiais.



1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *Pulse of the Profession® - Success in Disruptive Times* (PMI®, 2018), em tempos disruptivos, o controle de custos e a redução de riscos são elementos essenciais para aumentar a entrega de valor dos projetos.

Considerando uma visão de alto nível, existe uma significativa semelhança entre os aspectos envolvidos no desenvolvimento de projetos. Isso contribui para que boas práticas de gerenciamento sejam aplicadas de forma abrangente em empreendimentos, tanto públicos quanto privados (PMI®, 2017).

A “performance” do projeto depende de ações rápidas e assertivas das figuras-chave que o conduzem. Porém, de acordo com Senge (2012), a assertividade do processo decisório fica comprometida quando os tomadores de decisões não utilizam uma abordagem sistêmica para compreender as múltiplas relações entre os fatores envolvidos no problema. Segundo Sterman (1992), para se entender de forma efetiva o sistema dinâmico do projeto, se faz necessária a aplicação de modelos estruturados que demonstrem as múltiplas relações e impactos que mudanças podem acarretar. Lopes *et al.* (2015) ressaltam que os fatores de risco interagem de forma dinâmica e não linear, dificultando as tomadas de decisões.

Empresas, cujo negócio é a venda de projetos, são aquelas que realizam projetos para outras organizações, seus clientes, mediante acordos comerciais e contratuais que se ajustam ao perímetro do projeto. Para estas empresas, o extracusto, ou seja, a extrapolação do orçamento originalmente previsto para a execução do projeto, é um problema ainda mais relevante, uma vez que elas, como fornecedores, não têm a opção de reavaliar a continuação do projeto, mesmo que ele esteja custando mais que o previsto. Neste aspecto, a elucidação dos fatores que influenciam no extracusto e suas interações pode contribuir para reduzir o risco de sua ocorrência ou a magnitude de seu impacto nos casos onde ele já é presente.

Porém, cada estudo disponível na literatura foca seus esforços no entendimento de alguns fatores avaliados como relevantes no contexto do problema daquele estudo e, normalmente, sem considerar as interações entre fatores. Ahia-ga-Dagbui *et al.* (2017) abordam a fragilidade desta forma de investigação tradicional e sugerem que as pesquisas deste tema evoluam para a busca de relações causais, por meio de um pensamento sistêmico que represente a interação de alto nível entre os múltiplos fatores envolvidos.

Portanto, este estudo tem como objetivo identificar e integrar, de forma sistêmica, os fatores e as respectivas relações causais que influenciam no risco de extracusto de execução em empresas baseadas na venda de projetos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As referências apresentadas nesta seção foram obtidas como resultado da revisão sistemática da literatura (RSL), cujo processo é detalhado na seção “metodologia”, mas estão aqui antecipadas por também integrem o próprio referencial teórico.

Fatores que influenciam no risco de extracusto

A Figura 1 contém o resumo dos 27 fatores identificados, segundo os autores que os estudaram.

A Figura 2 representa um gráfico com o número de estudos que abordam cada fator. Ressalta-se que a frequência de estudos envolvendo um fator não determina isoladamente sua relevância. Neste sentido, a interpretação da figura evidencia fatores em que as pesquisas são ainda escassas, representando potencial para futuros estudos.

Relacionamento entre fatores que influenciam no risco de extracusto

Apresentam-se a seguir as elucidações básicas dos pesquisadores sobre os relacionamentos entre fatores por eles estudados. O desbalanceamento na quantidade de estudos se reflete também nesta seção, sendo que alguns fatores contêm mais conteúdo que outros. Esta síntese também pode ser útil como fonte de lições aprendidas e informações complementares, que podem ser encontradas nas consultas dos estudos citados.

Retrabalho

Quanto mais retrabalho ocorrer maior será a dificuldade de manter o cronograma devido ao tempo gasto nas correções (Han *et al.*, 2012; Han *et al.*, 2013; Love *et al.*, 2010; Love *et al.*, 2014; Safapour; Kermanshachi, 2019). A falta de precisão no levantamento de dados de campo para execução do projeto gera retrabalho e coloca em risco o prazo de entrega (Jiayuan; Hongping, 2017). Além disso, quanto maior o risco de retrabalho, maior o risco de extracusto (Adoko *et al.*, 2015; Doloi, 2013; Han *et al.*, 2012; Han *et al.*, 2013; Love *et al.*, 2010, Love *et al.*, 2014; Safapour; Kermanshachi, 2019).

Ademais, a falta de excelência técnica nos desenhos e especificações e a não aplicação de métodos e tecnologias de fabricação adequados aumentam a carga de trabalho da equipe (Heravi; Eslamdoost, 2015; Han *et al.*, 2012), além de gerar atrasos no recebimento de materiais (Han *et al.*, 2013). Segundo Bauer e Gann (2007), um elevado índice de falhas pode prejudicar o relacionamento com o cliente, pois ele fica em dúvida se o projeto será realmente concluído com êxito.



FATORES CRITICOS RELACIONADOS DIRETA OU INDIETAMENTE COM RISCO DE EXTRACUSTO																													
Item	Autor e Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
		Retrabalho (Quality issues)	Controle de Escopo	Solicitações de Mudança	Prazo	Relacionamento com o Cliente	Participação Proativa do Cliente	Conhecimento Tácito do Cliente	Performance da Equipe do Projeto	Integração da Equipe do projeto	Autonomia da Equipe do Projeto	Competição por recursos adequados	Alocação Adequada de Recursos	Tempo de Resposta	Workload	Pressão do Sistema	Disponibilidade de Referências	Comunicação efetiva	Envolvimento da alta direção	Experiência do Gerente do Projeto	Desempenho da Equipe Técnica	Experiência do Cliente	Duração do projeto	Motivação	Falta de Materiais	Performance de Fornecedores	Distância do Cliente	Valor do Contrato	
1	Adoko et al. (2015)	X			X																								
2	Anastasopoulos et al. (2010)			X																			X						X
3	Anvuur e Kumaraswamy (2016)								X	X	X										X								
4	Bergerud (2012)					X								X															
5	Bonghez (2013)					X						X	X	X							X								
6	Castro-Lacouture et al. (2009)				X							X														X			
7	Cerpa; Verner (2009)				X	X			X				X			X					X	X		X					
8	Cervone (2014)					X													X										
9	Chang Lee et al. (2009)			X		X	X	X				X	X	X			X			X	X		X	X					
10	Cheng et al. (2009)								X				X																
11	Doloi (2013)	X							X	X			X						X						X	X			
12	Forcada et al. (2017)	X																									X	X	
13	Gudienė et al. (2014)								X				X								X		X						X
14	Günsel e Açıkgöz (2013)									X	X																		
15	Han et al. (2012)	X			X				X						X									X					
16	Han et al. (2013)	X			X											X										X			
17	Heravi; Eslamdoost (2015)	X							X	X			X		X					X				X	X				
18	Jiayuan Wang; Hongping Yuan (2017)	X		X	X				X		X					X				X	X								
19	Kang et al. (2013)	X	X		X				X																				
20	Kiani Mavi; Standing (2018)																		X	X									
21	Ko; Chung (2014)	X			X				X																				
22	Li; Taylor (2014)	X			X				X																				
23	Love et al. (2010)	X		X	X													X			X	X							
24	Love et al. (2014)	X			X																								
25	Masudifar; Fardad (2013)		X	X		X															X								
26	Meier (2010)				X	X															X	X							
27	Olaniran et al. (2015)	X											X			X		X					X						X
28	Ozorhon e Karahan (2017)											X	X							X	X								
29	Paul et al. (2016)								X	X											X				X				
30	Qianqian JU et al. (2017)				X					X																	X		
31	Rojas (2013)								X				X											X	X				
32	Safapour; Kermanshachi (2019)	X			X								X								X								
33	Tennant et al. (2011)				X	X				X					X									X					
34	Vargas (2015)					X																	X				X	X	
35	Yang et al. (2010)					X																							
	Total Autores	14	2	5	15	10	1	1	13	7	3	4	11	3	3	4	1	5	3	10	5	4	4	6	5	2	2	5	

Figura 1. Resumo de fatores que influenciam no risco de extracusto

Fonte: Os próprios autores.

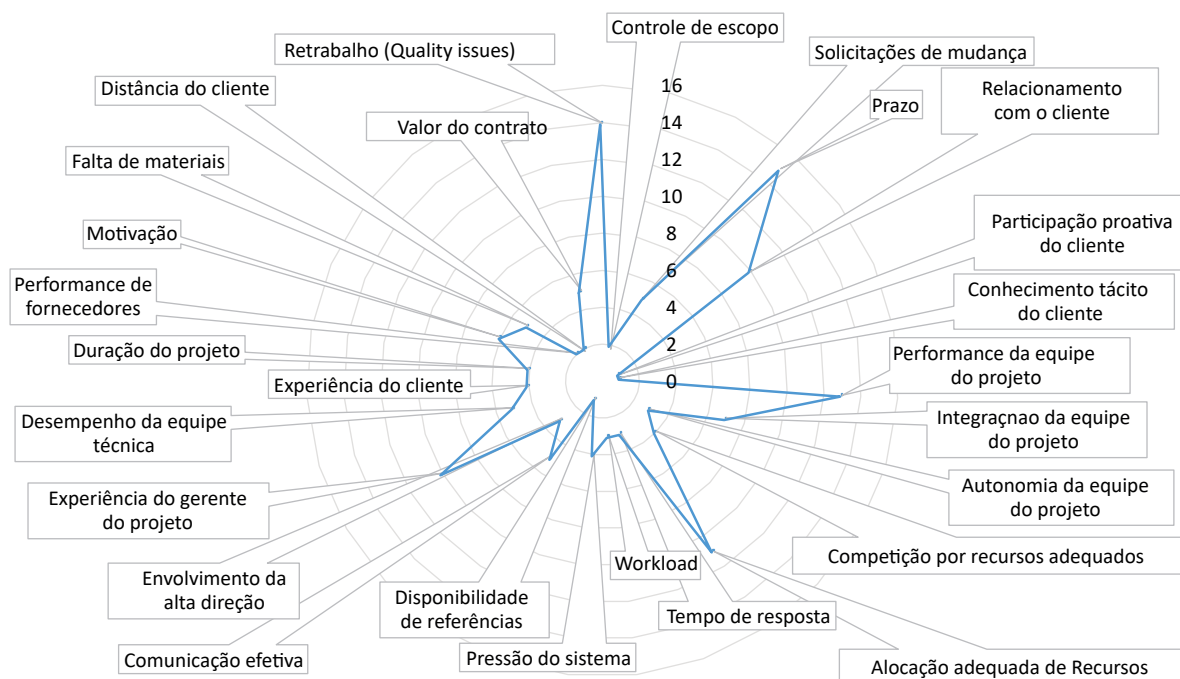


Figura 2. Número de citações por fator relacionado ao extracusto

Fonte: Os próprios autores.

Controle de escopo

Como este processo está relacionado a identificar e controlar o que está dentro ou fora do perímetro do projeto, quanto melhor o controle de escopo, menor o risco de retrabalho para realinhamento de tarefas ao perímetro de fornecimento (PMI[®], 2017) e menor o risco de gastos extras para corrigir tarefas não aderentes ao escopo (PMI[®], 2017; Kang *et al.*, 2013).

Solicitações de mudança

Solicitações de mudança aumentam o risco de prazo e quanto mais avançado estiver o projeto maior será o impacto (Jiayuan; Hongping, 2017). Do mesmo modo, solicitações de mudança aumentam o risco de retrabalho (Love *et al.*, 2010) e a carga de trabalho da equipe do projeto (Bayer; Gann, 2007). Ainda neste contexto, quanto mais solicitações de mudança ocorrem mais difícil será controlar o escopo. Solicitações de mudança devem ter seu impacto avaliado em um sistema integrado de controle de mudanças, a fim de não perder o controle do projeto e sua lucratividade (Masudifar; Fardad, 2013).

Prazo

A dificuldade no relacionamento com o cliente aumenta à medida que este percebe o risco de ser impactado pelos

problemas de cronograma (O'Connor *et al.*, 2016). Além disso, quanto maior o risco de prazo, maior o risco de extracusto devido a ações complementares para reajustar o cronograma do projeto (Adoko *et al.*, 2015; PMI[®], 2017) e maior a pressão do sistema (Bayer; Gann, 2007; Han *et al.*, 2013). Neste aspecto, quanto maior o risco de não cumprimento do prazo, maior será a pressão sobre a equipe do projeto para assumir mais atividades, aumentando sua carga de trabalho (Bayer; Gann, 2007; Jiayuan; Hongping, 2017).

Relacionamento com o cliente

O bom relacionamento com o cliente impacta positivamente em sua participação proativa no projeto, contribuindo para a manutenção dos custos previstos (Chang *et al.*, 2009). Além disso, as melhores soluções são implementadas com menos conflitos e mais sucesso, quando elas são conduzidas pelas partes interessadas que sofrerão suas consequências (Voinov; Bousquet, 2010). Em complemento, segundo Meier (2010), o excesso de partes interessadas é um dos fatores críticos que pode influenciar no relacionamento com o cliente e levar a atrasos, além de extracusto no projeto.

Participação proativa do cliente e conhecimento tácito do cliente

A participação do cliente no projeto o torna mais flexível em relação às soluções adotadas, reduzindo o risco de



solicitações de mudança (Chang *et al.*, 2009). Portanto, o conhecimento tácito do cliente, ou seja, conhecer as expectativas intrínsecas e a forma de pensar e agir do cliente, contribui para reduzir o risco de retrabalhos, melhorando a performance do projeto (PMI[®], 2017; Voinov; Bousquet, 2010). Além disso, quanto maior o histórico de relacionamento com o cliente, menor o risco de desvios que possam impactar na performance (Chang *et al.*, 2009).

Performance da equipe do projeto

Quanto melhor a performance da equipe do projeto, menor é o risco de atrasos no desenvolvimento do projeto (Gudiené *et al.*, 2014; Tennant *et al.*, 2011). Segundo Kang *et al.* (2013), o uso de “boas práticas” de planejamento ajuda na performance da equipe em relação aos prazos e redução de retrabalhos dos projetos. Especificamente sobre o desenvolvimento de engenharia, Jiayuan e Hongping (2017), Ko e Chung (2014) e Li e Taylor (2014) ressaltam que a baixa performance na gestão desta atividade gera significativos atrasos, retrabalhos e extracusto para o projeto.

Segundo o PMI[®] (2017), a performance da equipe tem impacto fundamental no resultado do projeto. Uma equipe com boa performance tende a controlar melhor o escopo do projeto, além de conquistar credibilidade e reputação, contribuindo para o melhor relacionamento com o cliente. O PMI[®] (2017) também ressalta que o risco de retrabalho e o risco de prazo são maiores em projetos mal gerenciados. Além disso, atividades sem valor agregado, como retrabalhos e desdobramentos provocados por erros, podem ser reduzidos se o projeto for bem planejado, executado, monitorado e controlado (Han *et al.*, 2012).

De acordo com o relatório “*Success in disruptive times: Expanding the value delivery landscape to address the high cost of low performance*” (PMI[®], 2018), as habilidades e a performance dos profissionais de projetos serão cada vez mais determinantes em cenários disruptivos, não somente para atingir resultados dos projetos, mas também para obter vantagens competitivas da própria disrupção. O relatório apresenta, ainda, que empresas campeãs percebem o valor estratégico em investir no desenvolvimento dos talentos da equipe do projeto.

Integração da equipe do projeto

O trabalho em equipe é fator essencial para o êxito do projeto. Quanto mais integrada é a equipe do projeto, melhor é sua performance (Doloi, 2013; PMI[®], 2017). Neste sentido, o clima e a coesão entre os integrantes da equipe do projeto influenciam positivamente na realização das atividades (Anvuur; Kumaraswamy, 2016; Paul *et al.*, 2016). Além

disso, a falta de valores comuns, em uma limitada visão de como uma disciplina afeta outras, gera conflito de interface, afetando a efetividade da equipe e do projeto (Anvuur; Kumaraswamy, 2016).

Neste sentido, a coordenação entre as partes executantes previne interferências e congestionamentos, sendo um fator positivo na produtividade e na performance do projeto (Heravi; Eslamdoost, 2015; Tennant *et al.*, 2011). Ainda, segundo Günsel e Açıkgöz (2013), a sinergia entre os membros da equipe pode melhorar a performance e encurtar a duração do projeto.

A satisfação do cliente está diretamente relacionada à integração da equipe (Tennant *et al.*, 2011). Uma das explicações para isto é que a integração da equipe contribui para maior eficácia na solução de problemas, além do alinhamento da comunicação na gestão do relacionamento com as partes interessadas (PMI[®], 2017).

Autonomia da equipe do projeto

A performance da equipe depende também da autoridade formal que lhe é concedida para tomada de decisões no dia a dia do projeto. Aliás, autoridade e processo decisório centrados na equipe do projeto ajudam a melhorar o relacionamento com o cliente, que valoriza interlocutores mais autônomos (PMI[®], 2017).

Além disso, a autonomia concedida aos integrantes da equipe contribui para melhorar o clima do time e sua performance (Anvuur; Kumaraswamy, 2016). Na mesma direção, Günsel e Açıkgöz (2013) indicam que a liberdade dada aos membros da equipe para desempenharem suas funções e cumprirem seus deveres e responsabilidades nos projetos resulta em melhor desempenho.

Competição por recursos adequados

A disponibilidade de pessoal qualificado, bem como recursos de tecnologia da informação para alocação nos projetos, é um quesito essencial em qualquer organização para obter resultados de melhor desempenho (Ozorhon; Karahan, 2017). Em contrapartida, a limitada disponibilidade de recursos, como trabalhadores qualificados, máquinas e equipamentos, geram problemas de alocação, afetando negativamente a performance (Castro-Lacouture *et al.*, 2009).

Quanto maior o número de pessoas qualificadas disponíveis para o projeto, melhor será a performance e resultado (Olaniran *et al.*, 2015). Em contrapartida, a falta de recursos-chave compromete a qualidade e o resultado geral (Bayer; Gann, 2007; Gudiené *et al.*, 2014; Joglekar; Ford, 2005). Nes-



te sentido, segundo Kerzner e Saladis (2009), é necessário que o gerente de projetos entenda o negócio como um todo, a fim de orientar o processo decisório com foco na criação de valor, não somente do resultado imediato e isolado do projeto. Portanto, forçar a apropriação sempre dos melhores recursos é uma demonstração de inabilidade gerencial.

Alocação adequada de recursos

A adequada alocação de recursos, o dimensionamento da equipe, sua composição e a presença de habilidades adequadas impactam positivamente na produtividade e performance (Heravi; Eslamdoost, 2015; Rojas, 2013; Safapour; Kermanshachi, 2019). Ainda, segundo Doloi (2013), as competências técnicas da equipe devem ser alinhadas com a dimensão e complexidade do projeto.

A alocação tardia de recursos é um dos principais fatores de fracasso nos projetos. Adicionar força de trabalho em um projeto atrasado o atrasará mais ainda. Tal princípio é conhecido como “Lei de Brooks” (Cerpa; Verner, 2009). Além disso, segundo o Guia PMBOK® (PMI®, 2017), a participação dos membros da equipe, ainda na fase de planejamento, resulta em maior assertividade do plano e fortalece o compromisso com o projeto. Porém, segundo Joglekar e Ford (2005), quanto maior o risco de extracusto, maior é a pressão por ações de contenção de custo, reduzindo ou atrasando a alocação de recursos-chave.

Conforme Chang *et al.* (2009), a alocação adequada de recursos tem efeito positivo no relacionamento e participação do cliente no projeto. Uma adequada infraestrutura de trabalho no local de instalação do projeto melhora a produtividade e performance (Heravi; Eslamdoost, 2015). Ainda sobre a aplicação de recursos, Cheng *et al.* (2009) defendem que aplicar ferramentas com recursos de inteligência artificial pode ajudar a melhorar a performance da equipe em relação à tomada de decisão.

Tempo de resposta e carga de trabalho (“Workload”)

Quanto mais tempo o cliente aguarda para a solução de demandas ou problemas, mais insatisfeito ele ficará (Chang *et al.*, 2009). Segundo Bergerud (2012), a dificuldade em agrupar informações e dados do projeto em tempo adequado prejudica a performance da equipe e a relação com o Cliente. Além disso, procedimentos complexos de aprovação e a burocracia para autorização impactam na performance, aumentando o risco de prazo do projeto (Jiayuan; Hongping, 2017).

Quanto mais sobrecarregada estiver a equipe do projeto, pior sua produtividade e performance (Bayer; Gann, 2007; Heravi; Eslamdoost, 2015; Jiayuan; Hongping, 2017). Além

disso, a exaustão devido ao excesso de carga de trabalho prejudica a motivação da equipe (Han *et al.*, 2012; Houston *et al.*, 2001).

Pressão do sistema e motivação

A elevada pressão para cumprimento de prazos prejudica a performance da equipe, gerando perda de produtividade e aumento de retrabalho (Bayer; Gann, 2007; Houston *et al.*, 2001). Sob pressão para concluir a entrega, a equipe tende a focar mais em prazo em detrimento do custo, aumentando o risco de extracusto (Olaniran *et al.*, 2015). E, segundo Ahia-ga-dagbui *et al.* (2017), o simples fato de a equipe do projeto sinalizar o risco de extracusto já é suficiente para aumentar o nível de estresse e pressão do sistema.

A motivação da força de trabalho, por sua vez, tem efeito positivo na produtividade (Han *et al.*, 2012; Heravi; Eslamdoost, 2015; Rojas, 2013). Contudo, pressões para cumprir prazos muito agressivos podem apresentar efeito negativo sobre a equipe, como reduzir sua motivação (Cerpa; Verner, 2009; Houston *et al.*, 2001), além de ser uma condição latente para a geração de erros e consequentes retrabalhos (Han *et al.*, 2013; Houston *et al.*, 2001).

Disponibilidade de referências

Utilizar referências e conhecimentos precedentes ou adquiridos no próprio projeto contribui para reduzir riscos e aprimorar resultados (Chang *et al.*, 2009).

Gerenciar o conhecimento do projeto é o processo de utilizar conhecimentos precedentes ou adquiridos no próprio projeto, para produzir ou aprimorar resultados (PMI®, 2017). Quanto maior a utilização de soluções e conceitos já testados, menor é a expectativa de retrabalhos. Ainda segundo o PMI® (2017), é um equívoco comum considerar que lições aprendidas devem ser registradas somente no final do projeto para uso em projetos futuros. A contribuição do conhecimento tácito na performance do projeto tem sua importância reconhecida neste processo de gerenciamento, que também aborda a necessidade de construção de ambientes favoráveis para que as pessoas compartilhem seu conhecimento em prol do projeto.

Comunicação efetiva

A capacidade de comunicação do time é um dos fatores de sucesso na implementação do projeto. Projetos de grande porte utilizam muitos recursos multidisciplinares que, eventualmente, possuem orientações culturais diferentes e trabalham remotamente. Neste contexto, a comunicação



efetiva é essencial para a correta troca de informações (Olaniran *et al.*, 2015). Além disso, procedimentos de trabalho e linhas de comunicação, claramente definidos, impactam positivamente na performance, levando à redução do risco de retrabalho (Love *et al.*, 2010).

Segundo Doloi (2013), lacunas de comunicação entre cliente e fornecedor, nas várias fases do ciclo de vida do projeto, prejudicam o relacionamento e aumentam o risco de extracusto. Sendo assim, a equipe do projeto deve estabelecer uma forte conexão de comunicação com o cliente a fim de melhor capturar seus requisitos e garantir a performance do projeto (Cervone, 2014; Kiani *et al.*, 2018).

Envolvimento da alta direção

O comprometimento e postura da alta direção em relação ao projeto contribui para a boa performance da equipe e andamento do projeto (Ozorhon; Karahan, 2017), além de apresentar efeito positivo na participação e relacionamento com o cliente (Chang *et al.*, 2009).

Este envolvimento é essencial para que a equipe tenha acesso a recursos adequados, e em tempo correto, para realizar as atividades e atingir os objetivos do projeto (Kiani *et al.*, 2018). Contudo, o envolvimento da alta direção aumenta também o nível de pressão sobre a equipe do projeto (Houston *et al.*, 2001).

Experiência do gerente do projeto

A performance do supervisor na revisão do andamento da atividade apresenta efeito positivo na produtividade da equipe (Gudiené *et al.*, 2014; Heravi; Eslamdoost, 2015; Olaniran *et al.*, 2015; Paul *et al.*, 2016; Tennant *et al.*, 2011). Além disso, do ponto de vista de uma adequada alocação de recursos, a seleção da equipe do projeto é uma das atividades mais críticas realizadas pelo gerente, pois irá influenciar diretamente na performance futura (Bonghez, 2013). Porém, segundo Meier (2010), um gerente inexperiente tem dificuldade em entender os requisitos do projeto. Jiayuan e Hongping (2017) agregam que um gerenciamento pobre e com falhas de estimativas impacta negativamente na performance e aumenta o risco de prazo do projeto.

De acordo com Chang *et al.* (2009), gerentes mais experientes são mais eficazes na gestão do relacionamento com o cliente na medida em que promovem sua maior participação nas decisões e soluções, além do entendimento claro de papéis e responsabilidades. Para Yang *et al.* (2010), o comportamento e necessidades do cliente são situacionais e cabe ao gerente de projetos identificar as particularidades do contexto para melhor atender o cliente.

Desempenho da equipe técnica

A baixa qualificação da equipe afeta largamente a qualidade das atividades, reduzindo a taxa de aprovação, colocando em risco o prazo do projeto (Jiayuan; Hongping, 2017). Além disso, a ineficiência da equipe de engenharia, no uso de recursos de tecnologia da informação e a incapacidade de implantar ações de melhoria na qualidade do produto impactam na performance e têm como consequência o aumento do risco de retrabalhos (Love *et al.*, 2010). Em contrapartida, segundo Safapour e Kermanshachi (2019), uma equipe de projetos mais experiente apresenta melhor performance gerando menos retrabalhos.

De acordo com Meier (2010), pessoas inexperientes em posição de tomada de decisão impactam na performance da equipe e contribuem para risco de extracusto, além de atrasos. Ainda segundo o autor, padrões e processos são importantes, mas a chave do sucesso na performance é ter pessoas tomando boas decisões no dia a dia do projeto.

Experiência do cliente

Clientes mais experientes são mais fáceis para se relacionar, pois conhecem melhor seu papel e suas responsabilidades, além de tornarem-se mais flexíveis em relação às soluções (Chang *et al.*, 2009). Além disso, segundo Gudiené *et al.* (2014), o resultado do projeto é impactado pela clareza e objetividade do cliente, bem como por sua velocidade na tomada de decisão.

Quando o cliente não dedica tempo suficiente com o fornecedor para esclarecer adequadamente os requisitos, pode ocorrer desalinhamento de expectativas. Isso prejudica o relacionamento e aumenta a probabilidade de solicitações de mudança (Cerpa; Verner, 2009). Por outro lado, a excessiva interferência do cliente no desenvolvimento do projeto é contraproduziva ao aumentar retrabalhos (Love *et al.*, 2010).

Duração do projeto

Quanto maior a duração de um projeto, maior a probabilidade de solicitações de mudança de escopo (Anastasopoulos *et al.*, 2010; Chang *et al.*, 2009). Conforme Olaniran *et al.* (2015), essa maior tendência de mudanças está associada ao fato de que projetos são dinâmicos e caracterizados por contínuos desdobramentos.

Falta de materiais

O atraso na entrega de materiais, materiais defeituosos ou equipamentos e ferramentas inadequados prejudicam o



andamento do trabalho (Heravi; Eslamdoost, 2015; Rojas, 2013). Segundo Castro-Lacouture *et al.* (2009), a falta de materiais faz com que atividades que não eram críticas passem a ser, aumentando o risco de prazo e custo do projeto.

Distância do cliente

Em seu estudo, Forcada *et al.* (2017) concluíram que quanto maior a distância entre o escritório central do fornecedor e seu cliente, maior será o risco de retrabalho. Neste estudo, o autor constatou que quanto mais distante está o cliente, maiores são os efeitos de problemas gerenciais e maior a complexidade de coordenação de atividades. O efeito da distância tende a ser mais significativo em projetos internacionais devido a fatores culturais e sócio-políticos.

Performance fornecedores

Segundo Doloi (2013), quanto melhor a performance dos fornecedores, menor o risco de extracusto. O autor ressaltou também que um fraco programa de aquisições e atrasos em fornecedores podem levar à falta de materiais, além de prejudicar a performance do projeto. Neste mesmo sentido, melhorar a performance de fornecedores por meio da gestão de conflitos de interface contribui para reduzir o risco de atraso e de extracusto do projeto (Qianqian *et al.*, 2017).

Valor do contrato

Segundo estudo realizado por Anastasopoulos *et al.* (2010), quanto maior o valor do contrato, maior a ocorrência de solicitações de mudanças. Além disso, quanto maior a dimensão do projeto, maior o número de interfaces, aumen-

tando o risco de falhas na adequada integração das atividades (Gudienė *et al.*, 2014; Olaniran *et al.*, 2015). Este maior risco de retrabalho associado ao valor do contrato é relatado também por Forcada *et al.* (2017), que sugere a realização de futuros estudos mais aprofundados sobre o tema.

Resumo das relações causais entre os fatores

Esta síntese é construída a partir dos relacionamentos elucidados no subitem anterior e serve como suporte para a construção do diagrama causal da seção resultados e discussão. Uma polaridade positiva (+) indica que um aumento na variável de origem (causa) implica aumento na variável por ela afetada (efeito). Um sinal negativo (-) representa uma relação inversa entre as variáveis; ou seja, um aumento na variável de origem implica redução na variável por ela afetada.

A Figura 3 contém as relações de causa e efeito associadas ao risco de prazo. Já as relações de causa e efeito relacionadas ao controle de escopo estão resumidas na Figura 4.

Na Figura 5 está apresentada a síntese das relações de causa e efeito dos fatores relacionados diretamente ao risco de extracusto.

As relações de causa e efeito relacionadas à pressão do sistema estão resumidas na Figura 6.

A Figura 7 contém o resumo das relações de causa e efeito associadas às solicitações de mudanças.

As relações de causa e efeito associadas ao relacionamento com o cliente estão resumidas na Figura 8.

Causa	Efeito	Polaridade	Referência
Performance da Equipe do Projeto	Risco de Prazo	-	Gudienė et al.(2014); Guia PMBOK® (2017); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017); Kang et al.(2013); Ko e Chung(2014); Li e Taylor(2014);Tennant et al.(2011)
Solicitações de Mudança	Risco de Prazo	+	Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017)
Risco de Retrabalho	Risco de Prazo	+	“Han et al.(2012); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017); Love et al.(2010); Han et al.(2013); Love et al.(2014); Safapour e Kermanshachi(2019)”
Performance Fornecedores	Risco de Prazo	-	Qianqian JU et al.(2017)
Falta de Materiais	Risco de Prazo	+	Castro-Lacouture et al.(2009); Heravi e Eslamdoost(2015); Rojas(2013)
Performance Fornecedores	Falta de Materiais	-	Doloi (2013)
Risco de Retrabalho	Falta de Materiais	+	Han et al. (2013)
Indicador de Prazo	Risco de Prazo	-	Relação Lógica

Figura 3. Fatores relacionados ao risco de prazo

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).



Causa	Efeito	Polaridade	Referência
Performance da Equipe do Projeto	Controle de Escopo	+	Guia PMBOK® (2017)
Solicitações de Mudança	Controle de Escopo	-	Masudifar e Fardad(2013)
Indicador de Controle de Escopo	Controle de Escopo	+	Relação Lógica

Figura 4. Fatores relacionados ao controle de escopo

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).

Cause	Effect	Polarity	References
Controle de Escopo	Risco de Extracusto	-	Guia PMBOK® (2017); Kang et al.(2013)
Risco de Retrabalho	Risco de Extracusto	+	Adoko et al. (2015); Doloi(2013); Han et al.(2012); Han et al.(2013); Love et al.(2010); Love et al.(2014); Safapour e Kermanshachi(2019)
Performance Fornecedores	Risco de Extracusto	-	Doloi(2013); Qianqian JU et al.(2017)
Relacionamento com o Cliente	Risco de Extracusto	-	Voinov e Bousquet(2010)
Risco de Prazo	Risco de Extracusto	+	Adoko et al. (2015); Guia PMBOK® (2017);

Figura 5. Fatores relacionados diretamente ao risco extracusto

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).

Cause	Effect	Polarity	References
Risco de Prazo	Pressão do Sistema	+	Bayer e Gann(2007); Han et al.(2013)
Risco de Extracusto	Pressão do Sistema	+	Ahiaga-Dagbui et al.(2017)
Relacionamento com o Cliente	Pressão do Sistema	-	Voinov e Bousquet(2010)
Pressão do Sistema	Risco de Retrabalho	+	Han et al.(2013); Houston et al.(2001)
Envolvimento da alta direção	Pressão do Sistema	+	Houston et al.(2001)

Figura 6. Fatores relacionados à pressão do sistema

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).

Cause	Effect	Polarity	References
Duração do Projeto	Solicitações de mudança	+	Anastasopoulos et al.(2010); Chang Lee et al.(2009); Olaniran et al.(2015)
Valor do Contrato	Solicitações de mudança	+	Anastasopoulos et al.(2010)
Participação Proativa do Cliente	Solicitações de mudança	-	Chang Lee et al.(2009)

Figura 7. Fatores relacionados às solicitações de mudança

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).

Cause	Effect	Polarity	References
Performance da Equipe do Projeto	Relacionamento com o Cliente	+	Guia PMBOK® (2017)
Integração da Equipe do Projeto	Relacionamento com o Cliente	+	Guia PMBOK® (2017); Tennant et al.(2011)
Experiência do Gerente de Projetos	Relacionamento com o Cliente	+	Chang Lee et al.(2009); Masudifar e Fardad(2013); Meier(2010); Yang et al.(2010)
Envolvimento da alta direção	Relacionamento com o Cliente	+	Chang Lee et al.(2009)
Tempo de resposta	Relacionamento com o Cliente	+	Bergerud(2012); Chang Lee et al.(2009)
Comunicação Efetiva	Relacionamento com o Cliente	+	Cervone(2014); Doloi(2013); Kiani Mavi e Standing(2018);
Alocação adequada de Recursos	Relacionamento com o Cliente	+	Chang Lee et al.(2009)
Experiência do Cliente	Relacionamento com o Cliente	+	Cerpa e Verner(2009); Chang Lee et al.(2009); Gudiené et al.(2014); Love et al.(2010)
Relacionamento com o Cliente	Participação Proativa do Cliente	+	Chang Lee et al.(2009)
Autonomia da Equipe do Projeto	Relacionamento com o Cliente	+	Guia PMBOK® (2017)
Indicador de Satisfação Cliente	Relacionamento com o Cliente	+	Relação Lógica
Risco de Prazo	Relacionamento com o Cliente	-	O'Connor et al.(2016)
Risco de Retrabalho	Relacionamento com o Cliente	-	Bayer e Gann(2007)

Figura 8. Fatores relacionados ao relacionamento com o cliente

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).



A Figura 9 contém as relações de causa e efeito relacionadas à performance da equipe.

Por fim, as relações de causa e efeito associadas ao risco de retrabalho estão resumidas na Figura 10.

3. MÉTODO

O método de pesquisa adotado neste estudo é do tipo exploratório, pois busca-se maior familiaridade com o problema. A utilização de técnicas de revisão bibliográfica e pesquisa aplica-se ao utilizar os conhecimentos obtidos para

solucionar problemas existentes de forma prática (Marconi; Lakatos, 2003). Como fluxo de pesquisa, realiza-se uma RSL, identificando-se os fatores e respectivas relações causais. Em seguida, os achados são tabulados e aplicados na construção do diagrama causal, que permite análises estruturais dos relacionamentos entre fatores no sistema.

Revisão sistemática da literatura

A RSL é uma forma estruturada de pesquisa que utiliza métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes sobre determi-

Cause	Effect	Polarity	References
Workload	Performance da Equipe do Projeto	-	Bayer e Gann(2007); Heravi e Eslamdoost(2015); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017)
Workload	Motivação	-	Han et al.(2012); Houston et al.(2001)
Pressão do Sistema	Performance da Equipe do Projeto	-	Bayer e Gann(2007); Houston et al.(2001); Olaniran et al.(2015)
Pressão do Sistema	Motivação	-	Cerpa e Verner(2009); Houston et al.(2001)
Alocação adequada de Recursos	Performance da Equipe do Projeto	+	“Bayer e Gann(2007); Cerpa e Verner(2009); Cheng et al.(2009); Doloi(2013); Joglekar e Ford(2005); Gudiené et al.(2014); Heravi e Eslamdoost(2015); Olaniran et al.(2015); Rojas(2013); Safapour e Kermanshachi(2019)”
Integração da Equipe do Projeto	Performance da Equipe do Projeto	+	Anvuur e Kumaraswamy(2016); Doloi(2013); Günsel e Açikgöz(2013); Guia PMBOK® (2017); Heravi e Eslamdoost(2015); Paul et al.(2016); Tennant et al.(2011)
Solicitações de Mudança	Workload	+	Bayer e Gann(2007)
Risco de Retrabalho	Workload	+	Han et al.(2012); Han et al.(2013); Heravi e Eslamdoost(2015)
Risco de Prazo	Workload	+	Bayer e Gann(2007); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017)
Comunicação Efetiva	Performance da Equipe do Projeto	+	Love et al.(2010); Olaniran et al.(2015)
Envolvimento da alta direção	Performance da Equipe do Projeto	+	Kiani Mavi e Standing(2018); Ozorhon e Karahan(2017)
Competição por Recursos adequados	Alocação adequada de Recursos	-	Castro-Lacouture et al.(2009); Ozorhon e Karahan(2017);
Autonomia da Equipe do Projeto	Performance da Equipe do Projeto	+	Anvuur e Kumaraswamy(2016); Günsel e Açikgöz(2013); Guia PMBOK® (2017)
Tempo de resposta	Performance da Equipe do Projeto	+	Bergerud(2012); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017)
Motivação	Performance da Equipe do Projeto	+	Heravi e Eslamdoost(2015); Han et al.(2012); Rojas(2013)
Experiência do Gerente de Projetos	Performance da Equipe do Projeto	+	Gudiené et al.(2014); Heravi e Eslamdoost(2015); Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017); Tennant et al.(2011); Olaniran et al.(2015); Paul et al.(2016);
Experiência do Gerente de Projetos	Alocação adequada de Recursos	+	Bonghez(2013)
Desempenho da Equipe Técnica	Performance da Equipe do Projeto	+	Jiayuan Wang e Hongping Yuan(2017); Love et al.(2010); Meier(2010); Safapour e Kermanshachi(2019)
Risco de Extra Custo	Alocação adequada de Recursos	-	Joglekar e Ford(2005)

Figura 9. Fatores relacionados à performance da equipe

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).



Cause	Effect	Polarity	References
Solicitações de Mudança	Risco de Retrabalho	+	Love et al.(2010)
Performance da Equipe do Projeto	Risco de Retrabalho	-	Guia PMBOK® (2017); Han et al.(2012); Kang et al.(2013); Ko e Chung(2014); Li e Taylor(2014)
Valor do Contrato	Risco de Retrabalho	+	Forcada et al.(2017); Gudienė et al.(2014); Olaniran et al.(2015)
Distância do Cliente	Risco de Retrabalho	+	Forcada et al.(2017)
Conhecimento tácito do Cliente	Risco de Retrabalho	-	Chang Lee et al.(2009); Guia PMBOK® (2017); Voinov e Bousquet(2010)
Disponibilidade de Referências	Risco de Retrabalho	-	Chang Lee et al.(2009); Guia PMBOK® (2017)
Indicador de Retrabalho	Risco de Retrabalho	-	Relação Lógica
Controle de Escopo	Risco de Retrabalho	-	Guia PMBOK® (2017)

Figura 10. Fatores relacionados ao risco de retrabalho

Fonte: Os próprios autores e adaptado de Bayer e Gann (2007).

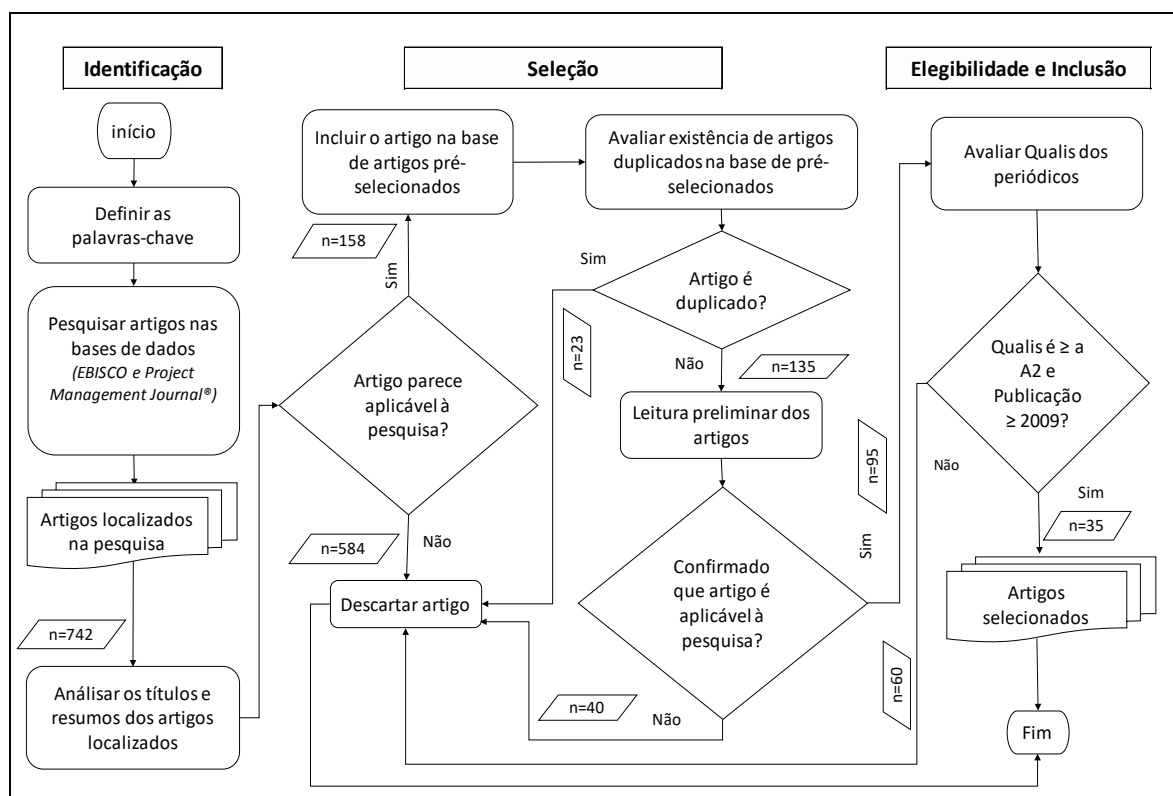


Figura 11. Fluxograma da revisão sistemática da literatura

Fonte: Os próprios autores.

nado tema (Moher *et al.*, 2010). Neste estudo são aplicados os preceitos elementares das etapas de pesquisa, seleção, elegibilidade e inclusão de referências preconizadas nas recomendações do método PRISMA (Moher *et al.*, 2010). O esquema da Figura 11 apresenta como estas etapas elementares são implementadas. Neste esquema, os números inseridos nos paralelogramos representam a quantidade de artigos presentes naquele segmento do fluxo.

Pesquisa para identificação de artigos

O processo de definição das palavras-chave e subsequente pesquisa divide-se em duas fases: a primeira, com termos de pesquisa abrangentes, e a segunda com termos mais específicos, tendo como base o resultado da primeira.

A pesquisa da primeira fase foi realizada no banco de dados EBSCOhost, nas bases “Fonte Acadêmica” e “Academic Search Premier”, utilizando o modo de busca “Booleano/frase”. As palavras-chave desta fase foram: *Project Manage-*



ment AND Failure AND Cost overrun; Project Failures AND Project Management AND Reason; Project Failures AND Project Management AND Cause; Project Failures AND Project Management AND Factor; Project Management AND Critical Factors AND Success; Project Management AND Critical Factors AND Success; Systems Dynamics AND Project Management; Systems Dynamics AND Project Success; Systems Dynamics AND Project Cost; Systems Dynamics AND Cost Overruns; Systems Dynamics AND Project Failure.

As palavras-chave da segunda fase da pesquisa EBS-COhost foram: “*project management*” AND AB “*customer*” AND “*cost overrun*”; “*project management*” AND “*team performance*” AND “*cost*”; “*project management*” AND “*scope creep*” AND “*cost*”; “*project management*” AND AB “*delay*” AND AB “*cost*”; “*project management*” AND AB “*rework*” AND AB “*cost*”; “*project management*” AND “*team performance*”; “*neural network*” AND AB “*project management*”; “*neural network*” AND “*cost prediction*”; “*neural network*” AND “*cost overrun*”; “*neural network*” AND “*project risk*”.

Na segunda fase, foi consultado também o site do *Project Management Institute* (PMI), no endereço eletrônico <https://www.pmi.org/learning/library?topics=Cost+Control>, com filtros de seleção em “*Project Management Journal*” e “*Conference Papers*”.

Como resultado das duas fases de pesquisa foram localizados 742 artigos que seguiram para a etapa de seleção (Figura 11).

Seleção, elegibilidade e inclusão de referências

Na etapa de seleção (Figura 11), 584 artigos foram descartados, após leitura de títulos e resumos por constatação imediata que não são aplicáveis ao contexto e objetivo desta pesquisa. Os 158 artigos restantes foram carregados na ferramenta “Zotero” (disponível em <https://www.zotero.org/>) para facilitar a organização e extração de dados

Ao realizar pesquisas isoladas com cada palavra-chave, existe a possibilidade de artigos serem encontrados em mais de uma pesquisa, gerando duplicidades. Realizando-se esta verificação, foram encontrados 23 artigos em duplicidade que foram também descartados, remanescendo um total de 135 potenciais. Procedeu-se então com a leitura da metodologia e dos resultados descritos nesses artigos para confirmação de sua aplicabilidade nesta pesquisa. Após esta leitura, 95 artigos foram selecionados como aplicáveis a esta pesquisa e os demais 40 foram descartados.

Por fim, nas etapas de elegibilidade e inclusão (Figura 11), realizou-se a avaliação de credibilidade dos periódicos

de veiculação dos artigos, tomando como base o padrão de avaliação brasileiro, que é o indicador “Qualis” (disponível na “Plataforma Sucupira”; endereço: “<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>”). Por questões de objetividade e rigor, definiu-se que fariam parte da seleção final somente aqueles cuja classificação Qualis fosse A1 ou A2 e cujo ano de publicação fosse maior ou igual a 2009. Seguindo estes critérios, foram descartados mais 60 artigos, concluindo-se o processo de seleção com 35 artigos para estudo.

Além dos 35 artigos selecionados com a RSL, que representam a base para identificação dos fatores envolvidos no problema, esta pesquisa utiliza também suporte de outras 16 referências obtidas por meio de buscas manuais em outras fontes. Estas referências contêm os fundamentos básicos de gerenciamento de projetos e metodologias aplicadas nesta pesquisa. Além disso, são reconhecidas pela relevância das organizações que as publicam ou pelos próprios autores em suas áreas de domínio.

Tabulação de fatores e relações causais

Realiza-se, então, uma tabulação dos achados de forma que facilite uma visão geral dos fatores e de seus relacionamentos, na forma de relações causais, segundo o proposto por Bayer e Gann (2007). Esta tabulação constitui um recurso particularmente útil para agrupamento e síntese das evidências encontradas, além de facilitar a construção do diagrama causal. A seção “referencial teórico” contém os resultados da aplicação deste processo.

Diagrama causal

O desenvolvimento das técnicas de dinâmica de sistemas tem sua origem com o Engenheiro Eletricista Jay W. Forrester, no *Massachusetts Institute of Technology* – MIT (Forrester, 1968) e, atualmente, existem diferentes softwares que permitem a construção diagramas causais. Neste estudo optou-se pela utilização do software Vensim[®]PLE, por atender às necessidades da pesquisa e oferecer uma distribuição gratuita para uso educacional.

Conforme Morecroft (2015), o diagrama de relações causais é uma ferramenta útil para melhor compreensão do relacionamento entre os fatores envolvidos e para visualização da complexidade sistêmica que permeia o problema em estudo, no caso, o risco de extracusto. Todo diagrama é construído a partir de elementos básicos, como palavras-chave e conectores, que são organizados de forma a representar a conexão entre as variáveis. Por sua vez, a polaridade (sinais “+” e “-”) indica o balanceamento desta relação. Uma polaridade positiva indica que o aumento do valor da variável de origem implica aumento da variável por ela afetada. Um

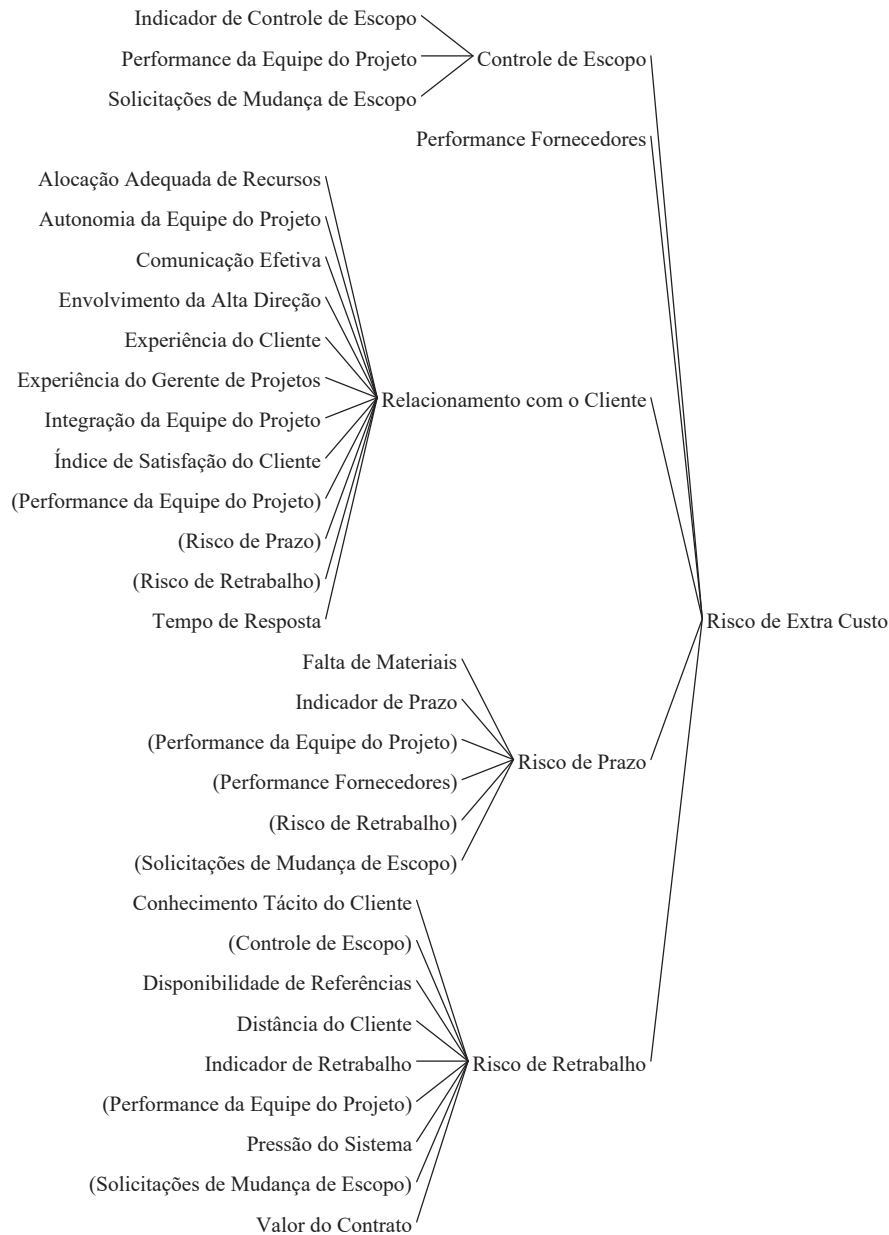


Figura 13. Árvore de diagrama: Fatores que influenciam no risco de extracusto

Fonte: Os próprios autores.

Falta de Materiais → *Risco de Prazo* → *Risco de Extracusto*. Seguindo raciocínio análogo para o “loop” anteriormente exemplificado, este ciclo evidencia que, em um cenário de extracusto, a exacerbada ou descontrolada pressão do sistema pode contribuir para aumentar o risco de extracusto ao invés de reduzi-lo.

Árvores de diagramas

As árvores de diagramas apresentadas nesta seção são apenas alguns exemplos práticos com objetivo de elucidar

as possibilidades de extração de informação do diagrama causal resultante desta pesquisa.

A árvore da Figura 13 apresenta a visualização dos fatores que influenciam no risco de extracusto, segundo o modelo e relações causais obtidos nesta pesquisa. A estrutura da árvore apresenta os fatores agrupados em níveis de acordo ao seu impacto direto ou indireto no risco de extracusto. Por exemplo, a falta de materiais é uma causa direta para o risco de prazo do projeto, mas como o atraso no projeto aumenta o risco de extracusto, a falta de materiais é uma causa indireta de extracusto.



Na árvore de diagrama da Figura 14, observa-se os fatores impactados pela performance da equipe do projeto.

A Figura 15 apresenta a árvore de desdobramento do risco de extracusto. Esta árvore representa os efeitos potencialmente negativos do próprio risco de extracusto. Este é um ponto que requer especial atenção dos gerentes de projeto e do patrocinador, a fim de não tomar decisões precipitadas ou descontroladas, cujo desdobramento possa aumentar o problema do extracusto, ao invés de controlá-lo.

Limitações e riscos

Para efeito de foco do estudo, foi considerada uma simplificação de contexto, uma vez que não foram selecionados elementos relacionados ao ambiente organizacional, ao processo de venda dos projetos em si e nem do relacionamento do projeto com demais projetos, como programas e portfólio.

Vale ressaltar que uma das dificuldades inerentes a esta pesquisa é a interpretação dos elementos estudados por cada autor, para que seja possível um agrupamento em fatores de alto nível. Neste contexto, “alto nível” significa que o fator deve ser representativo do problema, mas ao mesmo tempo ser aplicável de forma abrangente, permitindo abordagens gerenciais e sistêmicas. Desta forma, problemas específicos, como refazer uma especificação técnica ou reconstruir um componente por erro de fabricação, são todos agrupados em um fator de alto nível, denominado “retrabalho”. Por não ser uma atividade trivial, tanto do ponto de vista técnico quanto do esforço operacional, este agrupamento de elementos em fatores de alto nível pode conter desvios de interpretação e associação.

Mesmo que as limitações e riscos apresentados representem baixo potencial de desvio nos resultados, recomenda-se a devida cautela e discernimento crítico ao aplicar os achados deste estudo.

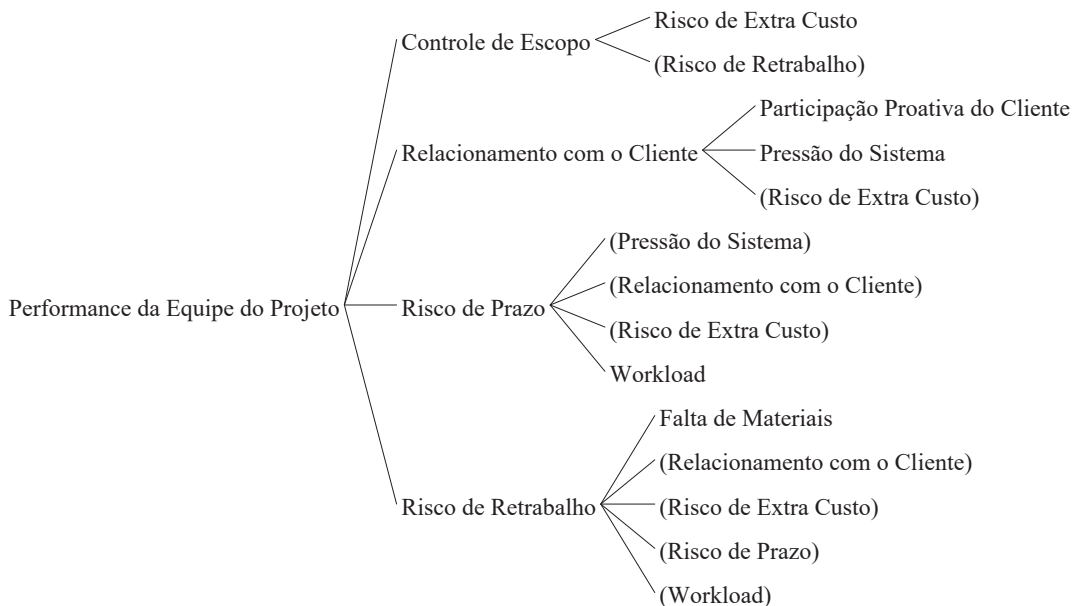


Figura 14. Árvore de diagrama: fatores impactados pela performance da equipe
 Fonte: Os próprios autores.

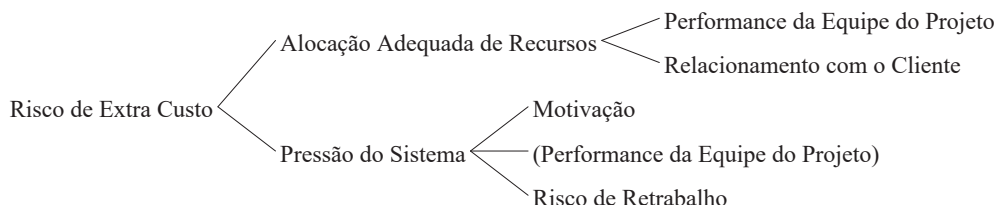


Figura 15. Árvore de diagrama: fatores impactados pelo risco de extracusto
 Fonte: Os próprios autores.



5. CONCLUSÃO

Este estudo teve como principal objetivo identificar e integrar, de forma sistêmica, os fatores e respectivas relações causais que influenciam no risco de extracusto de execução em empresas baseadas na venda de projetos. Ao realizar-se a RSL, foram identificados 27 fatores que, após relacionados em um diagrama causal, possibilitaram a visualização do complexo sistema como um todo. As árvores de diagramas permitiram isolar fatores para compreender a estrutura causal associada a variáveis de interesse.

Desta forma, conclui-se que o objetivo esperado para este trabalho foi alcançado, mesmo com as limitações apresentadas. Além disso, os resultados obtidos podem contribuir para um melhor entendimento de como o fenômeno do extracusto ocorre nos projetos, podendo ser suporte para ações gerenciais com vistas à redução de risco e controle de custos.

Considerações finais e possíveis desdobramentos da pesquisa

Mesmo que a direção e polaridade da relação causal entre os fatores que impactam no extracusto sejam as mesmas para muitas organizações, espera-se que cada uma destas organizações apresente resultados únicos para as forças das relações entre os fatores. Isso não reduz o valor agregado do diagrama causal proposto, pelo contrário. Esta ponderação ajuda a compreender mais uma particularidade do complexo sistema, no qual o fenômeno do extracusto está inserido.

Neste sentido, propor modelos preditivos baseados em formulações matemáticas obtidas com dados de projetos específicos de um ambiente de negócios, tende a limitar a aplicação do modelo a aquele ambiente.

Uma possível solução para obter-se modelos preditivos de risco de extracusto, mais assertivos e adaptáveis a um espectro maior de cenários, seria a aplicação de recursos de Redes Neurais Artificiais (RNA). Esta visão é alinhada com Vargas (2015), que defende a aplicação de RNA como uma ferramenta útil para prever aspectos do orçamento do projeto de forma precisa, sem a necessidade de um processo baseado em fórmulas.

Contudo, ainda segundo Vargas (2015), um dos desafios para modelos mais assertivos é o esforço preliminar, tanto de tempo quanto custo, para determinar os fatores mais relevantes. Portanto, esta pesquisa pode auxiliar no avanço da aplicação de RNA para previsões do extracusto em projetos, uma vez que contribui com a base referencial dos fatores relacionados a este risco.

Visto que a relevância de fatores é fortemente determinada pelo contexto do negócio, a empresa, ao avaliar seus projetos, de acordo com os fatores aqui propostos, além de obter os dados para desenvolver seu modelo preditivo em RNA, terá em mãos um diagnóstico abrangente sobre as forças das correlações entre todos os fatores em seus projetos. Esta informação é uma valiosa base de lições aprendidas e pode ser muito útil na evidenciação de problemas estruturais que requerem ações corporativas por estarem fora do perímetro de ação da equipe do projeto.

O fluxograma elaborado para orientar a RSL pode ser utilizado, total ou parcialmente, como roteiro de consulta à literatura para os mais variados temas.

REFERÊNCIAS

- Adoko, M.T.; Mazzuchi, T.A.; Sarkani, S. (2015). "Developing a Cost Overrun Predictive Model for Complex Systems Development Projects". *Project Management Journal*, Vol. 46, p.p. 111–125, disponível em: <https://doi.org/10.1002/pmj.21545> (acesso em 13 fev. 2019).
- Ahiaga-Dagbui, D.D.; Love, P.E.D.; Smith, S.D. et al. (2017). "Toward a Systemic View to Cost Overrun Causation in Infrastructure Projects: A Review and Implications for Research". *Project Management Journal*, Vol. 48, pp. 88–98, disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F875697281704800207> (acesso em 13 fev. 2019).
- Anastasopoulos, P.Ch.; Labi, S.; Bhargava, A.; et al. (2010). "Frequency of Change Orders in Highway Construction Using Alternate Count-Data Modeling Methods". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 136, pp. 886–893. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000198.
- Anvuur, A.M.; Kumaraswamy, M.M. (2016). "Effects of Teamwork Climate on Cooperation in Cross functional Temporary Multi-Organization Workgroups". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 142, pp. 1–13. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001029.
- Bayer, S.; Gann, D. (2007). "Innovation and the dynamics of capability accumulation in project-based firms". *Innovation: Management, Policy & Practice*, Vol. 9, pp. 217–234, DOI: 10.5172/impp.2007.9.3-4.217.
- Bergerud, C. (2012). "The top 10 challenges to effective cost controls", artigo apresentado no PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Bonghez, S. (2013). "Red pill, blue pill". Artigo apresentado no PMI® Global Congress 2013—North America, New Orleans, LA.
- Castro-Lacouture, D.; Süer, G.A.; Gonzalez-Joaqui, J. et al. (2009). "Construction Project Scheduling with Time, Cost, and Material Restrictions Using Fuzzy Mathematical Models



- and Critical Path Method". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 135, pp. 1096–1104. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:10(1096).
- Cerpa, N.; Verner, J.M. (2009). "Why Did Your Project Fail?". *Communications of the ACM* Vol. 52, pp. 130–134. DOI: 10.1145/1610252.1610286.
- Cervone, H.F. (2014). "Effective communication for project success". *OCLC Systems & Services*, Vol. 30, pp. 74–77. DOI: 10.1108/OCLC-02-2014-0014.
- Chang Lee, K.; Lee, N.; Li, H. (2009). "A particle swarm optimization-driven cognitive map approach to analyzing information systems project risk". *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, Vol. 60, pp. 1208–1221. DOI: 10.1002/asi.21019.
- Cheng, M.-Y.; Tsai, H.-C.; Liu, C.-L. (2009). "Artificial intelligence approaches to achieve strategic control over project cash flows". *Automation in Construction*, Vol. 18, pp. 386–393. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.005.
- Doloi, H. (2013). "Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 139, pp. 267–279. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000621.
- Forcada, N.; Gangoilells, M.; Casals, M. et al. (2017). "Factors Affecting Rework Costs in Construction". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 143, pp. 1–9. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001324.
- Forrester J.W. (1968), *Principles of Systems*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Gudienė, N.; Banaitis, A.; Podvezko, V. et al. (2014). "Identification and evaluation of the critical success factors for construction projects in Lithuania: AHP approach". *Journal of Civil Engineering & Management*, Vol. 20, pp. 350–359. DOI: 10.3846/13923730.2014.914082.
- Günsel, A.; Açıkgöz, A. (2013). "The Effects of Team Flexibility and Emotional Intelligence on Software Development Performance". *Group Decision & Negotiation*, Vol. 22, pp. 359–377. DOI: 10.1007/s10726-011-9270-6.
- Han, S.; Lee, S.; Peña-Mora, F. (2012). "Identification and Quantification of Non-Value-Adding Effort from Errors and Changes in Design and Construction Projects". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 138, pp. 98–109. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000406.
- Han, S.; Love, P.; Peña-Mora, F. (2013). "A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects". *Mathematical & Computer Modelling*, Vol. 57, pp. 2044–2053. DOI: 10.1016/j.mcm.2011.06.039.
- Heravi, G.; Eslamdoost, E. (2015). "Applying Artificial Neural Networks for Measuring and Predicting Construction-Labor Productivity". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 141, 4015032–1. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001006.
- Houston, D.X.; Mackulak, G.T.; Collofello, J.S. (2001). "Stochastic Simulation of risk factor potential effects for software development risk management". *The Journal of Systems and Software*, Vol. 59, pp. 247–257. DOI: 10.1016/S0164-1212(01)00066-8.
- Jiayuan W.; Hongping Y. (2017). "System Dynamics Approach for Investigating the Risk Effects on Schedule Delay in Infrastructure Projects". *Journal of Management in Engineering*, Vol. 33, pp. 1–13. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000472.
- Joglekar, N.R.; Ford, D.N. (2005). "Product development resource allocation with foresight". *European Journal of Operational Research*. Vol. 160, pp. 72–87. DOI: 10.1016/j.ejor.2003.06.021.
- Kang, Y.; O'Brien, W.J.; Dai, J. et al. (2013). "Interaction Effects of Information Technologies and Best Practices on Construction Project Performance". *Journal of Construction Engineering & Management*. Vol. 139, pp. 361–371. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000627.
- Kerzner, H.; Saladis, F.P. (2009). *Value-Driven PROJECT MANAGEMENT*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
- Kiani Mavi, R.; Standing, C. (2018). "Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach". *Journal of Cleaner Production* Vol. 194, pp. 751–765. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.120.
- Ko, C.-H.; Chung, N.-F. (2014). "Lean Design Process". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 140, DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000824.
- Li, Y.; Taylor, T.R.B. (2014). "Modeling the Impact of Design Rework on Transportation Infrastructure Construction Project Performance". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol.140, DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000878.
- Lopes, J.S.; Braga J.L.; Filho M.A.R. (2015). "Systems dynamics model for decision support in risk assessment in software projects". *Journal of Software: Evolution and Process*, Vol. 27, pp. 976–989. DOI: 10.1002/smr.1754.
- Love, P.E.D.; Edwards, D.J.; Watson, H. et al. (2010). "Rework in Civil Infrastructure Projects: Determination of Cost Predictors". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 136, pp. 275–282. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000136.
- Love, P.E.D.; Sing, C.-P.; Wang, X. et al. (2014). "Overruns in transportation infrastructure projects". *Structure & Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design & Performance*, Vol. 10, pp. 141–159. DOI: 10.1080/15732479.2012.715173.
- Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. (2003). *Fundamentos da Metodologia Científica*, 5ª ed. Atlas, São Paulo.



- Masudifar, P.; Fardad, F. (2013). "Integration of income management and cost management". Artigo apresentado no PMI® Global Congress 2013—EMEA, Istanbul, Turkey.
- Meier, S.R. (2010). "Causal Inferences on the Cost Overruns and Schedule Delays of Large-Scale U.S. Federal Defense and Intelligence Acquisition Programs". *Project Management Journal*, Vol. 41, pp. 28–39. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pmj.20142>. (Acesso em em 13 fev. 2019).
- Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G.; The PRISMA Group (2010). "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA statement". *International Journal of Surgery*. Vol. 8, pp. 336–341. DOI: 10.1016/j.ijsu.2010.02.007.
- Morecroft, J.D.W. (2015). *Strategic Modelling and Business Dynamics: A Feedback Systems Approach*, 2ª ed. John Wiley & Sons, Padstow, Cornwall, UK.
- O'Connor, J.T.; Choi, J.O.; Winkler, M. (2016). "Critical Success Factors for Commissioning and Start-Up of Capital Projects". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 142. DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001179.
- Olaniran, O.J.; Love, P.E.D.; Edwards, D. et al. (2015). "Cost Overruns in Hydrocarbon Megaprojects: A Critical Review and Implications for Research". *Project Management Journal*, Vol. 46, pp. 126–138. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/pmj.21556> (acesso em 13 fev. 2019).
- Ozorhon, B.; Karahan, U. (2017). "Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation". *Journal of Management in Engineering*, Vol. 33, pp. 1–10. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000505.
- Paul, R.; Drake, J.R.; Liang, H. (2016). "Global Virtual Team Performance: The Effect of Coordination Effectiveness, Trust, and Team Cohesion". *IEEE Transactions on Professional Communication*, Vol. 59, pp. 186–202. DOI: 10.1109/TPC.2016.2583319.
- PMI®- Project Management Institute (2017), Guia PMBOK®, 6ª ed. Newtown Square.
- PMI®- Project Management Institute (2018). "Success in Disruptive Times: Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance". *Pulse of the Profession*. Disponível em: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf>. (acesso em 15 mar. 2019).
- Qianqian JU.; Lieyun D.; Skibniewski, M.J. (2017). "Optimization Strategies to Eliminate Interface Conflicts in Complex Supply Chains of Construction Projects". *Journal of Civil Engineering & Management*, Vol. 23, pp. 712–726. DOI: 10.3846/13923730.2016.1232305.
- Rojas, E.M. (2013). "Identifying, Recruiting, and Retaining Quality Field Supervisors and Project Managers in the Electrical Construction Industry". *Journal of Management in Engineering*, Vol. 29, pp. 424–434. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000172.
- Safapour, E.; Kermanshachi, S. (2019). "Identifying Early Indicators of Manageable Rework Causes and Selecting Mitigating Best Practices for Construction". *Journal of Management in Engineering*, Vol. 35, pp. 1–13. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000669.
- Senge, P. (2012). *A Quinta Disciplina: Arte e Prática da Organização que Aprende*, 28ª ed. Best Seller, São Paulo.
- Sterman, J.D. (1992). "Systems Dynamics Modeling for Project Management". Disponível em: <http://web.mit.edu/jsterman/www/SDG/project.html>. (acesso em 23 mar. 2019).
- Tennant, S.; Langford, D.; Murray, M. (2011). "Construction Site Management Team Working: A Serendipitous Event". *Journal of Management in Engineering*, Vol. 27, pp. 220–228. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000053.
- Vargas, R.V. (2015). "Applying neural networks and analogous estimating to determine the project budget". Artigo apresentado no PMI® Global Congress 2015—North America, Orlando, FL.
- Voinov, A.; Bousquet, F. (2010). "Modelling with stakeholders". *Environmental Modelling & Software*, Vol. 25, pp. 1268–1281. DOI: 10.1016/j.envsoft.2010.03.007.
- Yang, J.; Shen, G.Q.; Drew, D.S. et al. (2010). "Critical Success Factors for Stakeholder Management: Construction Practitioners' Perspectives". *Journal of Construction Engineering & Management*, Vol. 136, pp. 778–786. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000180.

Recebido: 02 ago. 2019

Aprovado: 18 nov. 2019

DOI: 10.20985/1980-5160.2019.v14n4.1561

Como citar: Gontijo, I. J.; Braga, J. L. (2019), "Uma análise sistêmica do extracusto em empresas baseadas na venda de projetos", *Sistemas & Gestão*, Vol. 14, No. 4, pp. 382-399, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1561> (acesso dia mês abreviado. ano).