

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS PATO BRANCO
PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

THAÍS GASPERIN

**CARACTERÍSTICAS DE ACEITAÇÃO E USO DA TI NA INDÚSTRIA
DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO NOS MUNICÍPIOS DE PATO
BRANCO E FRANCISCO BELTRÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PATO BRANCO
2019**

THAÍS GASPERIN

**CARACTERÍSTICAS DE ACEITAÇÃO E USO DA TI NA INDÚSTRIA
DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO NOS MUNICÍPIOS DE PATO
BRANCO E FRANCISCO BELTRÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Engenharia Organizacional e do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto

**PATO BRANCO
2019**

G249c Gasparin, Thais.
Características de aceitação de uso na TI na indústria da construção civil: estudo nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão / Thais Gasparin. – 2019.
140 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.
Pato Branco, PR, 2019.
Bibliografia: f. 107 - 116.

1. Tecnologia da informação. 2. Indústria de construção civil. 3. Cadeia logística integrada. 4. Modelagem de informação da construção. I. Schenatto, Fernando José Avancini, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD 22. ed. 670.42

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 55

A Dissertação de Mestrado intitulada "**Características de aceitação e uso da TI na indústria da construção civil: estudo nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão**", defendida em sessão pública pela candidata **Thaís Gasperin**, no dia 27 de agosto de 2019, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, área de concentração Gestão dos Sistemas Produtivos, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos – USP

Prof. Dr. José Ilo Pereira Filho – UTFPR

Prof. Dr. Gilson Ditzel Santos – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Pato Branco, 26 de setembro de 2019.

Carimbo e assinatura do Coordenador do Programa.

Dedico ao vô José.

“Sonhei que estava acordado, acordei pra ver e estava dormindo.” Barnabé

RESUMO

GASPERIN, Thaís. **Características de aceitação e uso da TI na indústria da construção civil: estudo nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão**. 2019. 142 f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

A indústria da construção civil é responsável por obras de infraestrutura indispensáveis ao ser humano. No Brasil, nos últimos dez anos, a média de contribuição do setor no PIB nacional foi de 5,78%, e no PIB industrial de 23,52%. Visando fomentar o crescimento do setor se faz necessário investir em novas tecnologias que busquem modernizar e dar suporte aos processos de gestão do canteiro de obras e também da cadeia de suprimentos, considerando que a indústria da construção civil é caracterizada por ser muito grande, fragmentada e diversificada. Para diminuir os problemas decorrentes destas características, a Tecnologia da Informação (TI) vem sendo utilizada nos projetos, gerenciamento e tomada de decisões. No entanto, a adoção da TI também deve considerar o comportamento dos usuários, sua intenção de uso e aspectos que podem interferir no sucesso da adoção. Para isso, o modelo UTAUT tem o objetivo de mensurar o comportamento de uso e a intenção de uso através da expectativa de performance (EP), a expectativa de esforço (EE), a influência social (IS) e as condições facilitadoras (CF). Desta forma, este trabalho tem o objetivo de caracterizar a adoção e utilização da TI na indústria da construção civil dos municípios polo do Sudoeste do Paraná. Para isto, foram realizadas duas revisões sistemáticas da literatura, uma sobre adoção de TI na gestão da construção civil e outra sobre aplicações usuais da TI na gestão da cadeia de suprimentos da construção civil. Na sequência, foi aplicada uma versão modificada do modelo UTAUT, considerando o contexto da indústria da construção civil. Os dados foram tratados através da modelagem de equações estruturais (SEM) utilizando o software SmartPLS 3.2.8. Os resultados mostraram que EP tem influência positiva na intenção comportamental (IC), as CF têm influência positiva na IC, a IC tem influência positiva no comportamento de uso (USO), e dois construtos da resistência à mudança (RM), pensamento a curto prazo (PCP) e busca pela rotina (BR) têm influência positiva na IC. Em posse dos resultados quantitativos, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os profissionais a fim de aprofundar a compreensão sobre o tema. Essa etapa permitiu a compreensão e discussão acerca das motivações e barreiras à adoção e utilização da TI na indústria da construção civil. Se destaca que o uso da TI é mais difundido na fase de projetos do que na fase de execução de obras. A adoção do *Building Information Modeling* (BIM) é incipiente na fase de projetos e não avança para etapa de execução. As entrevistas também confirmaram os resultados obtidos no modelo UTAUT, além de mostrar a importância do apoio da alta gerência para adoção da TI. Já em relação a cadeia de suprimentos, se observou que esta não é automatizada e nem integrada.

Palavras-chave: adoção da tecnologia da informação, indústria da construção civil, UTAUT, cadeia de suprimentos, modelagem de equações estruturais.

ABSTRACT

GASPERIN, Thaís. **Characteristics of IT acceptance and use in the construction industry: study in the municipalities of Pato Branco and Francisco Beltrão.** 2019. 142 p. Dissertation – Graduate Program in Production and Systems Engineering, Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2019.

The construction industry is responsible for infrastructures indispensable to humans. In Brazil, in the last ten years, the average contribution of the sector in the national GDP was of 5.78%, and in the industrial GDP of 23.52%. In order to increase the growth of the sector, it is necessary to invest in new technologies that seek to modernize and support the management processes of the construction site and also the supply chain, considering that the construction industry is characterized by being very large, fragmented and diversified. To reduce the problems arising from these characteristics, Information Technology (IT) has been used in projects, management and decision making. However, IT adoption must also consider user behavior, their intended use, and aspects that may interfere with successful adoption. For this, the UTAUT model aims to measure the use behavior and the intention to use through the performance expectation (EP), the effort expectation (EE), the social influence (IS) and the facilitating conditions (CF). Thus, this paper aims to characterize the adoption and use of IT in the construction industry of the southeastern cities of Paraná. To this end, two systematic literature reviews were carried out, one on IT adoption in construction management and the other on usual IT applications in construction supply chain management. Following, a modified version of the UTAUT model was applied, considering the context of the construction industry. Data were processed by structural equation (SEM) modeling using SmartPLS 3.2.8 software. The results showed that PE has a positive influence on behavioral intention (HF), FC has a positive influence on HF, HF has a positive influence on use behavior (USE), and two resistance to change (MR) constructs, short thinking. (PCP) and search for routine (BR) have a positive influence on HF. In possession of quantitative results, semi-structured interviews were conducted with professionals in order to deepen the understanding on the subject. This step allowed the understanding and discussion of the motivations and barriers to the adoption and use of IT in the construction industry. It is highlighted that the use of IT is more widespread in the design phase than in the execution phase of works. The adoption of Building Information Modeling (BIM) is incipient in the design phase and does not advance to the execution stage. The interviews also confirmed the results obtained in the UTAUT model, as well as showing the importance of top management support for IT adoption. Regarding the supply chain, it was observed that it is neither automated nor integrated.

Keywords: information technology adoption, construction industry, UTAUT, supply chain, structural equation modeling

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Arranjo Produtivo Local
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BR	Busca pela Rotina
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CF	Condições Facilitadoras
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
EDM	<i>Electronic Data Management</i>
EE	Expectativa de Esforço
EP	Expectativa de Performance
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
IC	Intenção comportamental
IDT	<i>Innovation Diffusion Theory</i>
IoT	Internet das coisas
IS	Infuência Social
MM	<i>Motivational Modelling</i>
MPCU	<i>Model of Personal Computer Utilization</i>
NTI	Núcleo de Tecnologia da Informação
PCP	Pensamento a Curto Prazo
PIB	Produto Interno Bruto
PMIS	<i>Project Management Information System</i>
RM	Resistência à mudança
RC	Rigidez Cognitiva
RE	Reação Emocional
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SCT	<i>Social Cognitive Theory</i>
SEM	Modelagem de Equações Estruturais
SI	Sistema de Informação
TAM	<i>Theory of Acceptance Model</i>
TI	Tecnologia da informação
TPB	<i>Theory of Planned Behavior</i>
TRA	<i>Theory of Reasoned Action</i>
USO	Comportamento de uso
UTAUT	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i>
VIF	<i>Variance Inflation Factor</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição da cadeia produtiva da construção.	21
Figura 2 - Participação do PIB da Construção Civil de 2000 a 2017.....	22
Figura 3 - PIB Brasil (verde) x PIB Construção civil (roxo).	23
Figura 4 – Etapas de construção do portfólio bibliográfico 1.	42
Figura 5 – Etapas de construção do portfólio bibliográfico 2.	43
Figura 6 – Modelo UTAUT.....	45
Figura 7 – Modelo de pesquisa.....	49
Figura 8 – Simulação da amostra G*Power.	53
Figura 9 – Modelo de pesquisa de primeira ordem no SmartPLS 3.0.....	59
Figura 10 – Modelo de primeira ordem após avaliação do modelo de mensuração.	65
Figura 11 – Modelo final.	69
Figura 12 – Periódicos de destaque no PB.	119
Figura 13 – Artigos de destaque do PB.	120
Figura 14 – Anos de publicação dos artigos do PB.	120
Figura 15 – Destaque dos periódicos das referências do PB.	121
Figura 16 – Destaque dos autores das referencias PB.	122
Figura 17 – Relevância dos periódicos dos artigos do PB e referências do PB.	123
Figura 18 – Artigos e seus autores do PB de maior destaque.	124
Figura 19 – Autores de destaque do PB.	124
Figura 20 – Planta da cadeia produtiva da construção civil.	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da amostra por município.....	52
Tabela 2 – Distribuição da amostra por formação.....	52
Tabela 3 – Estágio 1: avaliação do modelo de mensuração reflexivo.....	54
Tabela 4 – Estágio 2: avaliação do modelo estrutural.....	54
Tabela 5 – Caracterização dos respondentes.....	57
Tabela 6 – Caracterização dos respondentes quanto as tecnologias utilizadas.....	58
Tabela 7 – Consistência interna.....	60
Tabela 8 – Cargas externas.....	61
Tabela 9 – Consistência Interna 1.....	62
Tabela 10 – Consistência Interna 2.....	63
Tabela 11 – Consistência Interna 3.....	63
Tabela 12 – Cargas-cruzadas.....	64
Tabela 13 – Modelo de Fornell e Larcker.....	64
Tabela 14 – Colinearidade (VIF).....	66
Tabela 15 – Coeficiente de determinação R^2	66
Tabela 16 – Resultados do bootstrapping.....	67
Tabela 17 – Comunalidade (tamanho do efeito f^2).....	67
Tabela 18 – Resultados do <i>bootstrapping</i>	68
Tabela 19 – Moderadores do modelo UTAUT.....	70
Tabela 20 – Comparação de médias.....	70
Tabela 21 – Moderadores do contexto da pesquisa.....	71
Tabela 22 – Comparação de médias moderador tecnologia RSL2.....	71
Tabela 23 – Comparação de médias moderador formação.....	72
Tabela 24 – Comparação de médias moderador município.....	72
Tabela 25 – Estatística descritiva do fator expectativa de performance.....	73
Tabela 26 – Estatística descritiva do fator influência social.....	74
Tabela 27 – Estatística descritiva do fator expectativa de esforço.....	74
Tabela 28 – Estatística descritiva do fator condições facilitadoras.....	75
Tabela 29 – Estatística descritiva do fator intenção comportamental.....	76
Tabela 30 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – busca pela rotina.....	76
Tabela 31 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – reação emocional.....	77
Tabela 32 – Estatística descritiva do fator de RM – pensamento a curto prazo.....	78
Tabela 33 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – rigidez cognitiva.....	79
Tabela 34 – Parâmetros para seleção dos entrevistados.....	80
Tabela 35 – Grupos para entrevistas.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Participação (%) relativa da construção civil na população ocupada total.....	24
Quadro 2 – Objetivos dos estudos sobre uso e aceitação da TI.....	26
Quadro 3 – Modelos e fatores dos estudos sobre aceitação e uso da TI.....	27
Quadro 4 – Objetivos dos estudos sobre sucesso da TI.....	30
Quadro 5 – Modelos e fatores sobre sucesso da TI.....	31
Quadro 6 – Modelos e fatores sobre sucesso da TI.....	45
Quadro 7 – Estudos com aplicação do modelo UTAUT.....	47
Quadro 8 – Características demográficas.....	51
Quadro 9 – Itens do fator expectativa de performance.....	73
Quadro 10 – Itens do fator influência social.....	73
Quadro 11 – Itens do fator expectativa de esforço.....	74
Quadro 12 – Itens do fator condições facilitadoras.....	75
Quadro 13 – Itens do fator intenção comportamental.....	76
Quadro 14 – Itens do fator de resistência à mudança – busca pela rotina.....	76
Quadro 15 – Itens do fator de resistência à mudança – reação emocional.....	77
Quadro 16 – Itens do fator de resistência à mudança – pensamento a curto prazo.....	78
Quadro 17 – Itens do fator de resistência à mudança – rigidez cognitiva.....	79
Quadro 18 – Atividade prestada pelo entrevistado.....	82
Quadro 19 – Categorias iniciais.....	84
Quadro 20 – Categorias finais.....	84
Quadro 21 – Portfólio bibliográfico da RSL 1.....	118
Quadro 22 – Portfólio bibliográfico da RSL2.....	126

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	20
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.1.1	Cadeia produtiva da construção civil	25
2.2	MODELOS DE ADOÇÃO E USO DA TI – RSL1	25
2.3	SUCESSO DA TI – RSL1	29
2.4	TI NA CADEIA DE SUPRIMENTOS – RSL2	32
2.4.1	Tendência para Cadeia da Construção no contexto da Indústria 4.0	36
2.5	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	38
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	40
3.1	CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA	40
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	41
3.2.1	Revisão sistemática da literatura	41
3.2.1.1	RSL sobre adoção de TI para gestão da indústria da construção civil	41
3.2.1.2	RSL sobre cadeia de suprimentos na Indústria 4.0 de construção civil	43
3.2.2	Modelo de pesquisa	44
3.2.3	Variáveis operacionais e a construção e validação do questionário	49
3.2.4	População e amostra	50
3.2.5	Coleta de dados	51
3.3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	52
3.3.1	Fase quantitativa: questionário	52
3.3.2	Fase qualitativa: entrevista semiestruturada	54
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	56
4.2	ANÁLISE DO MODELO DE EQUAÇÃO ESTRUTURAIIS	58
4.2.1	Análise do modelo de mensuração	59
4.2.2	Análise do modelo estrutural	65
4.2.3	Análise das variáveis moderadoras	69

4.3	ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS.....	72
4.4	ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	79
4.4.1	Seleção dos entrevistados.....	79
4.4.2	Análise de conteúdo das entrevistas.....	81
4.4.2.1	Categoria 1 – Modelo de pesquisa.....	85
4.4.2.2	Categoria 2 - Aplicação da TI.....	89
5	DISCUSSÃO.....	98
6	CONCLUSÕES.....	103
	REFERÊNCIAS	108
	APÊNDICE A	118
	APÊNDICE B.....	126
	APÊNDICE C	127
	APÊNDICE D	130
	APÊNDICE E.....	132
	APÊNDICE F.....	137
	APÊNDICE G	139
	ANEXO A.....	141

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é responsável por obras de infraestrutura ligadas ao desenvolvimento econômico e social, envolvendo a construção, manutenção e demolição de estruturas. Giang e Pheng (2014, p. 123) mostraram que a participação da indústria da construção civil no Produto Interno Bruto (PIB) aumenta de maneira acelerada em economias nos estágios iniciais de desenvolvimento, indicando que em países em desenvolvimento a construção é “um fator crucial a ser considerado quando as políticas econômicas desses países estão sendo formuladas”.

No Brasil, a média de contribuição da indústria da construção civil para o PIB nacional nos últimos 10 anos foi de 5,78%. Já a contribuição média no PIB industrial nos últimos 10 anos foi de 23,52%, o que indica a importância da indústria da construção civil para o desenvolvimento e crescimento econômico da nação (CBIC, 2018a). A produtividade da indústria da construção tem um efeito significativo no crescimento da economia nacional já que, em certa medida, parte do investimento das empresas de todas as indústrias é em construção (CHIA *et al.*, 2014).

Embora exista relação entre o crescimento das indústrias e o crescimento da indústria da construção civil, o comportamento deste setor é particularmente mais desafiador do que em outras indústrias. Björk (1999) explica que as obras de construção civil ocorrem em locais que exigem construção ou montagem no local, ao invés de ocorrer em fábricas. Além disto, são produtos únicos, com longo ciclo de vida.

Esses aspectos particulares do setor tornam sua gestão um desafio maior. Sambasivan e Soon (2007) afirmam que o problema de atrasos nos empreendimentos de construção é um fenômeno global, e identificam as principais causas de atraso em empreendimentos da construção civil indicando seu índice de importância relativa que varia de 0 a 1: planejamento inadequado (0,815), gestão ineficiente do canteiro de obras (0,813), atrasos nos financiamentos e pagamentos feitos pelo cliente (0,792), experiência inadequada (0,783), problemas com empreiteiros subcontratados (0,771), escassez de materiais (0,771), falta de mão de obra qualificada (0,757), disponibilidade e falha de equipamentos (0,755), falta de comunicação entre as partes (0,755) e erros durante o processo construtivo (0,753).

É possível verificar que estes problemas estão relacionados tanto a problemas na gestão do canteiro de obras quanto à gestão da cadeia de suprimentos. Esta pode ser definida como uma rede integrada de organizações e processos com a finalidade de fornecer valor na

forma de produtos, serviços e informações aos clientes e partes interessadas (LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998). A integração da cadeia de suprimentos, o que pressupõe informação compartilhada e disponível para todos os membros, é o caminho para reduzir custos, melhorar a capacidade de resposta às mudanças e facilitar a tomada de decisão (CHENG *et al.*, 2010).

Vrijhoef e Koskela (2000) reconhecem quatro papéis que devem ser assumidos na gestão da cadeia de suprimentos da construção civil:

- melhora da interface entre o canteiro de obras e os fornecedores diretos, garantindo um fluxo de material e mão de obra.
- redução de custos com logística, tempo de espera e estoque, com foco na cadeia de suprimentos.
- transferência de atividades do canteiro de obras para cadeia de suprimentos.
- gestão integrada da cadeia de suprimentos e do canteiro de obras.

A gestão da cadeia de suprimentos nesta indústria diminui as incertezas, melhora a eficiência no tempo e no custo, e constrói um sistema integrado entre a cadeia de suprimentos e o canteiro de obras para reagir eficientemente e eficazmente às mudanças de escopo (VRIJHOEF; KOSKELA, 2000). Nesta indústria, a cadeia de suprimentos é mais complexa do que na indústria manufatureira, e envolve um número maior de participantes, como clientes, consultores, empreiteiro principal, empreiteiros especialistas, e fornecedores de mão-de-obra, materiais e equipamentos (MENG, 2012). Adicionalmente é caracterizada pela influência do cliente; fragmentação de vendedores; subcontratados e instituições envolvidas; número de *stakeholders*; múltiplas organizações temporárias; inércia de mudança; cadeia de suprimentos sob encomenda; oportunidades colaborativas; demandas cíclicas (BEHERA; MOHANTY; PRAKASH, 2015).

Através da utilização da Tecnologia da Informação (TI) é possível facilitar a gestão integrada da cadeia de suprimentos a fim de garantir o fluxo de material dos fornecedores, reduzir custos com logística e tempo de espera e transferir as atividades do canteiro de obras para a cadeia. Froese (2010) ressalta o potencial em utilizar a TI de forma a integrar todas as informações e processos envolvidos em um empreendimento. Isto se aplica tanto para a gestão da cadeia de suprimentos de um projeto construtivo específico quanto para a gestão dos processos internos do canteiro de obras.

O uso da TI favorece a inovação devido ao lançamento de novos produtos e a melhoria ou introdução de novos processos que, por consequência, aumentam o nível de competitividade da empresa (OLLO-LÓPEZ, 2012). Os investimentos em TI são fundamentais para incrementar

o nível estratégico e criar oportunidades de valor nas empresas (DRNEVICH; CROSON, 2013). Já Carr (2003) entende que a TI beneficia de forma igualitária um determinado setor, ao passo que tende a não ser mais um fator competitivo, mas sim indispensável para a sobrevivência de uma empresa. Agarwal e Karahanna (2000, p. 666) afirmam que “seu valor é realizado apenas quando os sistemas de informação são utilizados pelos usuários pretendidos de uma maneira que contribua para os objetivos estratégicos e operacionais da empresa”.

Na indústria da construção civil, a TI vem sendo utilizada como uma ferramenta para diminuir os problemas decorrentes da fragmentação entre os processos envolvidos nos empreendimentos, percebendo-se a adoção de softwares gerenciais como um pré-requisito para o gerenciamento e tomada de decisão (LEE; YU, 2012). A busca dos clientes por infraestruturas eficientes com o menor custo possível resulta na responsabilidade da indústria da construção em inovar com o objetivo de fornecer infraestruturas eficazes do ponto de vista social e econômico, de maneira mais eficiente (LOOSEMORE; RICHARD, 2015).

Nascimento e Santos (2003 p. 13) enfatizam a necessidade de compatibilizar a estratégia da empresa com a adoção da TI e, para isto, “as empresas deverão superar suas barreiras culturais e mudar a forma de executar seus processos”. Culturalmente, a indústria da construção civil é reconhecida por sua resistência à mudança (PRICE; CHAHAL, 2006). Para Mainardes (2013) existe uma resistência às inovações por parte dos projetistas, administradores e trabalhadores da construção civil, devido às mudanças incertas que podem ocorrer. Quando há satisfação com experiências de sucesso anteriores, as pessoas preferem repetir os procedimentos sem reconhecer necessidade de mudar ou evoluir (PRICE; CHAHAL, 2006).

Davis e Songer (2009) enfatizam a necessidade de identificar rapidamente indivíduos que tendem a resistir a novas TIs durante a implementação, de forma a adotar medidas que reflitam na resistência destes indivíduos. É necessário reconhecer a resistência à mudança para que haja sucesso na inovação e adoção de tecnologias e processos que vão auxiliar na gestão dos projetos de construção civil.

As pesquisas atuais englobam as aplicações práticas das TIs na indústria da construção civil, mostrando como elas podem auxiliar no desenvolvimento dos projetos de construção civil de forma automatizada e integrada, beneficiando todos os envolvidos (HADAYA; PELLERIN, 2010; LÖNNGREN; ROSENKRANZ; KOLBE, 2010; AHUJA; YANG; SHANKAR, 2010; KAMAR; HAMID, 2011; IKONEN *et al.*, 2013; ČUŠ-BABIČ *et al.*, 2014; PAPADONIKOLAKI; VRIJHOEF; WAMELINK, 2015; DAS; CHENG; KUMAR, 2015;

DALLASEGA *et al.*, 2016; DAVE *et al.*, 2016; ABEDI *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2017^a; WANG *et al.*, 2017^b; SACEY E AKOTIA, 2017).

Entre as TIs estudadas se destaca primeiramente a aplicação das informações geradas através do *Building Information Modeling* (BIM), sendo que o BIM é percebido como uma tecnologia para aprimoramento da cadeia de suprimentos através de equipes de projetos interligadas e colaborativas com acesso integral e em tempo real às informações de projeto, ciclo de vida, modo de entrega e sobre a própria cadeia de suprimentos (KAMAR; HAMID, 2011; SACEY; AKOTIA, 2017).

O *Radio Frequency Identification* (RFID) é empregado na indústria de concreto pré-moldado (IKONEN *et al.*, 2013; SHIN *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2017^b), e também na indústria de armadura de aço (MOON *et al.*, 2017), com o objetivo de rastrear as peças de concreto e facilitar a montagem das estruturas, podendo ser utilizado em conjunto com o BIM e os dispositivos móveis.

A computação em nuvem também vem sendo empregada para a gestão grandes volumes de dados (WANG *et al.*, 2017^b; FATHI; ABEDI; RAWAI, 2012; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014), possibilitando a integração de forma eficiente. Assim como os sistemas baseados em *web* (IKONEN *et al.*, 2013, QIAN LI *et al.*, 2017), CHENG *et al.*, 2010, AGDAS; ELLIS, 2010), que acomodam as informações da obra em um *website* e facilitam o acesso e manipulação dos dados por todos os envolvidos, desde a etapa de projeto de *design* até a execução da obra.

Considerando o teor e resultados dessas pesquisas e as tecnologias disponíveis, se torna evidente a necessidade de estudar a realidade da indústria da construção civil no Brasil, não apenas em grandes centros, mas também nas regiões de menor porte, com a finalidade principal de compreender o patamar de adoção de TIs, como também de estimular o setor à englobar recursos tecnológicos que já estão disponíveis e podem suprir demandas e auxiliar no crescimento da indústria.

Analisando os municípios polo do Sudoeste do Paraná, Pato Branco e Francisco Beltrão, há esforços das entidades públicas para fomentar o desenvolvimento tecnológico regional (MUNICIPIO DE PATO BRANCO, 2019; PREFEITURA DE FRANCISCO BELTRÃO, 2019), no entanto, não foram identificados estudos específicos voltados para a adoção de TI e a indústria da construção civil.

Desta forma, o problema desta pesquisa envolve compreender quais as características de uso da TI na indústria da construção civil nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão, no estado do Paraná.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar a adoção e utilização da TI na indústria da construção civil dos municípios polo do Sudoeste do Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

- i. Identificar, na literatura, modelos de mensuração de fatores de adoção e uso de TI e aplicações usuais da TI na cadeia de suprimentos da construção civil.
- ii. Caracterizar usos da TI por profissionais da indústria da construção civil nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão.
- iii. Identificar e analisar fatores de adoção da TI por profissionais da indústria da construção civil nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão.
- iv. Discutir motivações e barreiras à adoção e utilização da TI na indústria da construção civil.

1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil é vista como defasada na adoção de tecnologias e no investimento em desenvolvimento tecnológico quando comparada às outras indústrias (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Os processos envolvidos no planejamento e execução de obras muitas vezes são realizados de maneira empírica, com poucos recursos tecnológicos.

Os projetos de construção geralmente apresentam baixo desempenho em termos de gestão de tempo, custo e qualidade (MENG, 2012). Assaf e Al-Hejji (2006) afirmam que as causas internas para o baixo desempenho nos projetos de construção podem advir do cliente ou

proprietário, do projeto de design, do empreiteiro, do consultor e dos vários fornecedores de materiais, equipamentos e mão de obra.

Considerando todas as informações que circundam a execução de um único empreendimento de construção, não é possível esperar que apenas um gerente de obras processe as informações em tempo hábil para tomar todas as decisões necessárias para evitar queda de qualidade, atrasos e prejuízo. Rivard (2000) afirma que a TI aumentou a produtividade nos processos, administração, *design* e gerenciamento de projetos. Logo, o suporte a estas atividades de gestão através da utilização da TI pode otimizar o tempo e o custo dos projetos.

Behera, Mohanty e Prakash (2015) afirmam que embora as empresas de construção estejam gerindo a cadeia de suprimentos há décadas, a pressão competitiva atual exige que os processos sejam mais eficazes. A integração e gestão da cadeia de suprimentos por meio da exploração da TI possibilita alcançar vantagem competitiva através de uma cadeia eficiente de fornecedores, colaboradores e clientes.

Ao passo que há confirmação do potencial da TI no suporte aos processos de gestão tanto dos empreendimentos quanto da cadeia de suprimentos da construção civil, volta-se a atenção à importância do indivíduo como uma peça primordial no sucesso da adoção de novas tecnologias. De acordo com DeLone e McLean (2003, p.10) “a mensuração do sucesso ou eficácia do Sistema de Informação (SI) é fundamental para a nossa compreensão do valor e eficácia das ações de gestão de SI e investimentos em SI”. Neste sentido, Venkatesh *et al.* (2003 p.426) afirmam que “para tecnologias melhorarem a produtividade, elas devem ser aceitas e usadas pelos funcionários nas organizações”. Deste modo, antes de investir na compra ou no desenvolvimento de TIs é imprescindível identificar os fatores que levam os indivíduos a rejeitar a tecnologia ou a não utilizá-la efetivamente.

Neste sentido, as pesquisas científicas estudam e empregam métodos conceituados com a finalidade de identificar fatores de adoção e sucesso na adoção da TI na indústria da construção civil. Modelos como o *Theory of Acceptance Model* (TAM), *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT), *Theory of Reasoned Action* (TRA), *Theory of Planned Behavior* (TPB), *Innovation Diffusion Theory* (IDT), Modelo de Sucesso de DeLone e McLean, IT-Barometer, vem sendo explorados com essa finalidade (SON *et al.*, 2012; SARGENT *et al.*, 2012; DAVIES; HARTY, 2013; SAMUELSON; BJÖRK, 2013; XU; FENG; LI, 2014; KIM; PARK; CHIN, 2016; HOWARD; RESTREPO; CHANG, 2017).

No Brasil, o investimento em TI por empresas construtoras ainda é baixo, porém nota-se que o setor está inserindo a TI em seus processos (MORAES *et al.*, 2006). No Sudoeste do

Paraná, ainda não há estudos voltados a TI na indústria da construção civil, que é uma indústria importante e em expansão nos municípios polo, Pato Branco e Francisco Beltrão.

A contribuição do setor da construção civil nestes municípios polo demonstra ser relevante para o crescimento socioeconômico. De acordo com informações disponibilizadas por consulta pública no CREA-PR (2018), Pato Branco possui 99 empresas na modalidade de engenharia civil, seguido de Francisco Beltrão com 85 empresas. Estas empresas contribuem para geração de emprego e renda. No município de Pato Branco, o setor registrou 6,0% do total dos empregos formais em 2017, seguido por 4,9% em Francisco Beltrão. (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2017). Além disto, no ano de 2014 o município de Pato Branco registrou a liberação de 992 alvarás de construção de imóveis residenciais, comerciais e industriais, seguido de Francisco Beltrão com o registro de 731 alvarás (SINDUSCON-PR, 2018).

Além disto, as entidades públicas fomentam a tecnologia e inovação nestes municípios. Como exemplo, o município de Pato Branco, que conta com o *slogan* de “cidade inteligente”, possui o parque tecnológico para empresas incubadas, realiza a Inventum, feira de ciência, tecnologia e inovação e foi o primeiro município do Sul a sediar a *Campus Party*, um dos maiores eventos de cultura *geek* e tecnologia do mundo. Além disto, “O município é reconhecido como Cidade Digital, pela Rede Cidades Digitais, e como a 5ª cidade mais inteligente do Brasil, segundo a Revista Exame, considerando cidades com até 100 mil habitantes.” (MUNICÍPIO DE PATO BRANCO, 2019). Já Francisco Beltrão conta com o Centro de Inovação e Tecnologia, e inaugurou em 2019 o Laboratório Núcleo de Pesquisas em Tecnologias Abertas, a fim de incentivar o desenvolvimento tecnológico local (PREFEITURA DE FRANCISCO BELTRÃO, 2019).

Adicionalmente, as empresas atuantes na área de TI recebem apoio de entidades como o Núcleo de Tecnologia de Informação (NTI), que conta com a união de 48 empresas do Sudoeste do Paraná, formando o Arranjo Produtivo Local (APL) da área tecnológica de TI, que é composto principalmente pelas cidades de Pato Branco, Francisco Beltrão, e Dois Vizinhos (FERREIRA, *et al.* 2015).

Desta forma, o cenário se mostra propício para adoção de TI por profissionais da indústria da construção civil dos municípios polo de Pato Branco e Francisco Beltrão, considerando a contribuição econômica do setor da construção civil e o fato dos municípios liderarem o APL de TI do Sudoeste do Paraná. No entanto, entende-se que é necessário,

primordialmente, que a pesquisa científica dê atenção à temática de forma a fomentar os estudos na área e tornar o investimento em TI mais atraente para os empresários da região.

O primeiro passo para identificar fatores que interferem na adoção de TIs, considerando as peculiaridades da indústria da construção civil, é replicar um modelo de aceitação da TI já validado na literatura, de modo a compreender os fatores de adoção e aceitação da TI na indústria da construção civil. Da mesma forma, aprofundar o conhecimento sobre a cadeia de suprimentos da construção civil vista pelos olhos dos profissionais atuantes no setor, é um meio para sugerir propostas que possam expandir a integração e processo de informação na cadeia.

Neste sentido, em meio a este cenário propício de fomento ao desenvolvimento tecnológico nos municípios polo do Sudoeste do Paraná, e a função significativa da indústria da construção civil, esta pesquisa científica acaba por servir como meio de sensibilização dos agentes e profissionais regionais do setor, servindo também como uma conexão entre a indústria da construção e a indústria de TI.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos.

Este primeiro capítulo apresenta a introdução ao tema de pesquisa; estabelece os objetivos, geral e específicos; justifica a relevância da pesquisa; e, por fim, indica a organização textual.

O segundo capítulo apresenta a revisão sistemática da literatura, feita a partir da análise de um portfólio bibliográfico relevante para o tema de pesquisa.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia da pesquisa, aborda sua caracterização metodológica, as etapas da pesquisa, e a explicação dos métodos adotados para coleta e análise de dados.

O quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa, tanto da fase quantitativa, com a modelagem de equações estruturais (SEM) e estatística descritiva, quanto da fase qualitativa, com análise de conteúdo das entrevistas.

O quinto capítulo apresenta a discussão da temática, baseado nos resultados encontrados nas fases quanti-quali.

O sexto capítulo apresenta as conclusões da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada a caracterização da indústria da construção civil, ilustrando aspectos socioeconômicos do setor. Na sequência, a partir de uma revisão sistemática da literatura (RSL), são apresentados e discutidas as principais definições e características sobre a adoção e uso de TI na indústria da construção civil, além de discutir as TIs que são foco de estudos na gestão da cadeia de suprimentos no setor da construção civil.

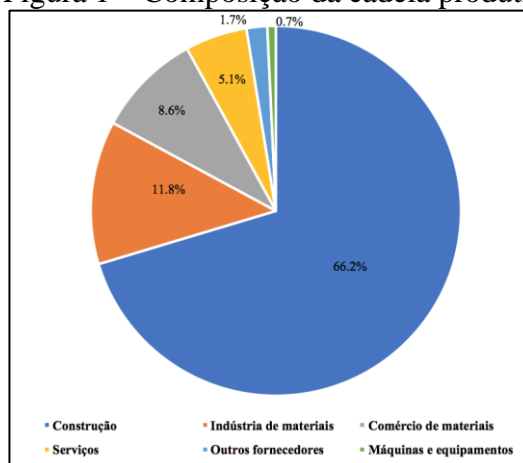
O método utilizado para realizar a RSL está descrito no capítulo de metodologia da pesquisa, na seção 3.2.1

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil é responsável pelo fornecimento de obras de infraestruturas indispensáveis ao ser humano, acompanhando todo do ciclo de vida dos projetos, incluindo o planejamento, projeto, construção e manutenção destas infraestruturas. A indústria é formada por indivíduos, empresas e outras partes interessadas que estão envolvidos direta e indiretamente com este ciclo de vida.

A cadeia produtiva da construção, formada pela construção, indústria de materiais, comércio de materiais, máquinas e equipamentos, serviços e outros fornecedores, registrou um PIB de R\$460,5 bilhões em 2016, correspondente a 7,3% do PIB nacional com um total de 11,6 milhões de ocupados. Na Figura 1 mostra-se a participação percentual de cada segmento da cadeia produtiva no PIB total da cadeia, sendo que a construção apresenta a maior participação, de 66,2% (ABRAMAT, 2017).

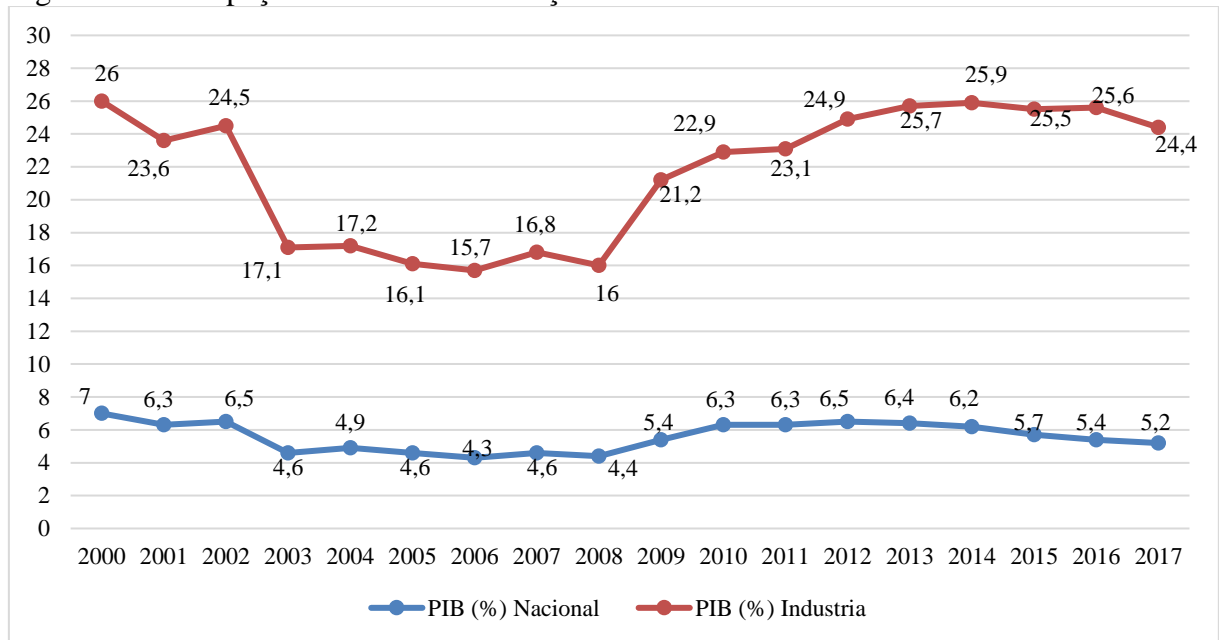
Figura 1 – Composição da cadeia produtiva da construção.



Fonte: Adaptado de ABRAMAT, (2017, p. 11).

A indústria da construção civil é o centro desta cadeia produtiva, não apenas pela elevada participação, mas por ser o destino da produção dos demais setores (ABRAMAT, 2007). Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC_a, 2018) a participação da indústria da construção civil no PIB nacional, em 2017, foi de 5,2%. Já a participação no PIB industrial foi de 24,4%. É uma contribuição significativa, considerando a fase de crise econômica enfrentada pelo Brasil e inevitavelmente pelo setor da construção civil. Conforme ilustrado na Figura 2, a participação da indústria da construção civil no PIB nacional varia de 7% em 2000 a 5,2% no período de 2000 a 2017, sendo em 2006 seu pior índice de 4,3%. A participação industrial no PIB varia de 26% (em 2000) a 15,7% (em 2006), no mesmo período (CBIC_a, 2018).

Figura 2 - Participação do PIB da Construção Civil de 2000 a 2017.



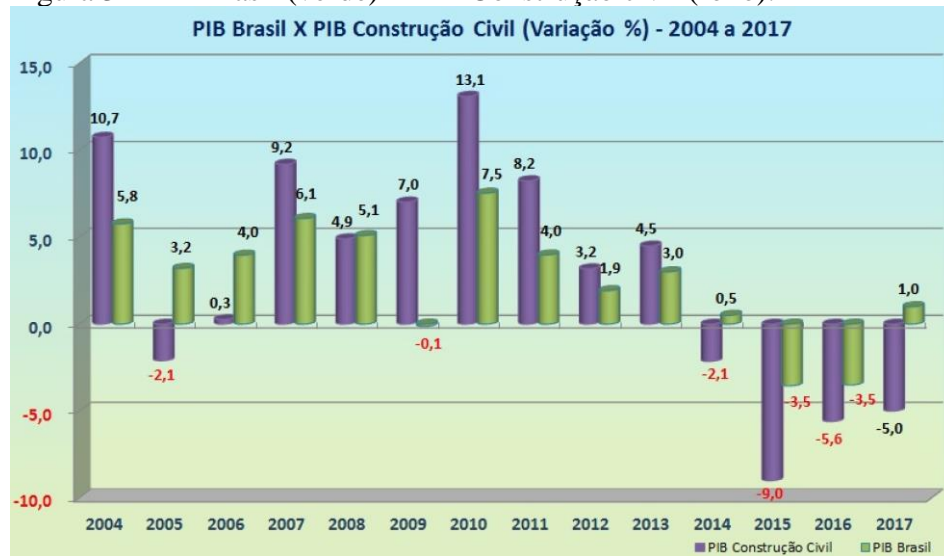
Fonte: Adaptado de CBIC_a (2018, s/p).

Giang e Pheng (2014) revisaram estudos dos últimos 40 anos a fim de analisar o papel da construção no desenvolvimento econômico e afirmaram que “a construção só pode contribuir para a economia quando há complemento suficiente e nível produtivo básico de outros setores para absorver os produtos da construção” (GIANG; PHENG 2014 p.123), ou seja: o crescimento do setor da construção civil depende do crescimento econômico do país como um todo, já que outros setores influenciam a demanda por infraestruturas.

Este argumento embasa a interpretação da variação do PIB nacional brasileiro comparado a variação do PIB da construção civil. A Figura 3 mostra um comparativo entre a variação do PIB nacional e a variação do PIB da indústria da construção civil de 2004 a 2017.

Entre 2004 e 2017, nos anos em que há um aumento considerável do PIB nacional, o PIB do setor da construção também apresenta crescimento, da mesma forma que demonstrou queda no período de 2014 a 2017, devido à crise econômica que assola o país. No entanto, no ano de 2009 houve queda de 0,1% no crescimento do PIB nacional, enquanto que o PIB do setor cresceu 7% em relação ao ano anterior. Este fenômeno pode ser explicado pelo lançamento do programa Minha Casa, Minha Vida, que a curto prazo pode ter sido um fator preponderante para este aumento. Logo, os dados indicam que o crescimento do setor depende da economia do país e também das políticas públicas que fomentam o investimento em infraestrutura e moradias (CBIC_b, 2017).

Figura 3 - PIB Brasil (verde) x PIB Construção civil (roxo).



Fonte: Adaptado de CBIC_b (2017, s/p).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), as obras de infraestrutura sofrem influência dos investimentos para esse fim feitos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, que em 2015 foi de R\$ 54,9 bilhões.

O setor também contribui significativamente para geração de empregos, sendo que a participação relativa da construção civil na população ocupada total vem crescendo desde 2006, alcançando 8,48% do total de trabalhadores no Brasil, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Participação (%) relativa da construção civil na população ocupada total.

Ano	Pessoas Ocupadas		Participação Relativa da Construção Civil na População Ocupada Total (%)
	Brasil	Construção Civil	
2000	78.744,515	5.579,533	7,09
2001	79.340,589	5.603,994	7,06
2002	82.416,557	5.851,946	7,10
2003	83.770,062	5.652,633	6,75
2004	87.942,470	5.862,069	6,67
2005	90.538,826	6.135,556	6,78
2006	93.049,796	6.201,572	6,66
2007	94.551,694	6.514,359	6,89
2008	95.720,196	6.833,562	7,14
2009	96.559,173	7.229,909	7,49
2010	98.116,218	7.844,451	8,00
2011	99.560,157	8.099,182	8,13
2012	100.960,268	8.578,192	8,50
2013	102.537,398	8.808,155	8,59
2014	105.472,678	9.149,114	8,67
2015	101.945,076	8.639,884	8,48

Fonte: Adaptado de CBIC_c (2018, s/p).

Embora os dados setoriais mostrem a importância da indústria da construção para a economia do país, os investimentos em tecnologia estão defasados quando comparados às outras indústrias, por apresentar barreiras para o sucesso na sua implementação (SARDROUD, 2015; MARTÍNEZ-ROJAS, 2015). Isso se explica devido às características mais complexas e fragmentadas dos empreendimentos e a singularidade do produto que varia conforme o tipo de construção, a localização, e quem está envolvido no empreendimento (SARDROUD, 2015).

Cada projeto possui um conjunto exclusivo de circunstâncias, como: local, partes interessadas, contratos, setores de mercado, fornecedores de materiais, projeto, cronograma, orçamento, escopo e finalidade, sendo que os participantes possuem prioridades individuais, conhecimento e tolerância ao risco variadas (RIGBY; MCCOY; GARVIN, 2012).

Os empreendimentos englobam muitas informações que são relacionadas com funções variadas como cronograma, métodos construtivos, gestão de custo, recursos, controle de qualidade, gestão da mudança de escopo (OMAR; NEHDI, 2016). Esta natureza única dos projetos constitui-se numa barreira para a inovação da indústria da construção civil (RIGBY; MCCOY; GARVIN, 2012).

A variabilidade entre os empreendimentos também dificulta o investimento e a adoção de tecnologias que atendam às especificidades de cada projeto. Há necessidade de ter mais eficiência na entrega dos projetos a fim de melhorar a reputação do setor. (RIGBY; MCCOY;

GARVIN, 2012). Lines *et al.* (2015) afirmam que as mudanças devem ser implementadas nos níveis individuais dos projetos, o que repercute em desafios para mudanças logo, resistência à mudança.

2.1.1 Cadeia produtiva da construção civil

O conceito de cadeia produtiva da construção engloba todos os estágios percorridos pelas matérias-primas de diversos bens e serviços, de um complexo processo produtivo. Por exemplo: os blocos de concreto fazem parte da cadeia produtiva dos produtos de calcário. A partir da extração do calcário é produzido o cimento, que é um produto intermediário, e num estágio avançado chega-se ao bloco de concreto (ABRAMAT, 2007).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT, 2007, p.6), “o termo cadeia produtiva da construção envolve todos os elos desse complexo processo produtivo. Ela é composta:

- (i) pelas construtoras, incorporadoras e prestadoras de serviços auxiliares da construção, que realizam obras e edificações;
- (ii) por vários segmentos da indústria, os que produzem materiais de construção;
- (iii) por segmentos do comércio varejista e atacadista; e
- (iv) por várias atividades de prestação de serviços, tais como serviços técnico-profissionais, financeiros e seguros”.

No Anexo A é apresentada a planta da cadeia produtiva da construção civil, mostrando as cadeias e indústrias que a compõe, além de realçar as etapas de produção e as interrelações industriais (ABRAMAT, 2007, p.10-11).

Considerando que a indústria da construção é o destino da produção dos demais setores envolvidos e possui elevada participação na produção e na geração de empregos da cadeia, esta é considerada o centro dentro da cadeia produtiva da construção (ABRAMAT, 2007; FIESP, 2018). Deste modo, “a indústria da construção civil determina, em grande medida, o nível de atividade de todos os setores que a circundam” (ABRAMAT, 2007, p.6).

2.2 MODELOS DE ADOÇÃO E USO DA TI – RSL1

Para compreender os fatores de adoção da TI para gestão da construção civil, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL), o método está descrito na seção 3.2.1.1.

Esta revisão resultou num portfólio bibliográfico de 17 artigos que abordam a temática. Os artigos foram abordados em duas perspectivas diferentes, a primeira tratando as pesquisas que aplicaram modelos que mensuram fatores de adoção e uso da TI, e a segunda tratando as pesquisas sobre sucesso pós-adoção da TI.

O processo de adoção da tecnologia inicia quando uma unidade de tomada de decisão procura soluções para uma necessidade ou para a melhoria de uma situação atual (SEPASGOZAR *et al.*, 2016). Para que a TI tenha resultados positivos, ela precisa ser aceita e utilizada pelos colaboradores nas organizações (VENKATESH *et al.*, 2003). Estudar os fatores que norteiam a adoção da TI é crucial para compreender as necessidades da indústria e dos usuários.

Para isto, na primeira abordagem foram selecionadas as 9 pesquisas que abordam a adoção da TI sob a percepção de profissionais da indústria da construção civil. Os objetivos fixados pelos autores são semelhantes, uma vez que estes estudos convergem em um universo de análise das percepções do usuário sobre a TI. É o que mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Objetivos dos estudos sobre uso e aceitação da TI.

Autores	Objetivos
Son <i>et al.</i> (2012)	Investigar os fatores que influenciam a implementação de dispositivos móveis com sucesso, explorando determinantes de satisfação do usuário e fazendo uma ligação com a satisfação e a performance percebida
Sargent <i>et al.</i> (2012)	Analisar os fatores que influenciam a adoção de TI na indústria da construção civil
Gajendran e Brewer (2012)	Analisar como a cultura organizacional impacta na ICT, através da visão compartilhada dos membros da organização
Davies e Harty (2013)	Explorar um conjunto de variáveis de nível individual ligadas às crenças sobre as consequências do uso do BIM
Samuelson e Björk (2013)	Aumentar o entendimento sobre adoção e processo de implementação da TI na construção, descrevendo fatores que influenciam na decisão de usar inovações em diferentes níveis
Xu; Feng e Li (2014)	Sugerir um modelo para examinar fatores de adoção do BIM, baseado na literatura
Kim; Park; Chin (2016)	Investigar as diferenças entre as intenções de uso e atitudes de usuários de BIM
Howard; Restrepo e Chang (2017)	Entender as percepções dos indivíduos sobre o BIM
Lee e Yu (2017)	Desenvolver um modelo discriminante de aceitação do BIM, para avaliar a prontidão dos elementos necessários para utilizar o BIM.

Fonte: Autoria própria (2017).

Genericamente, os objetivos se concentram em analisar como as percepções de aceitação dos usuários interferem na adoção da TI, sob diferentes perspectivas e cenários. Além disso, o que difere os estudos são os modelos teóricos utilizados e as variáveis analisadas.

Os estudos seguem modelos já validados, que são modelos gerais para avaliação da TI, porém, neste extrato de pesquisa, modificados com base na literatura ou parâmetros dos

autores de forma a atender adequadamente o contexto da indústria da construção civil. No Quadro 3 estão expostos os modelos e as variáveis analisadas em cada publicação.

Quadro 3 – Modelos e fatores dos estudos sobre aceitação e uso da TI.

Autores	Modelo	Construtos/Variáveis/Fatores/Dimensões analisados
Son <i>et al.</i> (2012)	TAM	Performance Percebida, Satisfação do Usuário, Utilidade Percebida (Influência Social, Relevância no Trabalho, Demonstrabilidade de Resultado, Suporte da Alta Gerência), Facilidade de Uso Percebida (Treinamento, Suporte Técnico, Complexidade Tecnológica).
Sargent <i>et al.</i> (2012)	UTAUT	Expectativa de Performance, Expectativa de Esforço, Condições Facilitadoras, Influência Social, Resistência individual à mudança, Suporte da Alta Gerência.
Gajendran e Brewer (2012)	Framework Gajendran, Brewer	Perspectiva de Integração Cultural Perspectiva de Diferenciação Cultural, Perspectiva de Fragmentação Cultural
Davies e Harty (2013)	UTAUT+TRA/TPB	Expectativa de Performance, Expectativa de Esforço, Influência Social, Condições Facilitadoras, Compatibilidade, Atitude em Relação ao Uso da Tecnologia.
Samuelson e Björk (2013)	IT-Barometer+UTAUT	Expectativa de Performance, Expectativa de Esforço, Condições Facilitadoras, Influência Social.
Xu; Feng e Li (2014)	TAM+IDT	Utilidade Percebida; Facilidade de uso Percebida; sob as dimensões atitude, tecnológica e organizacional.
Kim; Park; Chin (2016)	TAM+IDT	Intenção de Uso, Utilidade Percebida, Facilidade de Uso Percebida, Vantagem Relativa, Compatibilidade, Não-complexidade, Julgamento, Observabilidade.
Howard; Restrepo; Chang (2017)	UTAUT	Comportamento de Uso, Intenção comportamental, Atitude, Expectativa de Esforço, Expectativa de Performance, Influência Social, Condições Facilitadoras.
Lee e Yu (2017)	TAM+DeLone,McLean	Sucesso do BIM, Aceitação do BIM, Não-Aceitação do BIM, Atitude Organizacional, Atitude Pessoal, Ambiente Colaborativo, Disposição da Organização

Fonte: Autoria própria (2017).

O primeiro modelo de destaque foi proposto por Rogers (1962), chamado *Innovation Diffusion Theory* (IDT) que explica o processo de difusão da tecnologia antes da aceitação (KIM; PARK; CHIN, 2016), explicando o processo de adoção e tomada de decisão do usuário pela inovação através da observabilidade da inovação, a utilidade, a compatibilidade, a probabilidade, e a facilidade de uso (XU; FENG; LI, 2014).

O modelo *Theory of Acceptance Model* (TAM), foi desenvolvido por Davis (1989) e busca descobrir o impacto de variáveis externas na percepção do usuário em relação a um tipo de tecnologia, considerando as utilidades percebidas e a facilidade de uso percebida como os fatores mais importantes para explicar o uso de um sistema. O modelo faz uma relação causal entre esses fatores e as intenções de uso da tecnologia e o uso real (SON *et al.*, 2012; XU; FENG; LI, 2014; KIM; PARK; CHIN, 2016; LEE; YU, 2017).

O modelo de Sucesso do SI de DeLone e McLean (1992) analisa fatores de qualidade do SI (qualidade do sistema, da informação e do serviço), que influenciam a satisfação do usuário e o uso propriamente dito, e em conjunto conduzem ao impacto organizacional (LEE; YU, 2017). O modelo é validado pela literatura e largamente utilizado para mensurar o sucesso na adoção de TI. O objetivo principal de Lee e Yu (2017), que adotaram o modelo em conjunto com o TAM, era elaborar um modelo para aceitação do *Building Information Modeling* (BIM) com foco no usuário.

O *IT-Barometer* foi proposto por Samuelson (2002) e é um método para mensurar o uso da TI através da metodologia *survey* com um enfoque qualitativo e quantitativo, abordando as categorias de acesso à TI, uso de TI, comunicação, efeitos e planos e estratégias (SAMUELSON, 2002). No artigo de Samuelson e Björk (2013) é feita a apresentação de um estudo preliminar que utilizou o *IT-Barometer*. No estudo, para chegar ao modelo final, os autores aplicaram entrevistas baseadas também no modelo *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT).

O modelo UTAUT foi proposto por Venkatesh *et al.* (2003) e tem como finalidade mensurar o comportamento de uso e a intenção de uso através da expectativa de performance, a expectativa de esforço, a influência social e as condições facilitadoras (DAVIES; HARTY, 2013; SAMUELSON; BJORK, 2013; SARGENT *et al.*, 2012; HOWARD; RESTREPO E CHANG, 2017).

Gajendran e Brewer (2012) utilizaram o *framework* de Gajendran e Brewer (2007), que foi elaborado no contexto da construção civil. Se trata de um *framework* de análise da cultura organizacional baseado em 17 dimensões da TI, analisadas sob as perspectivas de valor adotado, integração de perspectiva cultural, diferenciação de perspectiva cultural, e fragmentação de perspectiva cultural (GAJENDRAN; BREWER, 2012).

Pelas variáveis analisadas nos artigos (SON *et al.* 2012; SAMUELSON; BJORK, 2013; GAJENDRAN; BREWER, 2012; LEE; YU, 2017) é possível verificar que os autores analisam fatores relativos à organização ou cultura organizacional através de seus membros, enquanto que os demais estudos analisam fatores particulares dos indivíduos. Esses, porém, também trazem resultados referentes à organização.

Para este trabalho, não foi realizada uma síntese dos resultados estatísticos dos modelos aplicados pelos autores, pois mesmo em estudos que se basearam nos mesmos modelos, houve alterações nas formas que os construtos foram mensurados, adição de outros construtos, alteração ou adição de variáveis. Além disso, a aplicação foi realizada em empresas

diferentes, com porte e maturidade diferentes, analisando a aplicabilidade de diferentes tipos de TI. Por exemplo: Kim, Park e Chin (2016) fazem a análise através de equações estruturais mostrando que a “compatibilidade” é um fator que não contribui significativamente para a “utilidade percebida” ao fazer a análise da adoção do BIM; em contrapartida no artigo de Xu, Feng e Li (2014) a “compatibilidade” influencia “positivamente” na utilidade percebida quanto à adoção do BIM. De todo modo, releva considerar que as populações analisadas foram diferentes e em países diferentes, não sendo possível fazer uma comparação verdadeira sobre as convergências e divergências entre os resultados.

Davies e Harty (2013) consideraram uma extensão do UTAUT com a adição do construto “atitude”, baseado nos modelos *Theory of Planned Behavior* (TPB) de Ajzen e Fishbein (1980) e *Theory of Reasoned Action* (TRA) de Ajzen (1991). Os modelos TRA e TPB já tinham sido considerados por Venkatesh *et al.* (2013) para a construção do UTAUT, porém, no seu estudo o fator “atitude” foi eliminado por não apresentar representatividade estatística.

Na pesquisa de Samuelson e Bjork (2013) é feita uma análise comparativa da implementação das TI: *Eletronic Data Management* (EDM), *Eletronic Data Interchange* (EDI) e BIM considerando fatores de iniciação, adoção, adaptação, aceitação, rotinização e infusão (COOPER; ZMUD, 1990). Na fase inicial de decisão é quando ocorre a “expectativa de performance”, que é o nível que os usuários acreditam que o sistema vai ajudar eles a alcançar ganhos na performance no trabalho (VENKATESH *et al.*, 2003). Samuelson e Björk (2013) também sugerem três níveis de implementação: individual (nível mais baixo em que os indivíduos decidem ou não usar a tecnologia em benefício próprio); organizacional (que normalmente se refere à empresa, mas pode considerar outra forma de organização hierárquica); e o nível mais amplo chamado interorganizacional (o conjunto de várias organizações que precisam interagir, mas sem um procedimento claro). Suas conclusões indicam que as decisões dependem do nível em que a empresa se enquadra no momento de adoção da TI.

Os modelos modificados para o setor da construção civil contribuem para a pesquisa científica e para a indústria. Ainda assim, não é possível inferir que há um método ou modelo que possa ser considerado mais relevante para o contexto da indústria da construção civil.

2.3 SUCESSO DA TI – RSL1

Na segunda abordagem da RSL foram analisados 9 artigos que exploram a perspectiva do sucesso e impacto da TI e das práticas atuais de utilização.

Os objetivos fixados pelos autores abordam o uso da TI e suas implicações na indústria da construção, as práticas adotadas e suas consequências nas organizações. No Quadro 4 estão expostos os objetivos de cada publicação.

Quadro 4 – Objetivos dos estudos sobre sucesso da TI.

Autores	Objetivos
Nitiithamyong e Skibniewski (2011)	Investigar os fatores que influenciam o desempenho do WPMS, a fim de sugerir maneiras efetivas de empregá-lo na construção.
Lee e Yu (2012)	Desenvolver e validar um modelo de sucesso para Sistemas de Informação de gerenciamento de projetos baseados em provedores de serviços de aplicação (<i>ASP-PMIS success model</i>).
Jacobsson e Linderoth (2012)	Explorar as percepções gerais dos usuários sobre os impactos das TIC no estágio de pós-adoção e analisar as implicações para a prática de gerenciamento de construção
Alkalbani (2013)	Desenvolver uma compreensão aprofundada da estrutura, práticas atuais, limitações e barreiras, bem como características específicas da construção em Omã, relacionada a TI.
Enegbuma <i>et al.</i> (2013)	Apresentar os resultados de um estudo sobre as percepções conhecimento dos profissionais da indústria da construção no BIM, apresentando o estado atual da adoção.
Samuelson e Björk (2013)	Aumentar o entendimento sobre adoção e processo de implementação da TI na construção, descrevendo fatores que influenciam na decisão de usar inovações em diferentes níveis.
Singh e Holmström (2015)	Explorar a lacuna na adoção da BIM no ponto de vista da teoria motivacional de Maslow (1943) sobre hierarquia de necessidades.
Son <i>et al.</i> (2016)	Investigar os efeitos da auto-eficácia do computador e da qualidade do SI (informação, sistema e qualidade do serviço) nos benefícios líquidos percebidos do PMIS.
Ikediashi e Ogwueleka (2016)	Explorar o nível de uso das infraestruturas de Tecnologia de Informação e comunicação na indústria de construção da Nigéria, e analisar as implicações para as práticas de gerenciamento.

Fonte: Autoria própria (2017).

A metodologia adotada pelos autores é variável, alguns autores utilizam entrevistas com enfoque qualitativo com especialistas, e outros seguem modelos da literatura. No Quadro 5 estão relacionados os modelos e fatores analisados.

Quadro 5 – Modelos e fatores sobre sucesso da TI

Autores	Modelo/Método	Construtos/Variáveis/Fatores/Dimensões analisados
Nitithamyong e Skibniewski (2011)	Elaboração de modelo	Performance do WPMS, Características do Time de Projeto, Características do Projeto, Características do Provedor do Serviço, Características do Sistema.
Lee e Yu (2012)	DeLone e MCLean	Impacto da Gestão de Construção Eficiente, Impacto da Gestão de Construção Eficaz, Satisfação do usuário, Intenção de usar o PMIS, Qualidade do Sistema, Qualidade da Informação, Qualidade do Serviço.
Jacobsson e Linderoth (2012)	Abordagem mista baseada na literatura	Percepções individuais e organizacionais (alta qualidade do trabalho, TI para reduzir custos da empresa, TI para melhorar a competitividade)
Alkalbani (2013)	Não identificado	Quantitativo: Percepção de limitações e barreiras ao desenvolvimento, Comunicação com a organização, Comunicação com outras organizações, Uso do computador, Requisito de suporte às TIC, Investimento organizacional às TIC, Uso organizacional comparativo das TIC, Tecnologias classificadas para resolução de problemas em equipe. Entrevistas: Ambiente de Negócios, Educação e Treinamento, TIC na construção.
Enegbuma <i>et al.</i> (2013)	Modelo de Enegbuma e Ali (2012)	Penetração do BIM, Construção Colaborativa, Reengenharia do Processo de Negócios, Construção Integrada de Computador, Pessoas, Processos, Tecnologia
Samuelson e Björk (2013)	Cooper,Zmud;Gallivan	Análise de implementação de TI a nível individual, organizacional e interorganizacional. (Iniciação, Adoção, Adaptação, Aceitação, Rotinização e infusão.
Singh e Holmström (2015)	Hierarquia das necessidades de Maslow e Teoria de Roger	Quantitativo: Atores, Papel na Cadeia BIM, Iniciador e adotante do BIM, Motivação do Iniciador para o Uso do BIM.
Son <i>et al.</i> (2016)	DeLone e MCLean	Benefícios Percebidos, Intenção comportamental de uso, Satisfação do usuário, Qualidade da informação, Qualidade do sistema, Qualidade do serviço, Auto eficácia do Computador

Fonte: Autoria própria (2017).

Os artigos que se baseiam no modelo de sucesso de TI de DeLone e McLean (LEE; YU, 2012, SON *et al.*, 2016) buscam compreender os fatores que indicam o sucesso na utilização da TI, analisando o impacto na organização através dos construtos do modelo. Ambos os artigos de Lee e Yu (2012) e Son *et al.* (2016) estendem o modelo para a avaliação do *Project Management Information System* (PMIS). O PMIS é a integração das informações do projeto através da utilização de softwares, com metodologia adequada para utilizar as informações do projeto. Porém, no estudo, não houve um avanço em relação às tomadas de decisão realizadas a partir dos modelos, em que fase de adoção empregar o modelo, ou quais análises e ações devem ser feitas em conjunto com a aplicação do mesmo.

Jacobsson e Linderoth (2012) fazem uma análise sobre a diferenças entre os grupos ocupacionais e suas percepções de sucesso e impacto da TI, através de um levantamento das

diferenças entre o papel da TI para os planejadores, para os gestores externos ao canteiro de obras, e para os mestres de obras. Além disto, discutem e elucidam como as falhas de gestão de obra podem estar ligadas às diferentes percepções que estes atores têm sobre o impacto da TI. Dessa forma, concluem que um grande desafio é adaptar a TI para dar suporte ao trabalho dos gestores externos e mestres de obras.

Samuelson e Björk (2013) vão além da análise das percepções do usuário e relatam as etapas seguintes à implementação da TI, de modo que por essa razão ele foi adicionado em ambas categorias. O estudo longitudinal realizado na pesquisa abordou três diferentes empresas e possibilitou analisar várias etapas de implementação da TI. O estudo vai ao encontro da pesquisa de Nitithamyong e Skibniewski (2011) que levantam fatores chave para a adoção de TI para gestão, depois de analisar três casos de adoção classificados como de grande sucesso, sucesso moderado e insucesso. Os autores acreditam que o próximo passo para a pesquisa é a estruturação dos passos em forma de modelo ou framework, buscando tornar o processo de adoção da TI no contexto da construção civil mais objetivo, considerando aspectos levantados nas pesquisas e que possam ser aplicados de forma prática.

As demais análises realizadas na RSL1 estão expostas no Apêndice A.

2.4 TI NA CADEIA DE SUPRIMENTOS – RSL2

Neste tópico são abordadas as principais aplicações de TI para suporte à gestão da cadeia de suprimentos da construção civil, identificadas por meio de RSL2, e a sua posterior análise de conteúdo. O método está descrito na seção 3.2.1.2.

São analisados os trabalhos que enfocam a aplicação ou *framework* para adoção/criação de alguma tecnologia específica que possa solucionar os problemas de comunicação e integração da cadeia de suprimentos na indústria da construção civil. No Apêndice B é possível verificar o portfólio bibliográfico da RSL2.

Foram destacadas nos artigos as seguintes TIs: BIM, dispositivos móveis, computação em nuvem, *Radio Frequency Identification* (RFID), e sistemas baseados em *web*. A seguir, cada uma das TIs destacadas será brevemente discutida.

O *Building Information Modeling* (BIM) foi objeto de estudo em 7 artigos do portfólio bibliográfico selecionado: Ikonen *et al.* (2013), Čuš-Babič *et al.* (2014), Wang *et al.* (2017)^a, Dave *et al.* (2016), Papadonikolaki, Vrijhoef e Wamelink (2015), Abedi *et al.* (2016) e Das, Cheng e Kumar (2015).

O BIM é definido como “o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção” (BRASIL, 2019).

Ikonen *et al.* (2013) propõem um *framework* que permite a comunicação bidirecional do BIM, por exemplo: informações do BIM são importadas para a base de dados para permitir a conferência de dimensões de elementos de concreto pré-moldado. Quando os pré-moldados são encaminhados ao canteiro de obras e instalados no local, é feita a atualização em tempo real do progresso da obra.

Čuš-Babič *et al.* (2014) utilizam o modelo BIM como posição central de um sistema que integra as informações de *design* do CAD com as informações de produção fornecidas pelo *Enterprise Resource Planning* (ERP), servindo como um veículo para troca de informações na cadeia de suprimentos, com maior transparência.

O BIM pode quantificar e especificar materiais automaticamente, e enviar essas informações para uma base de dados. Através de uma simulação do processo construtivo, o dia de instalação de uma porta, por exemplo, pode ser definido (WANG *et al.*, 2017^b). Ou seja, se a cadeia de suprimentos estiver conectada às atualizações do projeto, o fornecedor de portas terá essa informação em tempo real, sabendo se haverá algum atraso na instalação ou se o serviço poderá ser adiantado.

O BIM é percebido como uma tecnologia para aprimoramento da cadeia de suprimentos através de equipes de projetos interligadas e colaborativas com acesso integral e em tempo real às informações de projeto, ciclo de vida, modo de entrega e sobre a própria cadeia de suprimentos (KAMAR; HAMID, 2011; SACKY; AKOTIA, 2017). Neste contexto, comunicação se torna ágil e eficiente, tirando do gestor de obras a responsabilidade de contatar o fornecedor e, assim, automatizando a gestão da cadeia de suprimentos. Quando associado a outras tecnologias, o BIM pode ser uma importante ferramenta de automatização da gestão da cadeia de suprimentos.

Os dispositivos móveis também se destacam nas pesquisas. Foi evidenciada a utilização de *smartphones*, aparelhos celulares e/ou computadores móveis para, através de aplicativos específicos, enviar informações do canteiro de obras para o sistema e também para acessar as informações armazenadas (IKONEN *et al.*, 2013; ABEDI *et al.*, 2016; SHIN *et al.*, 2011; FATHI; ABEDI; RAWAI, 2012; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014).

Os dispositivos móveis têm as vantagens de conexão *bluetooth* e *wireless*; acesso a GPS; são flexíveis na maioria dos locais; são pequenos e as pessoas estão habituadas com eles (IKONEN *et al.*, 2013). Em contrapartida, foram apontadas limitações associadas a eles, como redes *wireless* com variação de qualidade, além da necessidade de cuidado no uso dos dispositivos nos ambientes tipicamente agressivos dos canteiros de obras (IKONEN *et al.*, 2013).

O uso da computação em nuvem também é uma solução adotada para gestão da cadeia de suprimentos (WANG *et al.*, 2017 b; FATHI; ABEDI; RAWAI, 2012; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014). A computação em nuvem é uma tecnologia valiosa que viabiliza o envio, recebimento e armazenamento de um grande volume de dados utilizando a internet e servidores remotos, incluindo servidores de aplicativos e de banco de dados (ČUŠ-BABIČ *et al.*, 2014; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014). As vantagens da computação em nuvem incluem a entrega de informação para vários recursos de TI (ABEDI *et al.*, 2016), pode ser aplicada a qualquer momento e lugar com pouca preocupação na aplicação de novas infraestruturas, licenças de software e treinamento (ABEDI *et al.*, 2015), sendo mais eficiente e efetiva do que a internet para entregar recursos computacionais, software, hardware, aplicativos e serviços (ABEDI *et al.*, 2016). Ou seja, todos os usuários da cadeia de suprimentos conectados à nuvem terão acesso à informação em tempo real, bem como poderão enviar informações em tempo real.

A tecnologia de RFID é utilizada principalmente na cadeia de suprimentos de concreto pré-moldado (IKONEN *et al.*, 2013; SHIN *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2017^b) e também para cadeia de suprimentos das armaduras de aço (MOON *et al.*, 2017). O RFID é uma tecnologia de identificação automática de dados através de sinais de rádio, que armazenam informações remotas através de etiquetas RFID. Basicamente, as etiquetas são embutidas ou fixadas nos elementos, e contém as informações relacionadas àquelas peças, como dimensões e localização onde serão aplicadas. Através de leitores e outras tecnologias de informação, essas informações automatizam e facilitam o gerenciamento das especificações de cada peça. No caso do concreto pré-moldado, que possui peças visualmente idênticos, a utilização de RFID para identificar estas peças resolve questões de rastreamento na logística construtiva, durante todo o ciclo de vida da cadeia de suprimentos (IKONEN *et al.*, 2013).

Uma das limitações associadas ao uso de dispositivos RFID é que todos os participantes da cadeia de suprimentos precisam ter um sistema de leitura das etiquetas e estarem adaptados a um sistema que receba essas informações (SHIN *et al.*, 2011). Como

benefícios esperados, o estudo de Wang *et al.* (2017)^b mostrou que o sistema RFID poderia gerar uma economia de 62% em custos operacionais, enquanto Moon *et al.* (2017) verificaram uma redução de resíduos de 23,3% durante o processo de armação de vigas idênticas.

Por fim, os trabalhos de Ikonen *et al.* (2013), Qian Li *et al.* (2017), Cheng *et al.* (2010), Agdas e Ellis (2010), abordam os sistemas baseados na *web*. O sistema baseado em *web* é uma ferramenta para integrar fontes de informação distribuídas e softwares, distribuídos em uma rede à qual os integrantes da cadeia de suprimentos podem se conectar através de uma portal *web*, que acomoda as informações em um único ponto de acesso (CHENG *et al.*, 2010). Ou seja, os dados são carregados num sistema *web*, e podem ser acessados através de um *website* (AGDAS; ELLIS, 2010).

A interface permite que múltiplos usuários monitorem as informações disponibilizadas (IKONEN *et al.*, 2013). De acordo com Li *et al.* (2017) o sistema baseado em *web* pode facilitar a comunicação bidirecional, informar tomadas de decisão baseada em registros do sistema e melhoria contínua do projeto durante o ciclo de vida, desde o projeto até a finalização da obra.

As TIs aqui apresentadas também são aplicadas de forma conjunta, como descrevem Ikonen *et al.* (2013), que propuseram um sistema que utiliza a tecnologia baseada num sistema *web*, integrando informações do BIM e RFID, e que também podem ser acessadas através de dispositivos móveis. Abedi *et al.* (2016) propôs a arquitetura de sistema que utiliza a computação em nuvem para integrar o BIM e informações adicionadas através de dispositivos móveis.

Há também sistemas que integram computação em nuvem e dispositivos móveis, enviando os dados do canteiro de obras ou das diversas etapas da cadeia de suprimentos diretamente para a nuvem e, por fim, aos membros da cadeia de suprimentos (FATHI; ABEDI; RAWAI, 2012; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014).

Difícilmente apenas uma destas tecnologias será suficiente para integração da cadeia de suprimentos, mas o conjunto de diversas tecnologias que se complementem para automatizar e agilizar a troca de informações, mostra-se como a melhor solução.

Ahuja, Yang e Shankar (2010) não discutem TIs específicas, mas propõem um *framework* de difusão da TI, onde a comunicação é difundida nos níveis pessoal, organizacional e industrial, atingindo as partes interessadas da cadeia de suprimentos.

Dallasega *et al.* (2016) apontaram a utilização de um protótipo de TI baseado nos princípios da Indústria 4.0. O protótipo foi desenvolvido no *Microsoft® Excel*, abastecido com

sugestões em cada fase da cadeia de suprimentos (engenharia, pré-fabricação e instalação), mantendo os dados de progresso da obra atualizados (DALLASEGA *et al.*, 2016).

Lönngren, Rosenkranz e Kolbe (2010) entende que o sucesso nas parcerias estratégicas na construção civil está relacionado ao suporte de TI eficiente ao longo da cadeia de suprimentos, e a consciência de cada membro de que os sistemas precisam sempre ser atualizados com informação a fim de realmente funcionarem (LÖNNGREN; ROSENKRANZ; KOLBE, 2010).

Esta ideia vai ao encontro do estudo de Hadaya e Pellerin (2010), que mostra que empresas atadas às características da cadeia de suprimentos, ao invés das características organizacionais, facilitam a adoção da TI para dar suporte aos processos interorganizacionais com os fornecedores. Adicionalmente, é necessário considerar as características das relações da cadeia de suprimentos e não apenas de fatores tecnológicos para desenvolver e implementar estratégias de TI interorganizacionais (HADAYA; PELLERIN, 2010).

2.4.1 Tendência para Cadeia da Construção no contexto da Indústria 4.0

Considerando as variáveis envolvidas na gestão da cadeia de suprimentos da construção civil, a TI vem sendo empregada cada vez mais intensivamente para dar suporte a esse processo na nova economia. Entretanto, apenas aplicações isoladas de TI não garantem a integração entre todos os agentes da cadeia de suprimentos.

Neste contexto, surge o conceito da Indústria 4.0 e em como ela pode auxiliar na otimização da gestão integrada da cadeia de suprimentos através da internet das coisas (IoT), da computação em nuvem, e do *Big Data*. O conceito de IoT é a utilização generalizada de etiquetas, sensores, smartphones, celulares, que “através de esquemas de endereçamento únicos, são capazes interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns” (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010 p. 2787). A “computação em nuvem refere-se tanto aos aplicativos fornecidos, como serviços pela internet, quanto ao *hardware* e software de sistemas nos *datacenters* que fornecem esses serviços” (ARMBRUST *et al.*, 2010 p.50). Enquanto que *Big data* é o termo utilizado para “descrever os conjuntos de dados e técnicas analíticas em aplicativos que são tão grandes (de *terabytes* a *exabytes*) e complexos (de sensor a mídias sociais) que exigem armazenamento de dados avançado e exclusivo” (CHEN; CHIANG; STOREY, 2012 p. 1166)

Embora apenas o estudo de Wang *et al.* (2017)^b, dentre os estudos identificados, cite diretamente a Indústria 4.0, os *frameworks* e modelos sugeridos nos demais artigos sugerem que os conceitos da Indústria 4.0 estão sendo levados em consideração, e aplicadas em estudos de caso, principalmente pela utilização integrada de sensores, computação em nuvem, servidores web, dispositivos móveis, e BIM.

A integração de diferentes agentes da cadeia de suprimentos da Indústria 4.0, apresenta uma rede de produção ciber-física caracterizada por ações autônomas que independem da localização, possuem integração generalizada, vários serviços automatizados e uma capacidade de reagir ao contexto e às exigências dos clientes, com interdependências informativas entre os protagonistas (LI *et al.*, 2017)

Todos os estudos mostram a preocupação com a integração da cadeia de suprimentos e a importância desta integração sustentável para alcançar sucesso na execução do projeto ao longo de todo o ciclo de vida. A utilização de computação em nuvem por exemplo, tem o objetivo de aglomerar um grande volume de dados (*Big Data*) e torná-lo acessível aos agentes da cadeia de suprimentos (ABEDI *et al.*, 2016; SHIN *et al.*, 2011; ABEDI *et al.*, 2015; ABEDI *et al.*, 2014; STANDARD ISO, 2010). Wang *et al.* (2017b) argumentam, por exemplo, que o RFID oferece um rastreamento automático criando um alto volume de dados variados a alta velocidade, representando o conceito moderno de *Big Data*.

Para engenharia de negócios e sistemas de informação, os pontos de interesse no contexto da Indústria 4.0 estão relacionados à integração, incluindo a integração dos sistemas físicos básicos com os sistemas de software, utilizando novas opções de informação em tempo real como o RFID e sensores (LASI, 2014). A utilização do RFID nos estudos de Papadonikolaki, Vrijhoef e Wamelink (2015), Das, Cheng e Kumar (2015), Dallahsega *et al.* (2016) e Qian Li *et al.* (2017), vem justamente amparando a ideia de rastrear elementos construtivos ao longo da cadeia de suprimentos, obtendo um volume de informação (*Big Data*) suficientemente completo para, através da utilização de TIs como dispositivos móveis, sistemas *web* e sistemas de computação em nuvem, integrar toda a cadeia de suprimentos a cerca das informações de projeto.

Um sistema ciber-físico é uma tecnologia de transformação para gerir sistemas interconectados entre recursos físicos e capacidades computacionais (BAHETI; GILL, 2011). A utilização de RFID e sensores é a conexão entre os recursos físicos e as capacidades da TI. Os estudos de RFID (PAPADONIKOLAKI; VRIJHOEF; WAMELINK, 2015; DAS; CHENG; KUMAR, 2015; DALLASEGA *et al.*, 2016; QIAN LI *et al.*, 2017) são limitados apenas à

cadeia de suprimentos das estruturas pré-moldadas e das armaduras de aço, e existem muitos outros elementos que compõe a edificação até a sua conclusão; porém, a iniciativa já reflete um passo da indústria da construção civil em busca de se modernizar e inserir-se no contexto da Indústria 4.0.

Adicionalmente, as redes sem fio (*wireless*) são a tecnologia chave que permitem a implementação da Indústria 4.0 (LI *et al.*, 2017). Os sistemas de comunicação *wireless*, com acesso à internet, devem estar disponíveis para os trabalhadores e *stakeholders*, porém este ainda pode ser um problema nos canteiros de obras (MOON *et al.*, 2017).

As soluções adotadas e sugeridas têm grande relevância para o desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos integrada e sustentável. No entanto, a indústria da construção civil é composta por empresas que atuam em diferentes áreas e são, na sua maioria, de pequeno e médio porte (IKONEN *et al.*, 2013). Logo, não é possível afirmar que as pesquisas reflitam a totalidade da realidade abarcada pela indústria da construção civil, mas sim uma busca da ciência para melhorar os processos envolvidos nos projetos e processo de construção.

Desta forma, os estudos sobre a cadeia de suprimentos na indústria da construção civil caminham ao encontro da Indústria 4.0, buscando solucionar os problemas de comunicação e integração da cadeia através da utilização de TIs integradas. Isto reflete uma oportunidade de crescimento da indústria da construção e de toda a sua cadeia de suprimentos a partir da adoção e uso disseminado de TIs. No entanto, existem dificuldades inerentes ao setor que também devem ser considerados, destacando-se o obstáculo de implementar estas soluções em localidades onde a conexão com a internet não está disponível ou é ineficiente. Este aspecto torna a integração da cadeia de suprimentos difícil, ainda mais sobre os preceitos da Indústria 4.0.

2.5 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

As duas RSLs realizadas contaram com um total de 34 artigos, sendo que o BIM foi abordado em 14 destes artigos. Dessa forma, se entende a importância de abordar o BIM nesta pesquisa.

O BIM expressa a inovação na indústria da construção civil, sendo um conjunto de tecnologias, processos e políticas que afetam as entregas, as relações e os papéis na indústria da construção civil (SUCCAR; KASSEM, 2015). O BIM possui atributos geométricos, espaciais, geográficos, de quantidades e propriedades de elementos construtivos, estimativas de

custos, inventários e cronograma do projeto construtivo (AZHAR, 2011). A modelagem de informação da construção não se limita aos softwares, mas ao conjunto de informações que pode ser gerado através do BIM.

A adoção e difusão do BIM na indústria da construção civil ainda está em andamento. Isto ocorre porque há maior complexidade nos projetos BIM, justamente devido ao maior volume de informações. Succar (2009) destaca que o ciclo de vida dos projetos de construção passa por três fases principais: design, construção e operação. Ou seja, inicia no contato com o cliente, passa pela fase de projetos de design, pela construção, pela manutenção e o descarte. Já a maturidade no BIM, que inclui tecnologia, processo e políticas, passa por três estágios: modelagem baseada em objeto, colaboração baseada em modelo e integração baseada em rede.

De acordo com Campestrini *et al.* (2015), o BIM pode ter n dimensões. O BIM 3D contém informações espaciais do projeto (pilares, vigas, lajes, paredes, tubulações, etc.), ou seja, além da visualização 3D, há informações de quantidades, facilitando a quantificação de materiais. Já o modelo do BIM 4D possui informações de prazo, que possibilita gerenciar o cronograma, a produtividade das equipes, sequência construtiva, programação espacial das etapas, etc. O BIM 5D é programado para receber informação de custo da obra (materiais, ferramentas, despesas indiretas, etc.). O BIM 6D fornece informações do uso da edificação, como validade dos materiais, ciclos de manutenção, consumo, possibilitando extrair custos de operação e manutenção da edificação. Quanto mais dimensões, maior a quantidade de informação, o que otimiza a tomada de decisões.

Malacarne *et al.* (2018) realizou um estudo sobre a implementação do BIM em pequenas e médias empresas na Itália. Foram destacados dois grandes benefícios: o fornecimento de quantidades precisas e a visualização automatizada do projeto. Porém, também houve críticas: modelagem demorada devido ao alto nível de detalhes; interface ruim do software (Revit) que causa erros e retrabalhos; custo alto das tecnologias e falta de profissionais capacitados em BIM.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo é feita a caracterização metodológica da pesquisa, seguida de uma descrição breve de suas etapas da pesquisa; a apresentação dos meios e métodos de coleta de dados, incluindo a descrição de população e amostra; os métodos adotados para análise dos dados; e, por fim, um cronograma das etapas da pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

Esta pesquisa tem duas finalidades, a primeira é exploratória e a segunda descritiva.

A pesquisa exploratória busca esclarecimentos a respeito do tema, aumentando a familiaridade do pesquisador e da comunidade científica com o tema e clarificação de conceitos (MARCONI; LAKATOS, 2010; GIL, 2008). Desta forma, na etapa de aplicação do modelo de pesquisa, que foi alterado do modelo original levando em consideração aspectos do contexto, a pesquisa é exploratória, uma vez que não há pesquisas semelhantes no Sudoeste do Paraná e esta pesquisa vêm com a intenção de iniciar a discussão sobre o tema no contexto local. Ainda, amplia-se a compreensão sobre as interrelações das variáveis consideradas no modelo para aplicações na indústria de construção civil.

Já a pesquisa descritiva esta interessada na “descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 2008 p.28). Logo, a pesquisa descritiva é o principal enfoque deste trabalho, sendo também abordada na fase quantitativa de aplicação do modelo, e com mais intensidade na fase qualitativa de entrevista, pois busca compreender os resultados obtidos na fase quantitativa e os demais aspectos observados na revisão da literatura através da descrição dos fenômenos observados.

A abordagem inicial da pesquisa é quantitativa, uma vez que envolve a mensuração de variáveis que são oferecidas por uma teoria já consolidada e são definidas antes da realização do experimento (MARTINS *et al.*, 2012). Posteriormente, adota-se uma abordagem qualitativa, uma vez que segundo Martins *et al.* (2012) “a preocupação é obter informações sobre a perspectiva dos indivíduos”, momento em que haverá um aprofundamento da temática abordada na fase quantitativa.

Em relação aos procedimentos, seguindo a prévia revisão sistemática da literatura, elaborou-se uma pesquisa do tipo *survey* do tipo explanatória ou confirmatória com os

profissionais da indústria da construção civil. Segundo Miguel e Ho (2012) a *survey* explanatória “ocorre quando o conhecimento sobre um fenômeno já foi desenvolvido teoricamente usando conceitos bem definidos, modelos teórico-conceituais e proposições. A coleta de dados é conduzida com o objetivo específico de testar a adequação das variáveis relacionadas ao fenômeno, que foram extraídos da literatura”.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

3.2.1 Revisão sistemática da literatura

Foram realizadas duas revisões sistemáticas da literatura. Na primeira revisão sistemática, sobre adoção da TI para gestão dos empreendimentos na indústria da construção civil, foi obtido um portfólio bibliográfico com 17 artigos. Na segunda revisão sistemática, sobre a utilização da TI para gestão da cadeia de suprimentos da construção civil, foi selecionado um portfólio bibliográfico com 22 artigos.

3.2.1.1 RSL sobre adoção de TI para gestão da indústria da construção civil

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) iniciou-se com a definição de três eixos de pesquisa, baseados na compreensão dos pesquisadores sobre o tema. Para cada eixo de pesquisa foram definidas palavras-chave que representassem seu campo teórico e que pudessem, através de combinações entre os eixos, retornar o maior número de materiais pertinentes ao tema.

O primeiro eixo de pesquisa foi *Information System*, que engloba o universo da TI com as seguintes palavras-chave: *Information System*, *Information Technology*, *ICT*, *ERP*, *PMIS*. O segundo eixo da pesquisa foi definido como *Construction Industry*, objetivando capturar os trabalhos publicados no contexto da indústria da construção civil, com as seguintes palavras-chave: *construction industry*, *construction company*, *construction business* e *construction management*. O terceiro eixo de pesquisa foi definido como *Organizational Innovation*, buscando englobar as pesquisas com enfoque em inovação através da adoção da TI, com as palavras-chave: *innovation*, *organizational change*, *competitiveness*, *improvement*, *performance management*, *technology adoption*. Este

conjunto de palavras-chave viabilizou a elaboração de cem combinações possíveis entres os eixos de pesquisa, alimentando a busca nas bases de dados.

Foram definidas cinco bases de dados representativas para o tema e que possibilitam a utilização de expressões booleanas, sendo elas: *Scopus*, *Science Direct*, *Emerald*, *Web of Science*, *Engineering Research Database*. Foram considerados artigos publicados entre o período de 2011 a 2017. A busca resultou num banco de artigos brutos com um total de 5442 artigos, os mesmos foram importados para o software de gerenciamento de referências *Mendeley*, que possibilitou a união de artigos duplicados, chegando a um conjunto de 2355 artigos.

Na abordagem dos trabalhos, primeiramente foi realizada a leitura de todos os títulos buscando eliminar os artigos que não se enquadravam com o tema de pesquisa, resultando na seleção de 243 artigos. Após a leitura atenta de resumos com foco no objetivo da pesquisa, foram separados 63 artigos. Os materiais foram lidos integralmente para a obtenção dos 17 artigos do portfólio bibliográfico. As etapas podem ser conferidas na Figura 4.

Figura 4 – Etapas de construção do portfólio bibliográfico 1.

Definição do tema	<ul style="list-style-type: none"> • TI na gestão da construção civil..
Eixos de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Information System</i> • <i>Construction Industry</i> • <i>Organizational innovation</i>
Palavras-chave	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Information System, Information Technology, ICT, ERP, PMIS;</i> • <i>construction industry, construction company, construction business e construction management;</i> • <i>innovation, organizational change, competitiveness, improvement, performance management, technology adoption</i>
Base de dados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Scopus, Science Direct, Emerald, Web of Science, Engineering Research Database</i>
Publicações encontradas	<ul style="list-style-type: none"> • 5.442 artigos iniciais; • Após checar duplicados no <i>Mendeley</i>: 2.355
Leitura dos títulos	<ul style="list-style-type: none"> • 2.112 artigos eliminados; • 243 artigos para leitura dos resumos.
Leitura dos resumos	<ul style="list-style-type: none"> • 63 artigos para leitura na íntegra.
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> • 46 artigos não se encaixavam com a temática; • Portfólio final com 17 artigos.

Fonte: Autoria própria (2018).

A etapa seguinte foi a análise bibliométrica do portfólio bibliográfico, buscando, principalmente, identificar os autores e artigos de destaque e a relevância dos periódicos em que foram publicados, além de proporcionar uma visão ampla do cenário da pesquisa e da comunidade científica interessada e atuante no tema, atualizando e direcionando o pesquisador a uma pesquisa mais eficaz. Para isto, os artigos foram analisados isoladamente quanto às suas datas de publicação, citações, autores e periódicos. O mesmo princípio foi aplicado para o conjunto de referências do portfólio bibliográfico para, por fim, unir os dados da análise e inferir sobre a temática.

Finalmente, foi realizada a análise de conteúdo do portfólio bibliográfico, seguindo o método proposto por Bardin (2009). Através desta análise foi possível identificar os modelos utilizados pelos pesquisadores para avaliar a adoção e uso da TI nas empresas de construção civil.

3.2.1.2 RSL sobre cadeia de suprimentos na Indústria 4.0 de construção civil

O método de seleção do PB foi o mesmo utilizado na primeira pesquisa, conforme Figura 5.

Figura 5 – Etapas de construção do portfólio bibliográfico 2.

Definição do tema	<ul style="list-style-type: none"> • Cadeia de Suprimentos da Indústria 4.0
Eixos de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Construction Industry</i> • <i>Supply Chain</i> • <i>Industry 4.0</i>
Palavras-chave	<ul style="list-style-type: none"> • <i>construction industry, construction company e construction management;</i> • <i>supply chain, supply chain management, e SCM;</i> • <i>Industry 4.0, Information System, Information Technology, ICT, Internet of Things, Cloud Computing, e Big Data.</i>
Base de dados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Scopus, Emerald, Web of Science, Engineering Research Database.</i>
Publicações encontradas	<ul style="list-style-type: none"> • 1.809 artigos iniciais; • Após checar duplicados no <i>Mendeley</i>: 660 artigos
Leitura dos títulos	<ul style="list-style-type: none"> • 593 artigos eliminados; • 67 artigos para leitura dos resumos.
Leitura dos resumos	<ul style="list-style-type: none"> • 29 artigos para leitura na íntegra.
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> • 7 artigos não se encaixavam com a temática; • Portfólio final com 22 artigos.

Fonte: Autoria própria (2018).

O primeiro eixo de pesquisa foi *Construction Industry*, objetivando capturar os trabalhos publicados no contexto da indústria da construção civil, com as seguintes palavras-chave: *construction industry*, *construction company* e *construction management*. O segundo eixo da pesquisa foi definido como *Supply Chain*, buscando englobar os trabalhos que abordam a cadeia de suprimentos, com as palavras-chave: *supply chain*, *supply chain management*, e *SCM*. E o terceiro eixo de pesquisa foi *Industry 4.0* que engloba o universo da indústria 4.0, com as seguintes palavras-chave: *Industry 4.0*, *Information System*, *Information Technology*, *ICT*, *Internet of Things*, *Cloud Computing*, e *Big Data*. Assim sendo, a busca sistemática envolveu 63 combinações entre as palavras-chave enunciadas

Foram definidas quatro bases de dados representativas para o tema e que possibilitam a utilização de expressões booleanas, sendo elas: *Scopus*, *Emerald*, *Web of Science*, *Engineering Research Database*. Foram considerados artigos publicados entre o período de 2010 a 2017. A busca resultou num banco de artigos brutos com um total de 1809 artigos, que foram importados para o software de gerenciamento bibliográfico *Mendeley*, que possibilitou a unificação de artigos duplicados, originando um conjunto de 660 artigos. A leitura dos títulos resultou na manutenção de 67 artigos e, após a leitura atenta dos resumos, permaneceram 29 artigos. Com a leitura integral dos artigos foram selecionados 22 artigos para compor o portfolio bibliográfico PB, dada sua maior aderência ao tema e contornos da pesquisa. Por fim, foi realizada a análise de conteúdo seguindo o método proposto por Bardin (2009).

3.2.2 Modelo de pesquisa

O objetivo desta pesquisa é caracterizar a adoção e utilização da TI na indústria da construção civil dos municípios polo do Sudoeste do Paraná. Desta forma, considerando as pesquisas destacadas na RSL1, se faz necessário adotar um modelo da literatura que possibilite a identificação dos fatores de adoção e utilização da TI, uma vez que estudar os fatores que norteiam a adoção da TI é crucial para compreender as necessidades da indústria e dos usuários.

Neste sentido, primeiramente se observou os resultados obtidos na RSL1. No Quadro 6 estão expostos os modelos adotados em 9 pesquisas identificadas na RSL1, sendo que o UTAUT e o TAM aparecem em 4 destas pesquisas e o IDT aparece em 2 pesquisas.

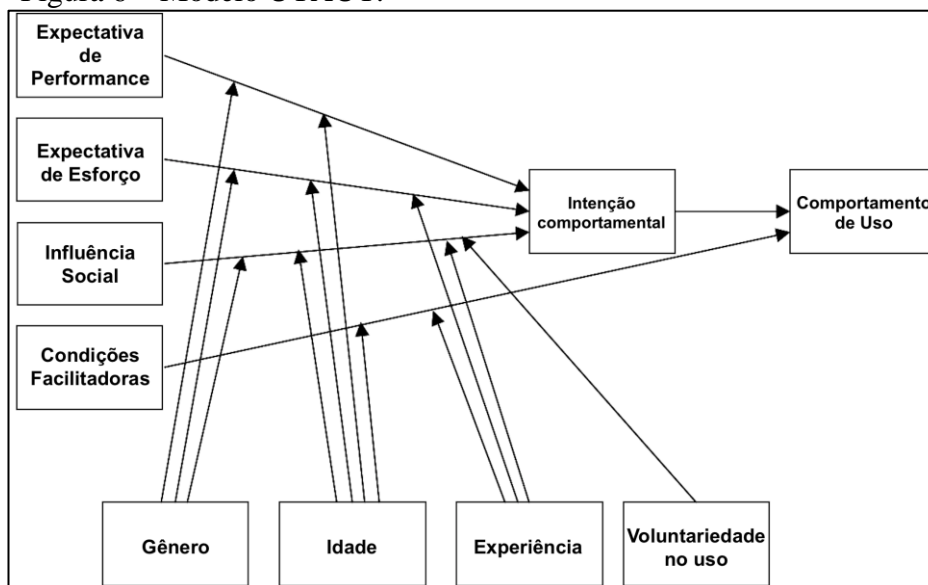
Quadro 6 – Modelos e fatores sobre sucesso da TI

Autores	Modelo
Son <i>et al.</i> (2012)	TAM
Sargent <i>et al.</i> (2012)	UTAUT + Oreg
Gajendran e Brewer (2012)	Framework Gajendran, Brewer
Davies e Harty (2013)	UTAUT+TRA/TPB
Samuelson e Björk (2013)	IT-Barometer+UTAUT
Xu; Feng e Li (2014)	TAM+IDT
Kim; Park; Chin (2016)	TAM+IDT
Howard; Restrepo; Chang (2017)	UTAUT
Lee e Yu (2017)	TAM+DeLone,McLean

Fonte: Autoria própria (2018).

Para elaboração do modelo UTAUT (Figura 6) foram revisados os oito modelos da literatura: Teoria da Ação Racional (TRA), Modelo de Aceitação Tecnológica (TAM), o Modelo Motivacional (MM), a Teoria do Comportamento Planejado (TPB), o modelo que combina o TAM e o TPB (C-TAM-TPB), o modelo de utilização do PC (MPCU), a Teoria da Difusão da Informação (IDT), e a Teoria Cognitiva Social (SCT). Os constructos significativos desses modelos foram testados e combinados a fim de gerar os quatro construtos independentes do UTAUT: Expectativa de desempenho, expectativa de esforço, influência social, condições facilitadoras. Além disso quatro moderadores chave foram identificados: gênero, idade, experiência, e voluntariedade do uso.

Figura 6 – Modelo UTAUT.



Fonte: Traduzido de Venkatesh *et al.* (2003 p.447).

Os quatro construtos são definidos como segue (Venkatesh *et al.* 2003):

- Expectativa de performance (EP): nível em que um indivíduo acredita que usar o sistema vai ajudar ele(a) a obter ganhos no desempenho do trabalho;
- Expectativa de esforço (EE): nível de facilidade associado com o uso do sistema.
- Influência social (IS): nível em que um indivíduo percebe que outras pessoas consideradas importantes para ele acreditam que ele ou ela deve usar o sistema.
- Condições facilitadoras (CF): nível em que um indivíduo acredita que existe uma infraestrutura organizacional e técnica para apoiar o uso do sistema.

Desta forma, conforme citado, para elaboração do modelo UTAUT, Venkatsh *et al.* (2013) considerou outros oito modelos, incluindo o TAM, o IDT, o TRA e o TPB, que também se destacaram na RSL1. Ou seja, O UTAUT é consequência de uma ampla pesquisa bibliográfica e também de uma pesquisa exploratória em profundidade, resultando em modelo lapidado. Por estas razões, o UTAUT demonstra ser o mais abrangente entre os modelos identificados.

O modelo UTAUT (Figura 6) proposto por Venkatesh *et al.* (2003), avalia a possibilidade busca compreender o que conduz à aceitação da tecnologia, ou seja, a partir da adoção da tecnologia, o que leva os indivíduos a utilizarem a TI.

Existe ainda a importância de realizar a análise contextual ao desenvolver estratégias para implementação de TI nas firmas (Venkatesh *et al.*, 2003). Ou seja, mesmo com a aplicação de um modelo validado e amplamente empregado em várias indústrias, é importante considerar o contexto da indústria da construção civil de modo a complementar o modelo e obter informações mais significativas que considerem as características do setor.

Analisando os objetivos das pesquisas que adotaram o modelo UTAUT no Quadro 7, se observa que os estudos de Davies e Harty (2013) e de Howard, Rastrepo e Chang (2017) e Samuelson e Björk (2013) têm foco no BIM, enquanto que a pesquisa de Sargent *et al.* (2012) buscou esclarecer aspectos semelhantes aos objetivos desta pesquisa.

Sargent *et al.* (2012) realizou um estudo sobre os fatores que influenciam a adoção da TI em uma empresa de construção, e utilizou como ponto de partida o modelo UTAUT, adicionando outros dois construtos considerados pertinentes para a indústria da construção: a resistência à mudança (RM) e o apoio da alta gerência.

Quadro 7 – Estudos com aplicação do modelo UTAUT.

Autor	Título	Modelo	Objetivo
Davies e Harty (2013)	Measurement and exploration of individual beliefs about the consequences of building information modelling use	UTAUT+TRA/TPB	Explorar um conjunto de variáveis de nível individual identificadas nas principais pesquisas sobre Sistemas de Informação, e demonstrar como essas variáveis contribuem para a compreensão do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação na construção civil, com foco no BIM.
Samuelson e Björk (2013)	Adoption processes for EDM, EDI and BIM technologies in the construction industry	IT-Barometer+UTAUT	Estudar os fatores que afetam a decisão de implementar as técnicas de EDM, EDI e BIM, e o processo real de adoção.
Sargent <i>et al.</i> (2012)	Factors influencing the adoption of information technology in a construction business	UTAUT + RM de Oreg (2003)	Examinar fatores que influenciam na adoção da TI na construção civil.
Howard; Restrepo; Chang (2017)	Addressing individual perceptions: An application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling	UTAUT	Identificar fatores que tem efeito na aceitação do BIM na indústria de arquitetura, engenharia e construção na Coreia, analisando a relação entre os fatores que afetam a aceitação e a difusão do BIM.

Fonte: Autoria própria, 2018.

O construto RM foi proposto por Oreg (2003) e continua sendo largamente utilizado nas pesquisas atuais (LARSGARD *et al.*, 2017; PALOS; GUNARU, 2017; SOENEN; MELKONIAN; AMBROSE, 2017; RAFFERTY; JIMMIESON, 2017; AL SALAMI; MAKELA; DE MIRANDA, 2017; DYEHOUSE *et al.*, 2017; NAKHODA; TAJIK, 2017) em outras áreas do conhecimento.

Venkatesh *et al.* (2003) também enfatizou a importância de analisar a resistência à mudança, considerada um fator vital de adoção da tecnologia considerando que e a resistência muitas vezes pode ser a razão principal para que a tecnologia falhe. No estudo realizado por Sargent *et al.* (2012) a RM não demonstrou ser significativa. Entretanto, dentre as sugestões para pesquisas futuras, Sargent *et al.* (2012) indicou que a pesquisa precisa ser aplicada em mais empresas do setor para generalizar os resultados e também em empresas com diferentes modelos de gestão, além disto enfatizou que o construto RM não deve ser eliminado nas pesquisas futuras pois a cultura de mudança da empresa estudada já era considerada difundida (SARGENT *et al.* 2012).

Adicionalmente, Sargent *et al.* (2012) uniu os construtos de condições facilitadoras e influência social em um construto chamado condições facilitadoras internas, que se

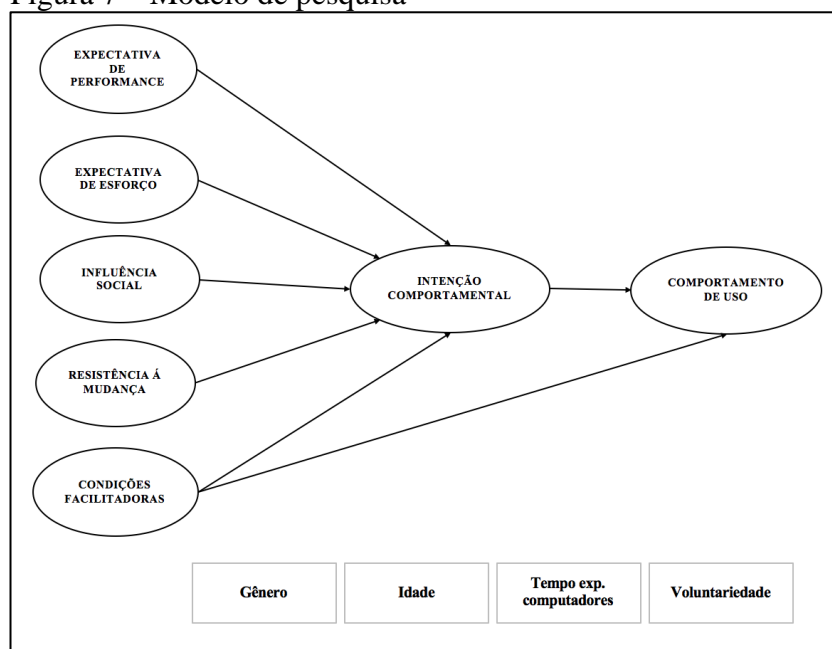
mostrou positivamente significativo para a intenção de uso. Por outro lado, a expectativa de esforço não teve influência na intenção de uso, possivelmente porque a TI já é entendida como uma ferramenta para minimizar o esforço e o tempo necessário para realizar uma tarefa (SARGENT *et al.* 2012).

Considerando que o modelo UTAUT já é um modelo difundido e validado e que o modelo proposto por Sargent *et al.* (2012) faz poucas alterações no modelo original UTAUT, uma variação deste modelo será aplicada nesta pesquisa. O construto RM permanece no modelo de pesquisa considerando a evidente importância da resistência à mudança no contexto da indústria da construção civil. O construto “apoio da alta gerência” não será considerado no modelo pois os dados serão coletados de profissionais da construção civil de diferentes níveis hierárquicos, podendo os participantes pertencerem ou não à alta gerência, logo o construto não seria adequadamente mensurado. No entanto, este aspecto será abordado na fase qualitativa, com as entrevistas semiestruturadas.

O construto RM foi originalmente proposto por Oreg (2003), tendo como objetivo de “mensurar a inclinação da disposição do indivíduo de resistir a mudança”. Para isto são utilizados quatro fatores: busca de rotina, reação emocional, foco de curto prazo e rigidez cognitiva. Pelas definições de Oreg (2003), a “busca de rotina expressa um desejo por baixos níveis de estímulo”. A reação emocional “reflete a quantidade de estresse e desconforto que o indivíduo experimenta quando confrontado com a mudança”, o foco de curto prazo expressa “a inconveniência imediata nos efeitos adversos da mudança”, a rigidez cognitiva “explora a frequência e a facilidade com que as pessoas mudam de ideia”.

As variáveis moderadoras de idade, gênero, experiência e voluntariedade do modelo original UTAUT serão mantidas, e novos moderadores poderão aparecer após a análise dos resultados (porte da empresa, tipos de obras executadas, por exemplo). O modelo estendido do UTAUT com a união da RM está exposto na Figura 7.

Figura 7 – Modelo de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2018).

As seguintes hipóteses, seguindo as pesquisas citadas anteriormente, foram adotadas:

- H1: A expectativa de performance terá influência positiva na intenção dos indivíduos em usar a TI.
- H2: A expectativa de esforço terá influência positiva na intenção dos indivíduos em usar a TI.
- H3: A influência social terá influência positiva na intenção do indivíduo em usar a TI.
- H4: Condições facilitadoras terá influência positiva no comportamento de uso da TI.
- H5: Condições facilitadoras terá influência positiva na intenção de uso da TI.
- H6: A resistência à mudança terá influência negativa sobre a intenção dos indivíduos de usar a TI.
- H7: A intenção comportamental terá influência positiva sobre o comportamento de uso da TI.

3.2.3 Variáveis operacionais e a construção e validação do questionário

As variáveis de cada um dos construtos dos modelos são mensuradas através de um questionário em que cada questão representa uma variável. O questionário foi construído através dos itens originais do questionário de Venkatseh *et al.* (2003) e os itens da escala de RM de Oreg (2003).

As questões representam as variáveis do modelo e a escala de Likert foi mantida, a partir da proposição original, para mensurar estas variáveis. Também foram adicionadas questões demográficas para segregar as empresas por porte e questões a respeito dos tipos de TI utilizadas. Estas questões buscam avaliar se existem outras variáveis moderadoras que influenciam no modelo e também dar subsídio para a próxima etapa qualitativa da pesquisa.

O questionário original foi traduzido do inglês para o português por um americano fluente em português com o auxílio de uma brasileira fluente em inglês, posteriormente essa tradução foi retraduzida para o inglês por outro brasileiro fluente em inglês. As questões originais em inglês e a retradução foram comparadas a fim de garantir que não ocorreram mudanças de significado. A tradução e retradução das questões pode ser verificada no Apêndice C.

Na sequência foi realizado um pré-teste do questionário com especialistas. O questionário foi analisado por cinco profissionais da área de TI e dois engenheiros civis. Foi requisitado que estes especialistas analisassem a consistência das questões e ajustes foram feitos a partir dos *feedbacks*. As alterações podem ser verificadas no Apêndice D.

Posteriormente, o teste piloto foi aplicado para 3 engenheiros civis, para analisar se o instrumento de pesquisa poderia responder ao objetivo e se os profissionais compreenderiam, sem a intervenção do pesquisador, o sentido das questões. Com isto, foram feitos ajustes nas questões que foram apontadas como problemáticas pelos profissionais, de modo a clarificar a interpretação sem alterar o sentido da questão, as alterações podem ser verificadas no Apêndice D. O questionário final pode ser visualizado no Apêndice E.

3.2.4 População e amostra

A população analisada foi extraída da indústria da construção civil dos municípios de Pato Branco e de Francisco Beltrão, no Paraná, mais especificamente os engenheiros civis e arquitetos. O ideal seria que todos os agentes da cadeia participassem desta pesquisa. No entanto, o tempo e os recursos disponíveis para esta pesquisa não permitem que toda a cadeia de suprimentos seja englobada, exigindo que seja feito um recorte na população. Desta forma, este recorte se deve ao fato de que o engenheiro civil e o arquiteto têm papel importante na mudança de paradigma sobre adoção de tecnologia no setor da construção civil. Sendo que a adoção de TIs pelos engenheiros pode induzir fornecedores e empreiteiros externos a se adequarem às novas práticas. Além disto, como líderes nos escritórios de

projetos e canteiros de obras, também tem o papel de motivar e fomentar o uso e tecnologias nos diferentes níveis hierárquicos dos colaboradores envolvidos com os empreendimentos.

Os municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão no Paraná, foram selecionados por apresentarem características populacionais e econômicas semelhantes conforme mostra o Quadro 8; serem municípios importantes na região Sudoeste do Paraná; e pela viabilidade socioeconômica de acesso do pesquisador aos dois municípios.

Quadro 8 – Características demográficas.

	Pato Branco	Francisco Beltrão
População estimada (2017)	80.710	88.465
PIB per capita (2015)	R\$38,826.04	R\$30,306.48
IDH	0.782	0.774

Fonte: IBGE, 2018.

A população de engenheiros civis foi identificada no *website* do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA/PR), com o registro de 211 profissionais em Pato Branco e 150 profissionais em Francisco Beltrão. A população de arquitetos foi identificada no *website* do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Paraná (CAU/PR), com o registro de 224 arquitetos em Pato branco e 189 em Francisco Beltrão. Desta forma, a população total de engenheiros civis e arquitetos, nas cidades de Pato Branco e Francisco Beltrão, é de 774 profissionais.

3.2.5 Coleta de dados

Os dados foram coletados a partir da aplicação do questionário disponibilizados *online* na plataforma eletrônica do *googledocs*. O questionário ficou disponível de maio de 2018 a janeiro de 2019, devido a grande dificuldade de contatar os profissionais.

Nos *websites* do CREA/PR e o do CAU/PR é fornecido o nome completo dos profissionais com registro ativo. É disponibilizado o contato apenas dos profissionais que optam por tornar as informações públicas, sendo que a minoria opta por divulgar as informações.

Desta forma, para contatar os profissionais e convidá-los a participar da pesquisa, foi realizada uma busca de contatos através da plataforma de pesquisa do *Google* e das redes sociais *Facebook* e *LinkedIn*, além de acessar a lista de contatos fornecida pela Associação Regional de Engenheiros e Arquitetos de Pato Branco (AREA/PB).

Os profissionais foram contatados por telefone e convidados a participar da pesquisa através do questionário *online* que foi encaminhado por *e-mail* para quem aceitou participar da pesquisa. Mesmo com a vasta pesquisa pelos contatos, não foi possível encontrar o contato de todos os profissionais. Assim, a fim de atingir toda a população, o CREA/PR e ao CAU/PR encaminharam o convite de participação a todos os engenheiros civis e arquitetos registrados.

Da população total de 774 profissionais foram obtidas 109 participações no questionário. Destas 109 participações apenas uma foi considerada inválida pois o respondente não pertencia à população de engenheiros civis e arquitetos.

Desta forma, foram obtidas 108 participações válidas, correspondente a 13,95% da população. Nas Tabelas 1 e 2 é possível verificar a distribuição da amostra em relação ao município e a formação, respectivamente.

Tabela 1 – Distribuição da amostra por município.

Município	Frequência	%	F. válida	% válida
Francisco Beltrão	37	34%	37	34%
Pato Branco	72	66%	71	65%
Total	109	100%	108	99%

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 2 – Distribuição da amostra por formação.

Formação	Frequência	%	F. válida	% válida
Arquitetura	50	46%	50	46%
Engenharia civil	58	53%	58	53%
Outro	1	1%	0	0%
Total	109	100%	108	99%

Fonte: Aatoria própria (2019).

3.3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 Fase quantitativa: questionário

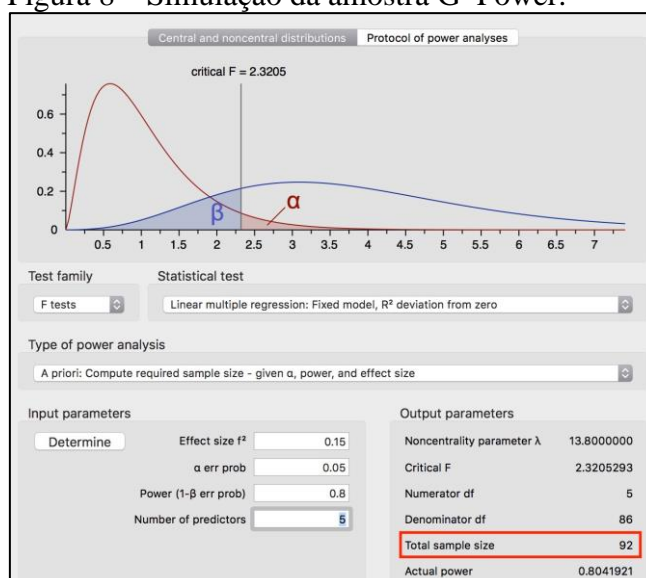
Relativamente à abordagem quantitativa, o tratamento estatístico dos dados foi realizado através de estatística descritiva e modelagem de equações estruturais (SEM).

Segundo Hair *et al.* (2009) a “Modelagem de equações estruturais (SEM) é uma família de modelos estatísticos que buscam explicar as relações entre múltiplas variáveis”.

Desta forma, através da SEM é possível examinar a inter-relação entre as variáveis expressas através de equações que descrevem as relações entre os construtos do modelo proposto.

O tamanho da amostra mínima necessária para uso do SmartPLS, ou para aplicação da SEM, pode ser obtido através do software G*Power (FAUL *et al.*, 2009). Cohen (1988) propõe que o poder do teste ($Power = 1 - \beta$ erro prob) seja convencionado como 0,80 e o tamanho do efeito f^2 seja de 0,15. Também é analisada a variável latente do modelo com o maior número de preditores, sendo esta “Pensamento a curto prazo” e “Busca de rotina”, pertencentes a RM, cada uma com 5 preditores. Na Figura 8 é apresentado o resultado do teste f realizado, resultando em uma amostra mínima de 92 casos. Desta forma a amostra de 108 participantes é suficiente para realizar a SEM.

Figura 8 – Simulação da amostra G*Power.



Fonte: Autoria própria (2017).

Os dados do questionário foram exportados do *googledocs* para o *Microsoft Excel*, onde foram organizados e tratados, para então serem exportados para o *Statistical Package for Social Sciences v23* (SPSS), a fim de realizar as análises de estatística descritiva e, finalmente, a SEM foi desenvolvida com o auxílio do software SmartPLS 3.2.8.

A SEM seguiu as orientações de Hair *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2017). Desta forma, a avaliação conta com dois estágios. O primeiro é a avaliação do modelo de mensuração e o segundo é a avaliação do modelo estrutural.

O modelo de mensuração tem a finalidade de verificar se os construtos foram adequadamente mensurados. As etapas para avaliação do modelo de mensuração reflexivo estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Estágio 1: avaliação do modelo de mensuração reflexivo.

Indicador	Descrição	Critério
Validade Convergente	Quanto uma variável se correlaciona positivamente com outras variáveis do mesmo construto.	Confiabilidade do indicador > 0,70 AVE > 0,5
Consistência interna	Avaliação da confiabilidade	Alfa de Cronbach \geq 0,60 Confiabilidade composta \geq 0,60
Validade discriminante	Quanto um construto é distinto de outros construtos	Cargas cruzadas < cargas fatoriais Critério de Fonell-Larker

Fonte: Hair *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2017).

Já o modelo estrutural possibilita realizar o teste das hipóteses propostas no modelo teórico. A avaliação do modelo estrutural está descrita na Tabela 4.

Tabela 4 – Estágio 2: avaliação do modelo estrutural.

Indicador	Descrição	Critério	Como?
Colinearidade	Avalia a colinearidade entre os construtos a fim de evitar resultados transversais.	$0,20 < VIF < 5$	PLS Algoritmo -> relatório: critério de qualidade -> estatística de colinearidade -> VIF interior (<i>Inner VIF</i>)
Coefficiente de Determinação R ²	Medida do poder preditivo do modelo. Porção da variância dos construtos dependentes que é explicada pelo modelo estrutural.	0,25 = pequeno 0,50 = médio 0,75 = grande	Critério de qualidade -> R ²
Tamanho do efeito f ²	Avaliação da contribuição de cada construto para o R ²	0,02 = pequeno 0,15 = médio 0,35 = grande	Critério de qualidade -> f ²
Significância e relevância das relações	Avaliação da significância dos coeficientes estruturais. Teste t de <i>Student</i>	$t \geq 1,65$ (nível de significância de 10%) $t \geq 1,96$ ou $p \leq 0,05$ (nível de significância de 5%) $t \geq 2,57$ (nível de significância de 1%)	<i>Bootstrapping</i> , valores do teste t

Fonte: Hair *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2017).

3.3.2 Fase qualitativa: entrevista semiestruturada

Após a aplicação do questionário e análise dos resultados, os participantes da pesquisa foram separados em grupos e foi aplicada a entrevista semiestruturada com profissionais da construção civil com a finalidade de aprofundar a compreensão dos resultados observados nos dados quantitativos e também alcançar outros objetivos específicos que não foram abordados na fase quantitativa.

As questões foram elaboradas baseadas nos objetivos da pesquisa e nas análises realizadas na fase quantitativa, com o intuito de interpretar o modelo estrutural na perspectiva do profissional da indústria da construção civil.

Inicialmente foram feitas questões para deixar o participante confortável e então entrar no contexto do tema desta pesquisa. Num segundo momento foram abordados os aspectos observados através dos construtos, com perguntas relacionadas a cada um deles. Em seguida, foi abordado o BIM, uma vez que esta temática se prenunciou nas RSLs. O tema então foi conduzido para a cadeia de suprimentos da indústria da construção e as TIs utilizadas para facilitar a gestão da cadeia. O roteiro inicial da entrevista está exposto no Apêndice G. O roteiro foi seguido na maioria dos casos e novas perguntas foram formuladas durante a entrevista, conforme as respostas e interação de cada profissional.

As entrevistas foram conduzidas pessoalmente pela pesquisadora. Contando com a autorização dos participantes, as entrevistas foram gravadas para auxiliar na análise posterior. Além disto, foram tomadas notas dos pontos considerados mais relevantes, a fim de auxiliar na condução da entrevista.

A seleção dos entrevistados foi realizada considerando os resultados quantitativos e por essa razão esta etapa está descrita no item 4.4.1. A análise de conteúdo das entrevistas seguiu o método proposto por Bardin (2009). De maneira ampla, o processo envolve três etapas: a pré-análise, a exploração do material, e o tratamento e análise dos resultados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa. A primeira etapa consiste na análise quantitativa dos dados coletados através do questionário. A princípio é realizada a caracterização da amostra objeto de estudo. Na sequência, a análise descritiva das variáveis coletadas e a modelagem de equações estruturais através da análise do modelo de mensuração e do modelo estrutural. A segunda etapa consiste na análise qualitativa dos dados, através da análise de conteúdo das entrevistas. A análise tem objetivo de investigar os fenômenos identificados na análise quantitativa, e os que não foram abordados nesta etapa.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os dados foram exportados via *Googledocs*, para uma planilha do *Microsoft Excel*, que recebeu o tratamento adequado. Na sequência, os dados foram importados para o SPSS, possibilitando a configuração das variáveis, auxiliando na caracterização da amostra e na posterior análise da estatística descritiva.

Analisando a Tabela 5, se observa que a predominância de gênero foi masculina (57%). A maioria dos respondentes (56%) têm idade entre 26 e 35 anos, sendo 54% engenheiros(as) civis e 46% arquitetos(as). 40% dos respondentes são profissionais autônomos e 25% trabalham em microempresas. Entre os serviços oferecidos pelas empresas/profissionais liberais se destacam projetos (76%) e obras de edifícios até 3 andares (47%). Dos profissionais, 86% utilizam a TI para elaboração de projetos, 88% para orçamentação, 71% para cronograma, 69% para armazenamento e recuperação de dados e 67% para planejamento e previsão.

Tabela 5 – Caracterização dos respondentes.

	Valor	Frequência	% de casos
Gênero	Feminino	46	43%
	Masculino	62	57%
Idade	25 ou menos	17	16%
	26 a 35	61	56%
	36 a 45	21	19%
	46 a 55	8	7%
	56 ou mais	1	1%
Formação	Arquitetura	50	46%
	Engenharia civil	58	54%
Porte da empresa - faturamento	Profissional Liberal	42	39%
	MEI (Faturamento anual bruto até R\$81.000,00)	1	1%
	ME - (menos R\$360.000,00)	28	26%
	EPP - (R\$360.000,00 a R\$4.8000.000,00)	13	12%
	Faturamento Anual Bruto maior que R\$4.8000.000,00	7	6%
	Instituição pública	4	4%
	Não sei ou prefiro não responder	13	12%
Porte da empresa - nº de colaboradores	Autônomo	43	40%
	Grande (mais de 100 empregados)	7	6%
	Média (50 a 99 empregados)	4	4%
	Micro (até 9 empregados)	27	25%
	Pequena (10 a 49 empregados)	17	16%
	Não sei ou prefiro não responder	10	9%
Serviços oferecidos pela empresa	Edifícios até 3 andares	47	44%
	Edifícios acima de 3 andares	30	28%
	Industriais	16	15%
	Pavimentação	10	9%
	Infraestrutura	18	17%
	Projetos	80	74%
	Terraplanagem	9	8%
	Pré-moldados	13	12%
	Outros	14	13%

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

Conforme dados da Tabela 6, a maioria (56%) não utiliza nenhuma das tecnologias identificadas na RSL2, sendo que 21% afirmou utilizar o BIM, 13% a computação em nuvem e 9% Internet das coisas, sendo que nenhum respondente utiliza mais do que um desses recursos simultaneamente. Além disto, 81% utilizam notebook em suas atividades e 74% utilizam smartphones. Os softwares mais utilizados são: AutoCAD (96%), Word (94%), Excel (92%), Google Drive (63%), Dropbox (56%), Lumion (36%), CorelDraw (36%), Revit (31%), Photoshop (29%) e Eberick (23%).

Tabela 6 – Caracterização dos respondentes quanto as tecnologias utilizadas.

Variável	Valor	Frequência	% de casos
Tecnologias RSL2	Nenhuma	61	56%
	BIM	23	21%
	Computação em nuvem	14	13%
	Internet das coisas	10	9%
	RFID	0	0%
Hardwares/ Dispositivos utilizados	Computador	88	81%
	Notebook	80	74%
	Smartphone	75	69%
	Tablet	21	19%
	Outros	0	0%
Softwares/aplicativos utilizados	AutoCAD	104	96%
	Word	102	94%
	Excel	99	92%
	Google Drive	68	63%
	SketchUP	64	59%
	Dropbox	60	56%
	Lumion	39	36%
	CorelDraw	39	36%
	Revit	34	31%
	Photoshop	31	29%
	Eberick	25	23%
	Google Agenda	24	22%
	V-ray	24	22%
	Ftool	17	16%
	Outros	17	16%
	Microsoft Project	16	15%
	Promob	16	15%
	ArchiCAD	12	11%
	CypeCAD	9	8%
	AutoCAD Civil 3D	7	6%
	TQS	6	6%
	Trello	5	5%
	SAP2000	5	5%
	Sienge	4	4%
	MATLAB	4	4%
	Construct App	1	1%
Scilab	1	1%	
Ansys	1	1%	
MDSolids	1	1%	

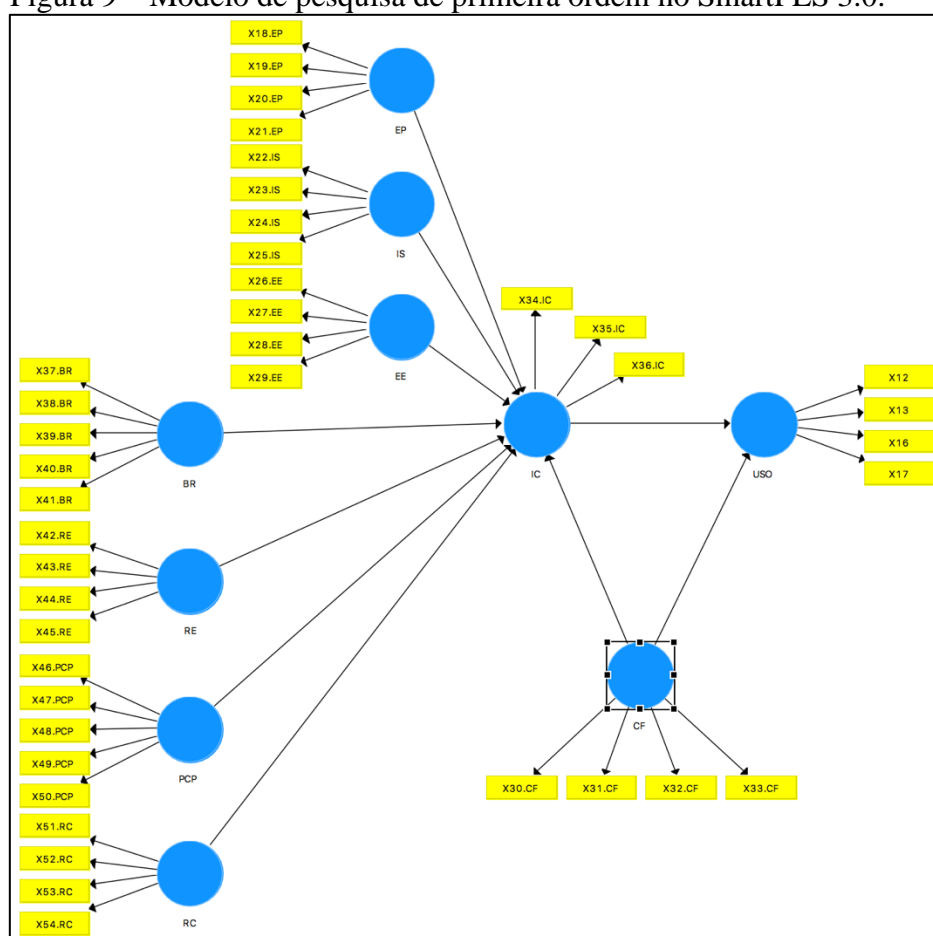
Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

4.2 ANÁLISE DO MODELO DE EQUAÇÃO ESTRUTURAIS

Conforme citado, o estudo aplicou a técnica de modelagem de equações estruturais (SEM), seguindo Hair *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2017). Desta forma, a avaliação segue dois estágios. O primeiro é a avaliação do modelo de mensuração, e o segundo é a avaliação do modelo estrutural.

Inicialmente, as variáveis já organizadas no SPSS foram exportadas para o SmartPLS 3.2.8. O modelo foi desenvolvido com a criação dos construtos representados pelas suas variáveis, através de ligações reflexivas, conforme o adotado por Venkatesh *et al.* (2003) no modelo original UTAUT. Os construtos foram ligados entre si, representando as hipóteses propostas no item 3.2.2. Na Figura 9 é possível visualizar o modelo de pesquisa de primeira ordem na interface do SmartPLS 3.2.8.

Figura 9 – Modelo de pesquisa de primeira ordem no SmartPLS 3.0.



Fonte: Modelo no SmartPLS (2019).

4.2.1 Análise do modelo de mensuração

Antes de iniciar a análise, Hair *et al.* (2017) orienta que seja observado o número de iterações que o software necessitou realizar para que o modelo convergisse no SmartPLS 3.2.8, sendo que esta deve ser menor do que o número máximo de iterações previamente definido pelo pesquisador (neste caso, 300 iterações). Deste modo, analisando a tabela “alterações do critério de paragem”, se verificou que o algoritmo convergiu com 10 iterações.

Primeiramente, foi realizada a avaliação da confiabilidade ou consistência interna. Para isto, foram analisados os coeficientes da Confiabilidade Composta (CC) e do alfa de Cronbach. Considerando que esta é uma pesquisa exploratória, foi estipulado que o alfa de Cronbach deve ser superior a 0,60 (HAIR *et al.* 2009) e a CC também deve ser superior a 0,60 (HAIR *et al.* 2017).

Oportunamente, também foi avaliada a variância média extraída (AVE), que de acordo com Hair *et al.* (2017), é a média das cargas quadradas dos indicadores associados ao construto, ou seja, representa a porção dos dados que é explicada por cada um dos construtos. Se o AVE for maior ou igual a 0,50, o construto explica mais da metade da variância dos seus indicadores, já um AVE menor do que 0,50 indica que na média há mais variância no erro dos itens do que na variância explicada. Logo, os valores de AVE devem ser superiores a 0,50.

Na Tabela 7 estão expostos os valores da CC, do alfa de Cronbach e do AVE. Os valores que não atingiram os limites inferiores foram destacados em vermelho em cada uma das colunas. Nota-se que o modelo é inconsistente em três dos quatro construtos de Resistência à Mudança (RM), incluindo busca pela rotina (RM-BR), pensamento a curto prazo (RM-PCP) e rigidez cognitiva (RM-RC). Além disto os construtos condições facilitadoras (CF) e comportamento de uso (USO) também apresentaram coeficientes abaixo do limite inferior.

Tabela 7 – Consistência interna.

Fator	Itens	Alfa de Cronbach	CC	AVE
RM-BR	5	0,503	0,004	0,112
CF	4	0,503	0,700	0,450
EE	4	0,917	0,941	0,801
EP	4	0,839	0,892	0,677
IC	3	0,935	0,958	0,885
IS	4	0,883	0,919	0,739
RM-PCP	5	0,826	0,842	0,534
RM-RC	4	0,174	0,323	0,452
RM-RE	4	0,766	0,844	0,578
USO	4	0,447	0,699	0,374

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Ao analisar os dados, foram identificados quatro construtos problemáticos. Sendo eles Condições Facilitadoras (CF), Comportamento de uso (USO), além de três dos quatro construtos de Resistência à Mudança (RM): Busca pela Rotina (BR) e Rigidez Cognitiva (RC).

Estes construtos possuem variáveis que estão sujeitas a exclusão a fim de melhorar os indicadores da Tabela 8. Para eliminar variáveis, foi iniciado o processo de análise da validade convergente, analisando as cargas externas das variáveis dos construtos.

De acordo com Hair *et al.* (2017), cargas externas altas indicam que os indicadores associados têm muito em comum, o que é capturado pelo construto. O quadrado da carga externa representa o quanto da variação da variável é explicada pelo construto, sendo descrita como a variância extraída da variável. Logo, cargas externas maiores do que 0,708 sugerem níveis suficientes de confiabilidade do indicador, uma vez que $0,708^2$ é igual a 0,50.

Desta forma, considerando os construtos problemáticos identificados na Tabela 7, e baseado nas cargas externas da Tabela 8, inicialmente foram eliminados os indicadores: BR3 (-0,503), CF3 (0,074), RC1 (-0,772) e USO1 (0,451).

Tabela 8 – Cargas externas.

	BR	CF	EE	EP	IC	IS	PCP	RC	RE	USO
BR1	0,258									
BR2	-0,217									
BR3	-0,503									
BR4	0,394									
BR5	0,199									
CF1		0,916								
CF2		0,902								
CF3		0,074								
CF4		0,375								
EE1			0,910							
EE2			0,930							
EE3			0,883							
EE4			0,854							
EP1				0,891						
EP2				0,822						
EP3				0,687						
EP4				0,875						
IC1					0,942					
IC2					0,971					
IC3					0,908					
IS1						0,848				
IS2						0,847				
IS3						0,874				
IS4						0,870				
PCP1							0,773			
PCP2							0,719			
PCP3							0,926			
PCP4							0,765			
PCP5							0,334			
RC1								-0,772		
RC2								0,422		
RC3								0,471		

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Tabela 8 – Cargas externas (continuação).

	BR	CF	EE	EP	IC	IS	PCP	RC	RE	USO
RC4								0,902		
RE1									0,622	
RE2									0,802	
RE3									0,758	
RE4									0,842	
USO1										0,451
USO2										0,652
USO3										0,579
USO4										0,729

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Após a exclusão das variáveis o algoritmo PLS foi novamente calculado. A Tabela 9 mostra os novos indicadores de consistência interna. É possível verificar que os construtos RM-BR, RM-RC e USO ainda apresentam inconsistências nos indicadores.

Tabela 9 – Consistência Interna 1.

Fator	Itens	Alfa de Cronbach	CC	AVE
RM-BR	4	0,209	0,594	0,338
CF	3	0,657	0,802	0,602
EE	4	0,917	0,941	0,801
EP	4	0,839	0,892	0,677
IC	3	0,935	0,958	0,885
IS	4	0,883	0,919	0,739
RM-PCP	5	0,826	0,842	0,535
RM-RC	3	0,680	0,698	0,469
RM-RE	4	0,766	0,845	0,579
USO	3	0,512	0,743	0,494

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Desta forma, as cargas externas foram novamente analisadas, e se optou por excluir as variáveis: BR4 (0,098), RC2 (0,427), USO2 (0,660). Repetindo o processo, o algoritmo PLS foi recalculado gerando os novos indicadores da consistência interna.

Conforme dados da Tabela 10, após a exclusão, o construto RM-RC não atingiu o limite inferior do alfa de Cronbach. Desta forma, o construto RM-RC foi eliminado, uma vez que só possui duas variáveis.

Tabela 10 – Consistência Interna 2.

Fator	Itens	Alfa de Cronbach	CC	AVE
RM-BR	3	0,685	0,772	0,551
CF	3	0,657	0,805	0,603
EE	4	0,917	0,941	0,801
EP	4	0,839	0,892	0,677
IC	3	0,935	0,958	0,885
IS	4	0,883	0,919	0,739
RM-PCP	5	0,826	0,842	0,535
RM-RC	2	0,498	0,734	0,606
RM-RE	4	0,766	0,845	0,579
USO	2	0,654	0,833	0,717

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Após a exclusão de RM-RC os valores de alfa de Cronbach, CC e AVE atingiram valores acima do limite inferior. No entanto, ao analisar novamente as cargas externas dos construtos, também foram eliminadas as variáveis BR2 (0,415), PCP5 (0,335), CF4 (0,399), resultando nos valores da Tabela 11.

Tabela 11 – Consistência Interna 3.

Fator	Itens	Alfa de Cronbach	CC	AVE
RM-BR	2	0,653	0,852	0,742
CF	2	0,816	0,915	0,843
EE	4	0,917	0,941	0,801
EP	4	0,839	0,892	0,677
IC	3	0,935	0,958	0,885
IS	4	0,883	0,919	0,739
RM-PCP	4	0,842	0,881	0,650
RM-RE	4	0,766	0,845	0,579
USO	2	0,654	0,833	0,717

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

Após a avaliação da validade convergente e da consistência interna, é necessário realizar a avaliação da validade discriminante. A validade discriminante foi avaliada no nível dos indicadores, através da análise das cargas-cruzadas, que segundo Hair *et al.* (2017) é o primeiro método utilizado para acessar a validade discriminante. Neste método, a carga externa de uma variável associada ao construto deve ser maior do que as cargas cruzadas com outros construtos do modelo.

Para isto, foi avaliada a Tabela 12 de cargas-cruzadas. A carga externa dos indicadores de cada construto foi destacada em negrito, e é possível observar que estas cargas são maiores do que as cargas-cruzadas dos demais indicadores em todos os casos.

Tabela 12 – Cargas-cruzadas.

	BR	CF	EE	EP	IC	IS	PCP	RE	USO
BR1	0,8526	-0,108	0,030	-0,011	0,071	-0,123	0,250	0,12	0,144
BR5	0,8701	-0,032	-0,025	0,037	0,075	-0,147	0,335	0,169	0,065
CF1	0,0094	0,934	0,864	0,584	0,726	0,598	-0,207	-0,168	0,251
CF2	-0,175	0,902	0,705	0,397	0,601	0,560	-0,169	-0,181	0,207
EE1	-0,012	0,755	0,910	0,582	0,685	0,541	-0,252	-0,254	0,310
EE2	-0,001	0,792	0,930	0,564	0,666	0,521	-0,270	-0,195	0,301
EE3	-0,013	0,800	0,883	0,534	0,581	0,557	-0,221	-0,296	0,214
EE4	0,0368	0,739	0,854	0,490	0,576	0,549	-0,113	-0,173	0,256
EP1	0,0906	0,523	0,574	0,891	0,644	0,531	-0,037	-0,046	0,388
EP2	0,0121	0,405	0,439	0,822	0,399	0,445	0,050	0,079	0,190
EP3	-0,189	0,384	0,433	0,687	0,394	0,537	-0,066	-0,062	0,149
EP4	0,0673	0,451	0,527	0,875	0,562	0,640	-0,012	-0,086	0,310
IC1	0,0396	0,749	0,690	0,601	0,944	0,574	-0,300	-0,258	0,330
IC2	0,107	0,695	0,693	0,629	0,972	0,543	-0,241	-0,263	0,349
IC3	0,0957	0,601	0,597	0,538	0,904	0,448	-0,149	-0,078	0,347
IS1	-0,202	0,483	0,455	0,501	0,394	0,848	-0,133	-0,051	0,152
IS2	-0,167	0,464	0,489	0,589	0,478	0,847	-0,069	-0,067	0,170
IS3	-0,115	0,567	0,529	0,537	0,452	0,874	-0,163	-0,205	0,160
IS4	-0,077	0,634	0,583	0,610	0,565	0,870	-0,076	-0,196	0,188
PCP1	0,2577	-0,202	-0,190	-0,049	-0,147	-0,128	0,783	0,601	-0,096
PCP2	0,4395	-0,108	-0,118	0,001	-0,053	-0,125	0,713	0,473	0,041
PCP3	0,2787	-0,211	-0,242	0,006	-0,301	-0,077	0,928	0,596	-0,104
PCP4	0,2836	-0,094	-0,178	-0,046	-0,144	-0,135	0,787	0,577	-0,118
RE1	0,208	-0,131	-0,242	-0,085	-0,105	-0,074	0,443	0,623	-0,038
RE2	0,2795	-0,139	-0,195	-0,001	-0,087	-0,086	0,563	0,804	0,022
RE3	-0,064	-0,056	-0,136	0,007	-0,187	-0,107	0,485	0,758	-0,146
RE4	0,1997	-0,233	-0,229	-0,054	-0,216	-0,171	0,602	0,840	-0,134
USO3	0,1244	0,120	0,194	0,299	0,166	0,151	-0,012	-0,114	0,722
USO4	0,0983	0,266	0,302	0,296	0,388	0,184	-0,134	-0,112	0,956

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

A segunda etapa da validade discriminante consiste no método de Fornell e Larcker (1981), onde as raízes quadradas dos valores da AVE de cada construto devem ser maiores do que as correlações de *Pearson* entre os construtos. A Tabela 13 mostra que as raízes quadradas de AVE, destacadas em negrito, são sempre maiores do que as correlação entre os construtos.

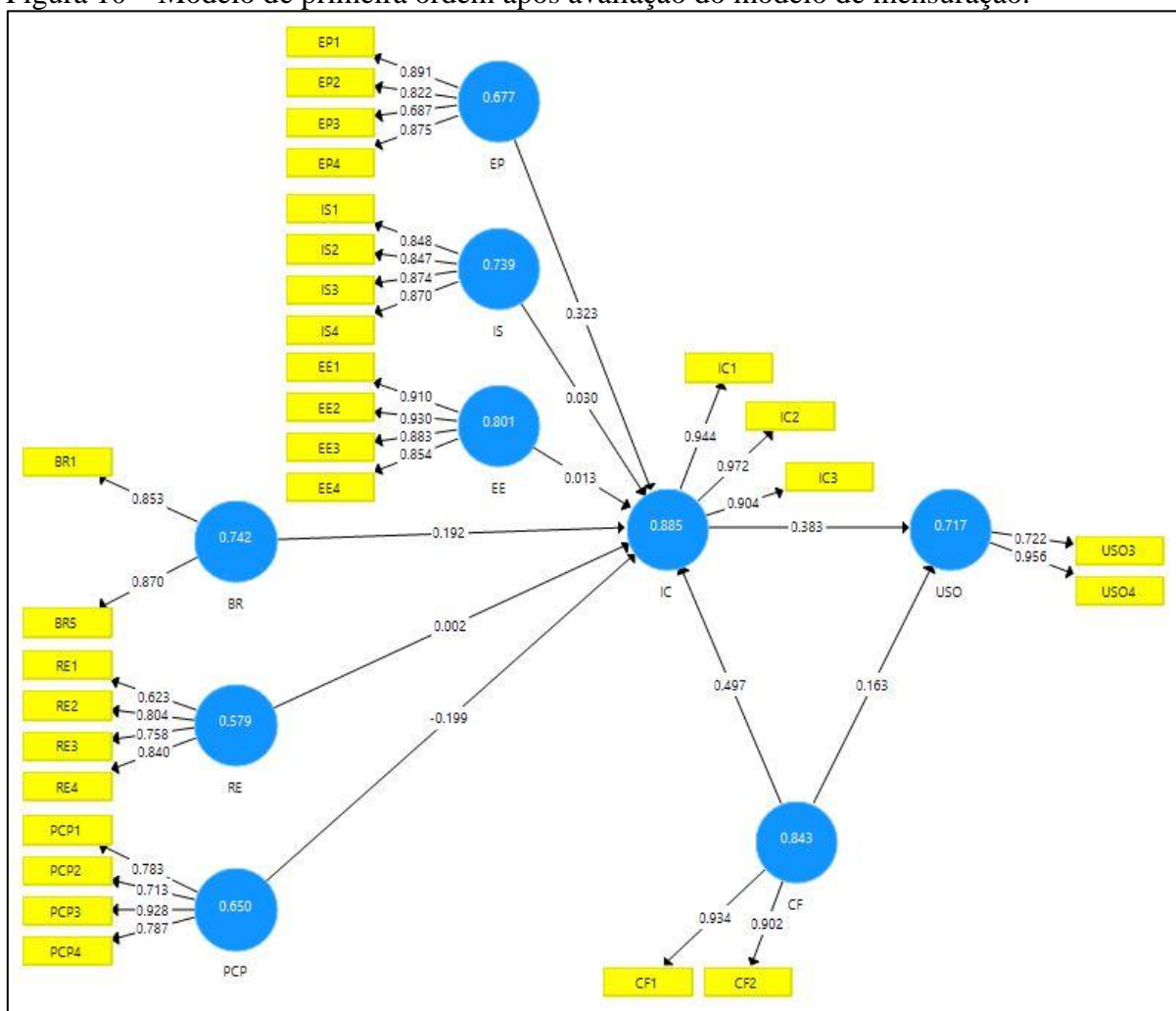
Tabela 13 – Modelo de Fornell e Larcker

	BR	CF	EE	EP	IC	IS	PCP	RE
BR	0,861							
CF	-0,080	0,918						
EE	0,002	0,861	0,895					
EP	0,016	0,543	0,608	0,823				
IC	0,085	0,728	0,704	0,628	0,941			
IS	-0,157	0,631	0,604	0,656	0,558	0,860		
PCP	0,341	-0,206	-0,243	-0,022	-0,248	-0,125	0,807	
RE	0,169	-0,189	-0,256	-0,042	-0,218	-0,157	0,689	0,761
USO	0,120	0,251	0,304	0,336	0,363	0,197	-0,110	-0,127

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS (2019).

A Figura 10 mostra o modelo de primeira ordem após a avaliação do modelo de mensuração. Nos construtos está exposto o valor de AVE e nas setas (que representam as hipóteses) estão os valores das cargas fatoriais externas.

Figura 10 – Modelo de primeira ordem após avaliação do modelo de mensuração.



Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

4.2.2 Análise do modelo estrutural

A análise do modelo estrutural consiste em avaliar se as relações do modelo são significativas ($p\text{-valor} < 0,05$). Para caso de correlação se estabelece a hipótese nula (H_0) como $r=0$ e para casos de regressão se estabelece a H_0 como coeficiente de caminho=0. Logo, se não houve significância estatística as H_0 são aceitas e é necessário repensar o modelo de pesquisa, com inclusão de construtos ou variáveis observáveis.

O primeiro passo destacado por Hair *et al.* (2017) é a observação da estatística de colinearidade, observando o valor de VIF (*Variance Inflation Factor*), que quantifica a severidade da colinearidade entre os indicadores. A Tabela 14 mostra os valores de todas as combinações dos construtos endógenos (dependentes) com os construtos exógenos correspondentes. Como pode ser observado, os valores estão entre o intervalo de 0,2 a 5.

Tabela 14 – Colinearidade (VIF).

	IC	USO
BR	1,233	-
CF	4,304	2,128
EE	4,731	-
EP	2,102	-
IC	-	2,128
IS	2,274	-
PCP	2,176	-
RE	1,983	-
USO	-	-

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

Na sequência é necessário observar o coeficiente de determinação R^2 . O R^2 é uma medida da proporção da variância dos construtos dependentes que é explicada pelo modelo estrutural. Quanto maior o valor de R^2 , melhor é a previsão da variável dependente (Hair *et al.* 2009). Hair *et al.* (2017) recomenda interpretar os valores de R^2 como efeitos fraco (0,25), médio (0,50) e grande (0,75). Logo, pela Tabela 15 é possível classificar os valores de R^2 como médio para intenção comportamental (IC) e fraco para comportamento de uso (USO).

Tabela 15 – Coeficiente de determinação R^2

	Coeficiente R^2
IC	0,656
USO	0,132

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

A fim de avaliar a significância dos coeficientes de caminho foi realizado o cálculo do *bootstrapping* no SmartPLS 3.2.8. Hair *et al.* (2017) afirma que o número mínimo de amostras do *bootstrap* deve ser tão grande quanto o número de observações válidas, mas sugere 5.000 amostras.

Na Tabela 16 abaixo é possível verificar a síntese dos resultados do teste t de Student. Os valores devem ser maiores do que 1,96 para o t-valor ou menores do que 0,05 para o p-valor, a fim de que a hipótese tenha relevância estatística.

Tabela 16 – Resultados do bootstrapping.

	Coefficiente de caminho	t-valor	p-valor
RM-BR→IC	0,192	2,108	0,035
CF→IC	0,497	3,086	0,002
CF→USO	-0,028	0,228	0,820
EE→IC	0,013	0,079	0,937
EP→IC	0,323	3,088	0,002
IC→USO	0,383	2,749	0,006
IS→IC	0,030	0,273	0,785
RM-PCP→IC	-0,199	1,960	0,050
RM-RE→IC	0,002	0,026	0,980

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

Considerando que as hipóteses CF→USO, EE→IC, IS→IC e RM-RE→IC não apresentaram relevância estatística, as mesmas foram removidas do modelo para o prosseguimento das análises.

O próximo passo é a avaliação do tamanho do efeito f^2 , que permite avaliar a contribuição de um construto exógeno para um valor R^2 da variável latente endógena. Ou seja, f^2 avalia o quanto cada construto é relevante para o ajuste do modelo. Os valores podem ser interpretados como: 0,02 para um efeito pequeno, 0,15 para um efeito médio e 0,35 para um efeito grande (HAIR *et al.* 2017)

Logo, conforme a Tabela 17, o tamanho do efeito f^2 é classificado como pequeno para BR→IC e PCP→IC, médio para EP→IC e IC→USO e grande para CF→IC. Estes valores indicam que os construtos são relevantes para o ajuste geral do modelo.

Tabela 17 – Comunalidade (tamanho do efeito f^2).

	IC	Classificação	USO	Classificação
BR	0,091	Pequeno	-	
CF	0,520	Grande	-	
EP	0,233	Médio	-	
IC	-		0,152	Médio
PCP	0,096	Pequeno	-	
USO	-		-	

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

Além disto, Hair *et al.* (2017), indica que Q^2 é um indicador do poder preditivo do modelo fora-da-amostra também chamado de relevância preditiva. Os valores de Q^2 maiores do que zero indicam a relevância preditiva do modelo de caminho para um determinado construto dependente. Ou seja, os valores maiores do que zero representam quão bem o modelo de caminho pode prever os valores originalmente observados. No estudo, o Q^2 para

IC foi de 0,5325e para USO foi de 0,063, sendo considerados valores adequados e que refletem a realidade.

Finalmente, se conclui que tanto o modelo de mensuração quanto o modelo estrutural são válidos, possibilitando, assim, verificar as hipóteses da pesquisa. O teste de hipóteses é feito através do t-valor do teste t de *Student* ou pela observação do p-valor. Esta pesquisa possui sete hipóteses, apresentadas *a priori* no item 3.2.2.

Para aceitação das hipóteses é necessário que haja significância na relação, ou seja $p\text{-valor} < 0,05$, equivalente a $t\text{-valor} \geq 1,96$. Na Tabela 18 é possível observar que as hipóteses H1, H5 e H7 são suportadas, já H6 (relacionada ao construto de segunda ordem de resistência à mudança) é parcialmente suportada, enquanto que H2, H3 e H4 não são suportadas.

Tabela 18 – Resultados do *bootstrapping*.

Hipótese	t-valor	p-valor	Significância ($p < 0,05$)
H1 (EP→IC)	3,088	0,002 ***	Suportada
H2 (EE→IC)	0,079	0,937 ⁽¹⁾	Não suportada
H3 (IS→IC)	0,273	0,785 ⁽¹⁾	Não suportada
H4 (CF→USO)	0,228	0,820 ⁽¹⁾	Não suportada
H5 (CF→IC)	3,086	0,002 ***	Suportada
H6.1 (BR→IC)	2,108	0,035 **	Parcialmente suportada
H6.2 (PCP→IC)	1,960	0,050 **	Parcialmente suportada
H6.3 (RE→IC)	0,026	0,980 ⁽¹⁾	Não suportada
H6.4 (RC→IC)	-	-	Não suportada
H7 (IC→USO)	2,749	0,006 ***	Suportada

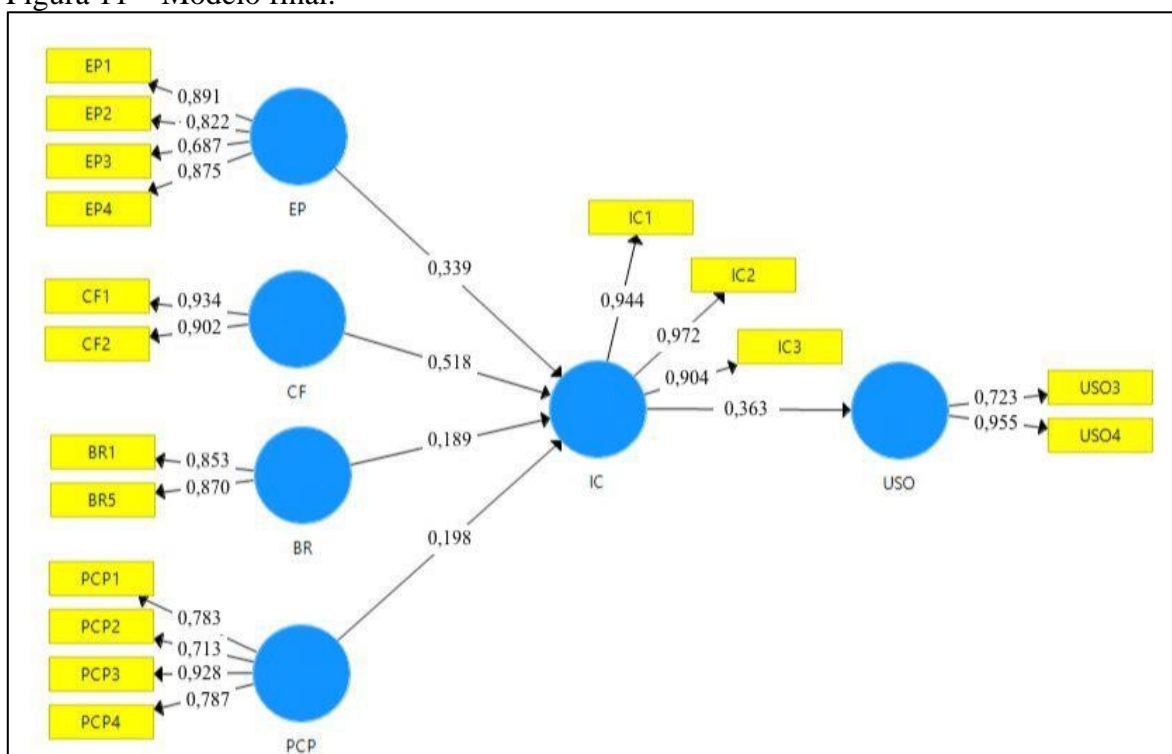
Nota: ⁽¹⁾ não significante; * significante a 10%; ** significante a 5%; *** significante a 1%

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

A hipótese H6, relacionada à Resistência à Mudança (RM), não foi suportada. Embora haja relevância estatística entre os construtos de Busca da rotina (BR) e Pensamento a curto prazo (PCP), conforme observação do t-valor e do p-valor, esta correlação é positiva. A H6 previa que a influência da RM na intenção de uso (IC) seria negativa, ou seja, quanto maior a resistência à mudança, menor a intenção de uso. No entanto, é possível observar, pelos valores positivos, que esta relação entre BR→IC e PCP→IC é relevante, mas não é negativa.

Na Figura 11 é possível observar o modelo estrutural final, com os coeficientes de caminho.

Figura 11 – Modelo final.



Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

4.2.3 Análise das variáveis moderadoras

Nesta etapa foram analisadas as variáveis moderadoras destacadas no item 3.2.2, a fim de avaliar se os moderadores de gênero, idade, tempo de experiência com computadores e voluntariedade, interferem em alguma das relações identificadas. Estes foram os moderadores destacados por Venkatesh *et al.* (2003) no modelo UTAUT original.

O SmartPLS 3.8.2 foi utilizado para análise das variáveis moderadoras, utilizando a análise de moderadores para os moderadores com múltiplas respostas (como idade e tempo de experiência com computadores) e análise multigrupos para os moderadores com apenas duas respostas, que separam os indivíduos por grupos (como gênero e voluntariedade),

Os resultados do p-valor e do tamanho do efeito f^2 estão expostos na Tabela 19 abaixo. Se observa que o moderador idade apresentou influência entre a expectativa de performance (EP) e a intenção comportamental (IC), com significância de 10% e um tamanho do efeito f^2 pequeno. A variável moderadora de idade também apresentou influência entre o pensamento a curto prazo (PCP) e a IC, com significância estatística de 5% ($p \leq 0,05$), e um tamanho do efeito f^2 pequeno.

Além disto, o tempo de experiência com computadores influenciou apenas a relação entre a expectativa de performance e a intenção comportamental, com uma significância estatística de apenas 10%, e um tamanho do efeito f^2 pequeno.

Tabela 19 – Moderadores do modelo UTAUT.

	Gênero		Idade		Tempo de experiência c/ computadores		Voluntariedade	
	p-valor	f^2	p-valor	f^2	p-valor	f^2	p-valor	f^{2*}
EP→IC	0,569 ⁽¹⁾	0,004 ⁽¹⁾	0,055*	0,030*	0,061*	0,044*	0,103 ⁽¹⁾	0,023*
CF→IC	0,657 ⁽¹⁾	0,003 ⁽¹⁾	0,524 ⁽¹⁾	0,006 ⁽¹⁾	0,218 ⁽¹⁾	0,029*	0,848 ⁽¹⁾	0,001 ⁽¹⁾
BR→IC	0,989 ⁽¹⁾	0,000 ⁽¹⁾	0,638 ⁽¹⁾	0,004 ⁽¹⁾	0,847 ⁽¹⁾	0,001 ⁽¹⁾	0,931 ⁽¹⁾	0,000 ⁽¹⁾
PCP→IC	0,434 ⁽¹⁾	0,009 ⁽¹⁾	0,042**	0,059*	0,323 ⁽¹⁾	0,012 ⁽¹⁾	0,487 ⁽¹⁾	0,005 ⁽¹⁾
IC→USO	0,620 ⁽¹⁾	0,005 ⁽¹⁾	0,600 ⁽¹⁾	0,007 ⁽¹⁾	0,836 ⁽¹⁾	0,001 ⁽¹⁾	0,339 ⁽¹⁾	0,024*

Nota: p-valor: ⁽¹⁾ não significativa; * significativa a 10%; ** significativa a 5%; *** significativa a 1%
 f^2 : ⁽¹⁾ sem efeito; * efeito pequeno; ** efeito médio; *** efeito grande.

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

No SPSS, as médias de PCP foram analisadas em relação à idade dos respondentes, conforme Tabela 20. Se observa que na reação de resistência à mudança, no construto de pensamento a curto prazo, os respondentes mais velhos (55 anos ou mais) tendem a concordar mais com os itens, ou seja, oferecer maior resistência em relação ao pensamento a curto prazo. O inverso ocorre para IC, visto que a intenção comportamental de utilizar a TI é menor para os profissionais com 55 anos ou mais do que para os profissionais com 25 anos ou menos.

Tabela 20 – Comparação de médias

Idade	PCP	IC
25 anos ou menos	2,28	4,63
26 a 35	2,22	4,51
36 a 45	2,05	4,23
46 a 55	2,00	4,25
55 anos ou mais	3,00	3,00

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

Além destes moderadores, foram analisados também os moderadores relacionados ao contexto desta pesquisa, conforme mostrado na Tabela 21. Sendo estes: a adoção de tecnologias identificadas na RSL2, o porte da empresa pelo número de colaboradores, a formação dos profissionais e o município.

O moderador de adoção de tecnologias identificados na RSL2 exerce influência na relação PCP→IC. O moderador porte da empresa não apresentou influência significativa nas relações do modelo. Já o moderador formação foi o que mais teve relevância nas relações do

modelo, sendo entre CF→IC, PCP→IC, IC→USO. Já o moderador município apresentou influência na relação EP→IC.

Tabela 21 – Moderadores do contexto da pesquisa.

	Adoção tec. RSL2		Porte empresa		Formação		Município	
	p-valor	f ²	p-valor	f ²	p-valor	f ²	p-valor	f ^{2*}
EP→IC	0,100 ⁽¹⁾	0,034*	0,113 ⁽¹⁾	0,034*	0,909 ⁽¹⁾	0,000 ⁽¹⁾	0,040**	0,035*
CF→IC	0,075*	0,040*	0,450 ⁽¹⁾	0,010 ⁽¹⁾	0,017**	0,075*	0,282 ⁽¹⁾	0,011 ⁽¹⁾
BR→IC	0,681 ⁽¹⁾	0,002 ⁽¹⁾	0,396 ⁽¹⁾	0,013 ⁽¹⁾	0,736 ⁽¹⁾	0,001 ⁽¹⁾	0,892 ⁽¹⁾	0,000 ⁽¹⁾
PCP→IC	0,031**	0,052*	0,487 ⁽¹⁾	0,008 ⁽¹⁾	0,012**	0,077*	0,777 ⁽¹⁾	0,001 ⁽¹⁾
IC→USO	0,777 ⁽¹⁾	0,002 ⁽¹⁾	0,077*	0,075*	0,002***	0,142*	0,736 ⁽¹⁾	0,003 ⁽¹⁾

Nota: p-valor: ⁽¹⁾ não significativa; * significativa a 10%; ** significativa a 5%; *** significativa a 1%
f²: ⁽¹⁾ sem efeito; * efeito pequeno; ** efeito médio; *** efeito grande.

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SmartPLS 3.2.8.

Da mesma forma, foram analisadas as médias das respostas em relação a cada um dos moderadores. Para a utilização de tecnologias da RSL2, os respondentes que não adotam nenhuma tecnologia tiveram uma média de 2,35 nas respostas da escala de Likert para o construto de pensamento a curto prazo (PCP) de resistência à mudança, enquanto que os que adotam alguma das tecnologias tiveram uma média de 1,97 para PCP. Já a intenção comportamental de utilizar a TI aumentou para os indivíduos que adotam alguma das tecnologias levantadas na RSL2, conforme exposto na Tabela 22.

Tabela 22 – Comparação de médias moderador tecnologia RSL2

Tecnologia RSL2	PCP	IC
Nenhuma tecnologia	2,35	4,27
Uma tecnologia	1,97	4,65

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

Em relação ao moderador formação, os engenheiros civis acreditam que as condições facilitadoras são menos relevantes do que para os arquitetos. Da mesma forma, o comportamento de uso (USO) é maior para os arquitetos do que para os engenheiros civis. Já o PCP do construto de resistência à mudança é menor para os arquitetos do que para os engenheiros civis. Em relação a intenção comportamental de utilizar a TI, a variação entre os profissionais é pequena. Estes dados estão expostos na Tabela 23.

Tabela 23 – Comparação de médias moderador formação.

Formação	CF	PCP	IC	USO
Engenharia Civil	3,76	2,31	4,44	5,62
Arquitetura	3,98	2,03	4,43	5,73

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

O moderador município teve influência na relação entre EP→IC. Ao comparar as médias das respostas em relação a IC e EP (Tabela 24), não foram observadas diferenças entre os valores para os moradores dos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão

Tabela 24 – Comparação de médias moderador município.

Município	IC	EP
Pato Branco	4,45	4,49
Francisco Beltrão	4,40	4,48

Fonte: Dados da pesquisa tratados no SPSS.

4.3 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

A fim de analisar cada construto, foi realizada uma avaliação da média e do desvio padrão dos construtos e de suas variáveis separadamente. É importante ressaltar aqui que o conjunto dos itens forma o significado de cada construto, porém, essa análise individual de cada item foi realizada a fim de identificar possíveis divergências de opinião. Além disto, no Apêndice F, estão expostos os quadros com as médias das respostas de acordo com cada variável moderadora do modelo UTAUT.

Valores do desvio padrão abaixo de 1,0 indicam que os respondentes têm opiniões convergentes, e se for acima de 1,0 há indício de que os respondentes têm opiniões divergentes sobre o mesmo assunto (Hair *et al.* 2005). Considerando que as variáveis foram mensuradas através da escala de *Likert*, variando de 5 para “concordo totalmente” e 1 para “discordo totalmente”, foram analisadas o percentual das respostas (1) e (2) consideradas como discordância da afirmação, das respostas (4) e (5) que representam concordância com as afirmações do questionário, e das respostas (3) consideradas neutras.

A fim de facilitar a análise, no Quadro 9 estão expostos os quesitos utilizados em cada variável do construto Expectativa de Performance (EP). Enquanto que na Tabela 25 estão expostos os dados de estatística descritiva obtidos através do SPSS.

Quadro 9 – Itens do fator expectativa de performance.

EP	Itens
EP1	Eu acho que o Sistema de Tecnologia de Informação é útil para o meu trabalho.
EP2	Utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação me permite realizar tarefas mais rápido.
EP3	Se eu uso o Sistema de Tecnologia de Informação, eu aumento minhas chances de aumento salarial.
EP4	Utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação aumenta minha produtividade.

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

O fator EP obteve uma média de 4,488 e um desvio padrão de 0,751, o que indica que os respondentes convergem para a mesma opinião, e a maioria concorda com as afirmações dos itens, uma vez que as concordaram em mais de 91% dos casos para EP1, EP2 e EP4. Houve concordância de 72,22% dos respondentes com o item EP3, relacionado as chances de aumento salarial através da utilização da TI. Logo, num aspecto geral, os respondentes divergem e concordam com todos os itens do construto EP.

Tabela 25 – Estatística descritiva do fator expectativa de performance.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
EP	4,488	0,751	EP1	4,71	0,612	0,93%	5,56%	93,52%
			EP2	4,65	0,646	0,93%	6,48%	92,59%
			EP3	4,03	1,072	8,33%	19,44%	72,22%
			EP4	4,56	0,674	0,93%	7,41%	91,67%

Fonte: Dados da pesquisa.

O construto Influência Social (IS) (Quadro 10), apresentou uma média de 4,035, sendo que mais de 67% dos respondentes concordam com as afirmações. No entanto, o desvio padrão do fator (1,093) e de cada item foi maior do que 1,0, conforme exposto na Tabela 26, indicando que há divergência na opinião dos respondentes, uma vez que a taxa de respostas neutras (3) variou entre 12,04% a 21,07%.

Quadro 10 – Itens do fator influência social.

IS	Itens
IS1	As pessoas que influenciam meu comportamento (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação.
IS2	As pessoas que são importantes para mim (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação.
IS3	A gerência da empresa ajuda no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.
IS4	No geral, a empresa tem apoiado o uso do Sistema de Tecnologia de Informação.

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

Tabela 26 – Estatística descritiva do fator influência social.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
IS	4,035	1,093	IS1	3,96	1,076	8,33%	24,07%	67,59%
			IS2	4,06	1,092	10,19%	18,52%	71,30%
			IS3	3,93	1,166	13,89%	18,52%	67,59%
			IS4	4,19	1,036	9,26%	12,04%	78,70%

Fonte: Dados da pesquisa.

O construto expectativa de esforço (EE) (Quadro 11), apresentou um desvio padrão médio menor do que 1,0, porém para os itens EE2 e EE3 o desvio padrão foi superior, indicando divergência nas respostas, e inferior à 1,0 para os itens EE1 e EE4, indicando convergência nas respostas.

Além disto, o item EE2, cuja expressão está relacionada com o respondente se considerar habilidoso no uso do Sistema de Tecnologia de Informação, apresentou uma porcentagem maior de neutralidade (3 na escala de Likert). A estatística descritiva está exposta na Tabela 27.

Isto pode significar que, no geral, embora os profissionais encarem a utilização da TI com facilidade e clareza, não se consideram “peritos” ou “proficientes” no uso das TIs, indicando que reconhecem a necessidade de esforço para melhorar as habilidades.

Quadro 11 – Itens do fator expectativa de esforço.

EE	Itens
EE1	Minha interação com o Sistema de Tecnologia de Informação é clara e compreensível.
EE2	Me considero habilidoso no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.
EE3	Aprender a usar o Sistema de Tecnologia de Informação é fácil para mim.
E34	Eu acho que o Sistema de Tecnologia de Informação é fácil de utilizar.

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

Tabela 27 – Estatística descritiva do fator expectativa de esforço.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
EE	3,905	0,993	EE1	4,11	0,970	5,56%	13,89%	80,56%
			EE2	3,81	1,009	8,33%	56,09%	35,58%
			EE3	3,93	1,011	8,33%	21,30%	70,37%
			EE4	3,77	0,982	9,26%	28,70%	62,04%

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o item condições facilitadoras (CF) (Quadro 12), analisando a Tabela 28 se observa que o desvio padrão médio de 1,182 indica divergência entre as respostas. Ao

analisar cada item, se observa que as respostas são de concordância para CF1 e CF2, relacionados ao conhecimento e aos recursos para utilizar a TI. No entanto, as respostas são altamente divergentes para os fatores CF3 e CF4, o que pode ser constatado pelo desvio padrão alto, 1,296 e 1,325 respectivamente, e também devido à porcentagem de distribuição das respostas entre discordantes, neutras e concordantes.

Estas questões, CF3 e CF4, provenientes do modelo UTAUT, podem ter variação dependendo da TI e da empresa em que trabalham. É importante ressaltar que estes dois itens foram eliminados na fase de análise do modelo de mensuração por apresentarem cargas externas baixas com o construto. Logo, estes são itens candidatos a alteração em pesquisas futuras, a fim de reajustar o modelo e o questionário para aplicação em pesquisas que não sejam enquadradas em estudos de caso, como esta.

Quadro 12 – Itens do fator condições facilitadoras.

CF	Itens
CF1	Eu tenho o conhecimento necessário para usar o Sistema de Tecnologia de Informação.
CF2	Eu tenho os recursos necessários para usar o Sistema de Tecnologia de Informação.
CF3	O software/aplicativo não é compatível com outros softwares/aplicativos que eu utilizo no trabalho.
CF4	Uma pessoa ou grupo específico está disponível para dar assistência sobre dificuldades no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

Tabela 28 – Estatística descritiva do fator condições facilitadoras.

	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
CF	3,463	1,182	CF1	3,86	1,072	11,11%	20,37%	68,52%
			CF2	3,86	1,036	10,19%	22,22%	67,59%
			CF3	3,15	1,296	30,56%	28,70%	40,74%
			CF4	2,98	1,325	35,19%	25,93%	38,89%

Fonte: Dados da pesquisa.

O fator intenção comportamental (Quadro 13) apresentou um desvio padrão baixo de 0,870, indicando que os respondentes divergem para a mesma opinião. Além disto, as respostas concordantes detêm porcentagens maiores do que 85%. Isto era previsto considerando que no cenário da indústria da construção civil os projetos de *design* e as análises para gestão de obras sempre utilizam alguma ferramenta computacional, mesmo que não seja um software elaborado ou complexo. Deste modo, era esperado que os respondentes não fossem apresentar intenção de parar de utilizar a TI após a aplicação do questionário. Estes dados estatísticos estão expostos na Tabela 29.

Quadro 13 – Itens do fator intenção comportamental.

IC	Itens
IC1	Eu pretendo usar o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.
IC2	Eu prevejo que eu usarei o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.
IC3	Planejo usar o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.

Fonte: Adaptado de Venkatesh *et al.* (2003).

Tabela 29 – Estatística descritiva do fator intenção comportamental.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
IC	4,437	0,870	IC1	4,42	0,929	5,56%	8,33%	86,11%
			IC2	4,43	0,878	2,78%	12,04%	85,19%
			IC3	4,46	0,802	0,93%	13,89%	85,19%

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando o primeiro construto de resistência à mudança (RM), busca pela rotina (BR) (Quadro 14), se observa na Tabela 30 que há variação nas respostas de cada item. Os respondentes discordam das expressões de BR1, BR3 e BR5, ao passo que para BR2 e BR4 as respostas são neutras. Analisando o conteúdo das afirmações destes itens na Tabela 36, isto pode indicar que os respondentes não temem à mudança, mas também estão confortáveis com a rotina.

Quadro 14 – Itens do fator de resistência à mudança – busca pela rotina.

RM	Itens
BR1	Eu geralmente considero mudanças como algo negativo.
BR2	Eu prefiro um dia de rotina do que um dia cheio de eventos inesperados a qualquer momento.
BR3	Eu gosto de fazer as mesmas coisas ao invés de tentar algo novo e diferente.
BR4	Sempre que eu me deparo com uma rotina estável, eu procuro maneiras de mudar isso.
BR5	Eu prefiro ficar entediado do que surpreso.

Fonte: Adaptado de Oreg (2003).

Tabela 30 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – busca pela rotina.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
RM-BR	2,266	1,020	BR1	1,83	1,000	75,00%	17,59%	7,41%
			BR2	2,72	1,237	37,04%	40,74%	22,22%
			BR3	1,88	0,934	75,93%	18,52%	5,56%
			BR4	3,26	1,071	22,22%	35,19%	42,59%
			BR5	1,64	0,859	80,56%	16,67%	2,78%

Fonte: Dados da pesquisa.

No construto reação emocional (RE) (Quadro15), o desvio padrão na Tabela 31 é superior a 1 para todos os construtos, alcançando uma média de 1,080. Ocorre variação nas respostas de todos os itens. Há predominância de discordância com o item RE1 e concordância com o item RE3. Nos itens RE2 e RE4 a maioria dos respondentes discorda ou é neutra com as afirmações.

É possível observar aqui a divergência na opinião, ao passo que os respondentes mostram não reagirem negativamente a mudanças, eles também ficam estressados quando o planejado não ocorre como gostariam. Ao analisar as afirmações dos quesitos se observa que em RE1, RE2, e RE4 as mudanças referidas ocorrem por imposição possivelmente de um nível hierárquico superior, principalmente por que o individuo é “informado” sobre a mudança no trabalho, no plano ou no método de avaliação. Já no item RE3 é possível interpretar que a mudança ocorreu devido a problemas não previstos no planejamento ou outras falhas, causando maior estresse.

Quadro 15 – Itens do fator de resistência à mudança – reação emocional.

RM	Itens
RE1	Se eu fosse informado que haveria uma mudança significativa a respeito de como as coisas são feitas no trabalho, provavelmente eu me sentiria estressado.
RE2	Quando eu sou informado de uma mudança de plano, eu fico um pouco tenso.
RE3	Quando as coisas não saem de acordo com meus planos, isso me deixa estressado.
RE4	Se meu chefe muda o critério de avaliação dos colaboradores, isto provavelmente vai me fazer sentir desconfortável mesmo que eu pense que eu me sairia bem (na avaliação) sem fazer nenhum trabalho extra.

Fonte: Adaptado de Oreg (2003).

Tabela 31 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – reação emocional.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
RM-RE	2,843	1,080	RE1	2,48	1,123	50,93%	28,70%	20,37%
			RE2	2,72	1,058	41,67%	37,04%	21,30%
			RE3	3,62	1,057	12,96%	31,48%	55,56%
			RE4	2,55	1,080	43,52%	38,89%	17,59%

Fonte: Dados da pesquisa.

No fator de pensamento a curto prazo (PCP) (Quadro 16), o desvio padrão maior do que 1,0 tanto na média quanto para cada item, mostra que há divergência nas respostas. De

tudo modo, a maioria dos indivíduos discorda de todas das afirmações dos itens, conforme Tabela 32.

Quadro 16 – Itens do fator de resistência à mudança – pensamento a curto prazo.

RM	Itens
PCP1	Mudar planos parece ser um verdadeiro aborrecimento para mim.
PCP2	Frequentemente eu me sinto um pouco desconfortável até mesmo com mudanças que podem potencialmente melhorar minha vida.
PCP3	Quando alguém me pressiona a mudar algo, eu tendo a resistir a isso mesmo que eu pense que a mudança pode, em última instância, me beneficiar.
PCP4	As vezes eu me vejo evitando mudanças que eu sei que podem ser boas para mim.
PCP5	Uma vez que eu fiz planos, não é provável que eu mude eles.

Fonte: Adaptado de Oreg (2003).

Tabela 32 – Estatística descritiva do fator de RM – pensamento a curto prazo.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
RM-PCP	2,246	1,103	PCP1	2,17	1,028	62,96%	28,70%	8,33%
			PCP2	2,05	1,045	72,22%	14,81%	12,96%
			PCP3	2,20	1,150	68,52%	13,89%	17,59%
			PCP4	2,32	1,159	56,48%	24,07%	19,44%
			PCP5	2,49	1,131	55,56%	25,00%	19,44%

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao construto de rigidez cognitiva (Quadro 17), a maioria dos participantes discordam das afirmações de RC1, RC2 e RC3, havendo também uma porcentagem expressiva de neutralidade, conforme Tabela 33. Enquanto concordam com RC4 na mesma porcentagem de neutralidade. Possivelmente o resultado é devido ao extremismo do conteúdo das questões, por exemplo, o indivíduo responde discorda sobre mudar frequentemente de ideia em RC1, e também discorda de que não muda de ideia facilmente. Ora, se o indivíduo não muda frequentemente de ideia, também não quer dizer que seja extremamente difícil faze-lo mudar de ideia (RC3) e também não quer dizer que esta ideia não possa mudar após ele chegar a uma conclusão (RC2).

De todo modo, é possível observar que a porcentagem de respostas neutras, ou 3 na escala *Likert*, também são importantes, representando em média 35% das respostas, possivelmente porque as expressões são muito relativas para a situação, e não extremistas.

Quadro 17 – Itens do fator de resistência à mudança – rigidez cognitiva.

RM	Itens
RC1	Eu mudo frequentemente de ideia.
RC2	Uma vez que eu chego a uma conclusão, não é provável que eu mude de ideia.
RC3	Eu não mudo de ideia facilmente.
RC4	Meus pontos de vista são muito consistentes ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de Oreg (2003).

Tabela 33 – Estatística descritiva do fator de resistência à mudança – rigidez cognitiva.

Fator	Média	DP	Variável	Média	DP	Resp. (1) e (2)	Resp. (3)	Resp. (4) e (5)
RM-RC	2,873	1,116	RC1	2,61	1,191	47,22%	33,33%	19,44%
			RC2	2,82	1,151	41,67%	29,63%	28,70%
			RC3	2,69	1,149	42,59%	34,26%	23,15%
			RC4	3,37	0,972	14,81%	42,59%	42,59%

Fonte: Dados da pesquisa.

De modo geral, os construtos foram bem avaliados. Houve maior divergência nas respostas dos construtos de resistência à mudança, mas também ocorreram algumas divergências nos construtos do modelo UTAUT. No entanto, as análises realizadas até aqui, servem de embasamento para as discussões dos resultados nos itens finais desta pesquisa, e também serviu como respaldo para a elaboração das questões da entrevista semiestruturada da fase qualitativa, que ocorreu justamente para fechar as lacunas deixadas pelo modelo.

4.4 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

4.4.1 Seleção dos entrevistados

A fim de selecionar participantes com diferentes perspectivas, a pesquisadora definiu quatro parâmetros qualitativos baseados nas análises quantitativas previamente descritas.

O primeiro parâmetro considerado foi o porte da empresa por número de colaboradores, com a finalidade de estratificar a amostra para seleção dos entrevistados. Na sequência foram analisados os objetivos desta pesquisa, que busca caracterizar a adoção e o uso da TI na indústria da construção civil. Logo, o segundo parâmetro foi a adoção de tecnologias identificadas na RSL2 (BIM, RFID, Computação em nuvem, *Big Data* e Internet das coisas), e o terceiro parâmetro foi a quantidade de softwares que os respondentes indicaram utilizar.

O quarto parâmetro foi a análise das respostas do construto “Expectativa de Performance”, uma vez que este construto representa a percepção dos usuários de como a TI pode ajudá-los a melhorar a sua performance no trabalho, considerando ser o construto que mais se aproxima da percepção de importância que o participante agrega à TI em relação ao seu benefício. Além disto, também foi um construto relevante no modelo estrutural.

Em seguida foram observadas as análises das variáveis moderadoras. O moderador “formação” foi o que apresentou maior relevância entre as relações do modelo estrutural (entre CF→IC, PCP→IC, e IC→USO), e por isto ele foi definido como o quinto parâmetro. Além disto, as variáveis moderadoras “idade”, “adoção de tecnologias RSL2” e “município” apresentaram relevância em apenas uma relação do modelo estrutural, logo não foram definidas como parâmetro para a entrevista.

Na Tabela 34 se observa que 20 participantes ou 46,5% dos profissionais liberais adotam alguma tecnologia identificada na RSL2. Seguido pelos profissionais que trabalham em microempresas com 25,6% ou 11 profissionais. Em média, os profissionais liberais também utilizam uma quantidade média maior de softwares (9,60), seguido pelas microempresas (7,48) e pequenas empresas (6,53). Os profissionais que trabalham em grandes e média empresas indicaram utilizar uma quantidade menor de softwares, com uma média de 4,71 e 4,75 respectivamente.

Já o fator de Expectativa de Performance obteve uma média de respostas semelhante, variando entre 4,11 e 4,48. Além disto, o desvio padrão foi de 0,124, muito abaixo de 1,0, indicando a convergência entre as respostas. Logo, este parâmetro não será utilizado para definir os grupos de entrevistados.

Tabela 34 – Parâmetros para seleção dos entrevistados.

Porte da empresa	Qtde.	Tec. RSL2	% Tec. RSL2	Softwares	Média softwares	EP
Profissional Liberal	43	20	46,50%	413	9,6	4,48
Micro (até 9 empregados)	27	11	25,60%	202	7,48	4,11
Não sei ou prefiro não responder	10	7	16,30%	56	5,6	4,38
Média (50 a 99 empregados)	4	2	4,70%	19	4,75	4,31
Grande (mais 100 empregados)	7	0	0,00%	33	4,71	4,36
Pequena (10 a 49 empregados)	17	0	0,00%	111	6,53	4,41

Fonte: Dados da pesquisa.

Deste modo, como a quantidade de profissionais liberais representa 39,8% dos participantes, e a porcentagem de tecnologias relacionadas com a indústria da construção civil foi maior entre estes profissionais, além de terem uma média de utilização de softwares

maior do que o restante, os profissionais liberais serão definidos como o primeiro grupo a ser entrevistado.

O segundo grupo foi definido conforme o porte da empresa e a média de softwares utilizados, sendo composto pelos profissionais que trabalham em grandes e médias empresas.

Já o terceiro grupo será formado pelos profissionais de micro e pequenas empresas, também baseado na quantidade média de softwares adotados.

Na Tabela 35 estão expostos os grupos reorganizados, sendo possível verificar o número de engenheiros(as) civis e arquitetos(as) de cada grupo. Inicialmente, foi selecionada uma amostra de 10% de cada grupo. Sendo assim, foram entrevistados quatro participantes do grupo 1, dois participantes do grupo 2, e quatro participantes do grupo 3. A fim de considerar o parâmetro “formação”, foram selecionados profissionais das duas áreas de formação. Além disto, foram entrevistados tanto os profissionais que adotam alguma tecnologia identificada na RSL2, quanto profissionais que não indicaram a adoção de nenhuma dessas tecnologias. A seleção ficou limitada aos profissionais que indicaram previamente no questionário terem disposição em serem entrevistados.

Após realizar as primeiras dez entrevistas, foram selecionados mais um participante do grupo 1, um participante do grupo 2 e dois participantes do grupo 3, com a finalidade de buscar saturação nos conteúdos identificados nas respostas.

O tempo de entrevistas variou entre 15 minutos e 1h15min, com média de 33 minutos por entrevista. A qualidade do conteúdo extraído não tem relação com a duração das entrevistas, uma vez que foram obtidas respostas concisas e relevantes para esta pesquisa indiferente da duração.

Tabela 35 – Grupos para entrevistas.

	Porte da empresa	Qtde.	Amostra	% Tec. RSL2	Média softwares	Eng.	Arq.
Grupo 1	Profissional liberal	43	5	46,50%	9,6	3	2
Grupo 2	Média e grande	11	3	4,70%	4,73	2	1
Grupo 3	Pequena e micro	44	6	25,60%	7,11	4	2

Fonte: Dados da pesquisa.

4.4.2 Análise de conteúdo das entrevistas

Os áudios de todas as entrevistas foram transcritos na íntegra e manualmente, com exceção de uma entrevista que por problemas técnicos não foi gravada, e a transcrição ocorreu logo após a entrevista.

Inicialmente, foi realizada uma análise geral dos grupos previamente estabelecidos para a seleção dos entrevistados, com a finalidade de identificar qualquer comportamento típico de cada grupo. No Quadro 18 é possível verificar a distribuição dos 14 entrevistados, alocados nos grupos pertencentes. O código criado para referenciar cada um deles consiste primeiramente no número relativo ao grupo ao qual pertence, seguido da letra “P” para quem trabalha com projetos e “E” para quem trabalha com execução e gestão de obras, e um número que segue a sequência para identificar cada um deles. Além disto, foram adicionadas informações quanto a duração da entrevista, formação e idade dos profissionais entrevistados.

Analisando transversalmente os dados quantitativos de utilização de softwares (Tabela 35), com a atividade exercida pelo profissional entrevistado, é possível observar uma correlação. No grupo 1, em que todos os profissionais desenvolvem projetos, também há a maior média de adoção de softwares. No grupo 2, em que a maioria dos profissionais trabalham com gestão e acompanhamento de obra, há a menor média de adoção de softwares. E no grupo 3, em que há tanto projetistas, quanto executores, a média de adoção de softwares ficou entre os dois grupos.

Quadro 18 – Atividade prestada pelo entrevistado.

Grupo	Entrevistado	Duração	Formação	Idade	Projetos	Execução
Grupo 1	1P1	00:20:00	Arquitetura	36 a 45 anos	x	
	1P2	00:20:09	Arquitetura	36 a 45 anos	x	
	1P3	01:17:26	Engenharia civil	26 a 35 anos	x	
	1PE4	00:51:02	Engenharia civil	46 a 55 anos	x	x
	1P5	00:23:01	Engenharia civil	26 a 35 anos	x	
Grupo 2	2E6	00:16:05	Engenharia civil	26 a 35 anos		x
	2E7	00:24:37	Engenharia civil	26 a 35 anos		x
	2P8	00:38:43	Arquitetura	46 a 55 anos	x	
Grupo 3	3PE9	01:01:05	Arquitetura	46 a 55 anos	x	x
	3P10	00:22:59	Engenharia civil	26 a 35 anos	x	
	3E11	00:19:52	Engenharia civil	36 a 45 anos		x
	3PE12	00:18:45	Engenharia civil	46 a 55 anos	x	x
	3PE13	00:15:11	Arquitetura	36 a 45 anos	x	x
	3E14	00:57:55	Engenharia civil	36 a 45 anos		x

Fonte: Autoria própria (2019).

Essa relação de intensidade de uso de recursos de TI com a atividade exercida também ficou evidente no conteúdo das entrevistas. Os profissionais que trabalham com o desenvolvimento de projetos, tendem a utilizar mais softwares específicos da indústria da construção civil do que os profissionais que realizam a gestão de obras. Além disso, dentre todos os profissionais entrevistados, dos três grupos, apenas dois possuem um sistema

específico para a indústria da construção para gerir as informações de obra. A maioria dos profissionais que trabalha execução de obras utiliza planilhas do *Excel* para gerenciar as informações do canteiro de obra.

Desta forma, analisando os grupos de entrevistas, se observa que a maioria dos profissionais do grupo 1, ou profissionais liberais, trabalha com o desenvolvimento de projetos, e por consequência utiliza mais softwares, principalmente os desenvolvidos especificamente para a indústria da construção civil. Isto indica uma propensão ao investimento em TI, uma vez que estes softwares não são gratuitos. No grupo 2, de médias e grandes empresas, foi identificada a utilização de sistemas específicos da indústria da construção civil para auxiliar na gestão de obras, embora os recursos básicos, como a planilha *Excel*, também sejam utilizados. Já a maioria dos profissionais do grupo 3, de pequenas e médias empresas, concentra suas atividades na gestão de obras, mas também realiza projetos. Estes profissionais tendem a utilizar apenas ferramentas comuns para a gestão de obras, como *Excel*.

Os demais aspectos observados nas entrevistas não mostraram relação com o grupo ao qual os entrevistados pertenciam, havendo convergências e divergências de opiniões e percepções compartilhadas entre todos os profissionais independente do grupo definido *a priori*. Desta forma, a análise de conteúdo preconizada por Bardin (2009) foi aplicada em todas as entrevistas, a fim de sintetizar as informações e buscar explicações sobre as variáveis identificadas.

Para isto, através da leitura fluente das entrevistas, foram destacados os trechos considerados relevantes nas falas de cada um dos entrevistados. Estes trechos foram codificados e organizados em unidades de registro comparáveis, posteriormente foram estabelecidas as categorias e essas unidades de registro foram agrupadas nas categorias comuns. As categorias foram estabelecidas conforme o conteúdo das respostas, mas o processo também foi facilitado pelo modelo da fase quantitativa, pelos objetivos a serem respondidos e pelo roteiro de entrevistas. Por fim, foi realizada a interpretação dos dados, considerando tanto o referencial teórico, quanto os objetivos da pesquisa.

No Quadro 19 é apresentada uma análise transversal das categorias iniciais. Os entrevistados estão enumerados de 1 a 14, e um “X” foi marcado se o conteúdo da categoria inicial foi identificado na leitura fluente da transcrição de cada entrevistado.

Quadro 19 – Categorias iniciais.

	1 P 1	1 P 2	1 P 3	1 PE 4	1 P 5	2 E 6	2 E 7	2 P 8	3 PE 9	3 P 10	3 E 11	3 PE 12	3 PE 12	3 E 14
BIM			X						X	X			X	X
Computação em nuvem		X								X				
Internet das coisas			X								X			
RFID														
Big Data														
Melhor performance c/ recursos de TI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Facilidade em utilizar recursos de TI	X	X	X	X			X	X		X				
Auxílio com suporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Motivação com trabalho em equipe	X		X		X	X	X			X		X		X
Resistência em adotar tecnologias		X				X		X	X		X	X	X	
Apoio da alta gerência						X	X	X		X				X
Falta de conhecimento no canteiro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Engenheiro residente no canteiro												X		X
Whatsapp no canteiro de obras	X	X	X	X	X				X	X		X	X	X
Aplicação de TI no canteiro de obras						X	X							X
Resistência na indústria da c.c.		X	X		X	X				X		X	X	

Fonte: Autoria própria (2019).

No Quadro 20 as categorias iniciais foram reorganizadas com o objetivo de formar as categorias finais, que possuem temáticas semelhantes, organizando a análise de conteúdo. Desta forma, serão analisadas duas categorias: modelo de pesquisa e aplicação da TI.

Quadro 20 – Categorias finais

Categoria inicial	Conceito norteador	Categoria final
Melhora performance	Identificação de mudança na performance com uso da TI.	Modelo de pesquisa
Facilidade em utilizar	Discute sobre a facilidade ou dificuldade em utilizar recursos de TI.	
Condições que facilitam o uso	Identificação das formas utilizadas para suprir dificuldades e dúvidas.	
Trabalho em equipe	Aspectos do trabalho em equipe como fator para adoção.	
Apoio da alta gerência	Relata o apoio da alta gerência na adoção	
Resistência em adotar tecnologias	Foca na resistência na adoção de tecnologias	
TI para projetos	Destaca o uso de TIs para realização de projetos	Aplicação da TI
TI no canteiro de obras/gestão da obra	Destaca o uso de TIs no canteiro de obras	
BIM	Destaca o nível de adoção do BIM	
Comunicação com a cadeia de suprimentos	Denota questões relacionadas a comunicação com a cadeia de suprimentos	
Falta de conhecimento no canteiro x Engenheiro residente	Salienta as dificuldades encontradas em virtude do perfil dos profissionais do canteiro de obras	
Percepções sobre a indústria da c.c.	Percepções gerais sobre o uso de TI na indústria da c.c.	

Fonte: Autoria própria (2019).

4.4.2.1 Categoria 1 – Modelo de pesquisa

A primeira categoria consiste nas questões relacionadas aos construtos do modelo de pesquisa, e também da análise qualitativa do fator de apoio da alta gerência. A análise do modelo através da SEM proporcionou a possibilidade de correlacionar os fatores com a intenção de uso e o comportamento de uso. Já a estatística descritiva possibilitou analisar isoladamente cada um destes fatores. Agora, na entrevista, foram realizadas perguntas relacionadas com cada fator, com a intenção de complementar a discussão.

Em relação a expectativa de performance (EP), todos os entrevistados indicaram que a utilização de recursos de TI melhora a performance no trabalho, se destacando a relação com o ganho de tempo e consequente aumento de produtividade, qualidade dos detalhamentos dos projetos e a precisão dos trabalhos:

No *notebook* você consegue resolver tudo isso aí. Até porquê se você quer se ausentar do canteiro de obras por um período, você quer tirar férias, você consegue ter essa facilidade se você tem a TI, se não, você não consegue. Então ela é fundamental pro trabalho (3E14).

Acelera né?! Ainda mais na parte estrutural que precisa de muita análise e processamento. Se fosse fazer tudo a mão, seriam até outros métodos. Não teria tanta precisão (3P10).

Não só melhora o desempenho, mas também a maneira como você passa o seu trabalho (1PE4).

Eu deixo de investir tempo em serviços que o software pode fazer pra mim de uma forma mais automatizada, por exemplo, um detalhamento. E me concentrar e prover um pouco mais de tempo nas etapas de concepção e análise estrutural (...) de uma forma em que eu consiga prover um detalhamento mais limpo, mais enxuto, mais econômico, pra mim é a vantagem (1P3)

A gente vai ganhar tempo, e tempo é dinheiro (3PE13).

Em contrapartida, oito profissionais destacaram que apesar das vantagens em utilizar recursos de TI, é preciso ter consciência sobre as limitações destes recursos, ao contrário, eles podem piorar a performance. Como exemplo foram citados os softwares para projeto estrutural. Além disto, foi citado a problemática da dependência do software induzir o profissional a ignorar aspectos relevantes do projeto, como o próprio processo construtivo. Também foram citados recursos incompatíveis com a realidade e que não têm um benefício percebido:

Como todos estão sendo levados a usarem as tecnologias, as novas ferramentas, a gente esquece de pensar. Então é uma crítica que eu faço, embora elas sejam muito úteis (3E9).

Pelo fato da confiabilidade ser muito alta (...) menor é a cautela que você tem com os softwares (...) E isso faz tu baixar a guarda. Se tiver algum erro, se eu reconhecer algum erro, ou pior, se eu não reconhecer algum erro de detalhamento, isso é uma falha humana. (1P3)

Então aquela pessoa que compra um programa, senta em frente a uma máquina, ela não tem a noção do que está passando em cada ponto. Se você criou o programa, você sabe (1PE4).

Acho que se tiver uma ferramenta muito complexa, que exige muito e trás pouco benefício, ou que não está condizente com a realidade da empresa, ela atrapalha (2E7).

Em relação a expectativa de esforço (EE), os entrevistados foram questionados sobre como avaliam a dificuldade ou facilidade em utilizar recursos de TI. As respostas foram variadas, cinco entrevistados declararam com firmeza a facilidade em utilizar TIs, e seis entrevistados não tiveram tanta segurança na afirmação, reconhecendo algum nível de dificuldade.

Eu sempre tive facilidade porque eu sempre fui autodidata (...) Eu me obriguei a ser um desenvolvedor dos programas pra poder utilizar (1PE4).

Eu não digo que eu sou um mega expert programador, mas eu acho que tenho certa facilidade (...) Hoje em dia as ferramentas são muito amigáveis, e isso facilita muito o auto aprendizado (1P3).

Tenho (facilidade) relativa. Acredito que os que eu não domino, é mais fácil você trabalhar com parceiros que dominam, que aí eles te trazem mais mastigado essa parte, e você já tem o resultado (3PE13).

Acho que tem uma dificuldade pra começar a lidar, depois que aprende a gente percebe que é melhor (2E6).

Eu tenho um pouco de dificuldade nessa parte de 3D, eu ainda não fui pra esse lado, mas tenho vontade de aprender, já estou dando uma olhada na internet, nos cursinhos (3PE12).

A gente nota que a nossa cabeça daquela época tem mais dificuldade do que o pessoal atual, mais novo. Bem mais dificuldade. Eu vejo os profissionais de arquitetura, a 20 ou 30 anos formado, eles têm muita dificuldade em usar os recursos que o pessoal recém-formado utiliza (3E14).

Em relação à influência social (IS), não foi identificada na análise das entrevistas nenhuma afirmação direta sobre a influência social induzir à utilização de recursos de TI, como propõe as variáveis do construto IS. As afirmações foram de cunho motivacional, relacionadas ao trabalho em equipe.

Neste contexto, também é importante analisar o “apoio da alta gerência”. Na metodologia foi explicado que esse construto não foi adicionado ao modelo, pois a hierarquia seria variável entre os respondentes. No entanto, IS3 e IS4 são relacionados com o apoio da

gerência. Neste sentido, nas entrevistas foi identificada a importância do apoio da alta gerência para utilizar os recursos de TI, tanto na relação financeira quanto motivacional e também relacionado à exigência no uso de um recurso, que “obriga” o profissional a aprender e utilizar.

Esses aplicativos que a gente tem, é tudo porque o diretor da empresa reclamava que a gente usava muito papel (...). Então partiu dele, a gente via que ele queria eliminar isso pra facilitar a nossa vida. E até por conta do custo, pra desenvolver isso teve um custo, então se a direção da empresa não estiver a fim não dá certo. (2E6).

Isso evita que ele fique procrastinando. Se eu exijo que ele trabalhe com o software, ele dá um jeito. Diferente de quando eu me coloco na situação de aprender um software, é diferente, sem ter ninguém pra cobrar, é diferente (3P10).

Eu comecei a usar o *Eberick* no estágio, eu tive um incentivo do meu chefe (1P5).

Melhora a confiança, a autoconfiança, a valorização, de todos no processo todo, porque todos estão dividindo daquela informação (...) A partir do momento que outras formas de TI estão dentro do canteiro de obras, melhora mais ainda (3E14).

Em relação às condições facilitadoras (CF), os entrevistados foram questionados sobre como procuram suprir dificuldades e dúvidas com os recursos. A maioria citou pesquisas na internet, em especial os fóruns e tutoriais. Além disso, o suporte técnico foi citado, principalmente para softwares de projeto estrutural e para os sistemas específicos de gestão de obras. Os recursos utilizados são basicamente o computador e o *smartphone*, não sendo destacado que a falta desses recursos inviabilize a adoção:

Basicamente, pelos tutoriais, pesquisa na internet, pois é mais rápido. Em alguns casos você pode interagir também (3E9).

Com fórum da ferramenta, cursos. Procuo suporte quando não há outra solução, como último recurso. Quase todos os softwares têm um fórum, aparece alguém que já tem esse problema (3P10).

Google! (...) Sempre conectado com o suporte técnico da AltoQi. Muita das soluções já têm artigos prontos, ou quando é algo muito específico, porque na maioria dos casos eu primeiro pesquiso antes de entrar em contato com o suporte. Mas o suporte é uma coisa fundamental pra projeto estrutural (1P3).

Sempre tem que ser o suporte, eu não consigo imaginar alguém colocar uma tecnologia sem ter suporte (3PE12).

Olha, geralmente os programas têm o suporte técnico deles, e o suporte pela internet, o *Youtube* ajuda muito e se é algo, eu vou atrás de algum conhecido, eu não tenho vergonha de pedir ajuda, afinal ninguém sabe tudo (3PE12).

Além disto, o trabalho em equipe mostrou ser uma condição facilitadora para utilizar os recursos de TI. Além das citações anteriores, sobre buscar ajuda com colegas de profissão, também foi citada a facilidade de aprender a utilizar alguma ferramenta quando o esforço acontece em equipe:

Quando é mais de uma pessoa utilizando a mesma coisa, o desenvolvimento é diferente (3P10)

Quando vamos implantar algum sistema aqui, é precedido de curso, fica mais fácil. (3E9).

Quando vamos adotar algum programa novo, alguém fica responsável em aprender e passar o conhecimento para os demais (1P1).

Ele se formou esse ano que passou, a gente vai se ajudando, eu ajudo ele, ele me ajuda (...) Até porque essa parte 3D no *Revit*, ele manja super bem, então ajuda e me motiva a querer aprender também. (3PE12).

Tenho um outro estagiário, o máximo de informações que eu posso passar pra ele eu passo. E eu peço que ele também traga algumas novidades assim. A expectativa entre colegas, ela é bastante positiva (3E14).

O que ainda não me surgiu a oportunidade, de ter alguém que chegue e me explique. Não fui atrás, talvez por uma questão de tempo, ou porque não tá exigindo (2P8).

A resistência à mudança (RM) também foi identificada na fala dos entrevistados, tanto num nível pessoal, quanto num nível geral da indústria. Entre as razões para a resistência foi verificada a acomodação/comodismo com a rotina, a desconfiança sobre os resultados obtidos, o desconhecimento sobre o benefício de utilizar o recurso, a dificuldade em migrar entre ferramentas e o custo.

Já gostei mais de aprender programas novos. Hoje a gente acaba se acomodando um pouco, acaba criando uma rotina de trabalho e trabalhando com aqueles programas (...) Eu vejo uma resistência minha de não buscar novos programas (1P2).

A gente sempre fala que a gente tinha que compatibilizar mais, arrumar um software né, um *Revit*, alguma coisa, mas por enquanto vai adiando, não saiu do pensamento ainda (...) A gente tem uma certa resistência né, a mudanças, de começar a utilizar (2E6).

Como eu tenho essa formação anterior às tecnologias, eu tenho uma certa resistência a utilizá-las. Por exemplo, quando fiz o primeiro curso de Excel, eu desconfiava dos resultados. Muitas vezes eu pegava por amostragem e fazia cálculos manuais pra conferir. Hoje confesso pra ti que na área de Excel eu não duvido mais. Mas eu ainda desconfio de coisas que saem assim, prontas na hora. (você disse que tem resistência em utilizar...) por desconhecimento, ou pouco conhecimento (3E9).

Quando os profissionais não estão integrados naquele sistema, não estão entendendo porque é importante aquele sistema, eu acho que essa resistência não é legal (2E7).

Eu fui uma profissional que quando eu comecei a fazer o curso do Revit eu tava tão acostumada com o *SketchUp*, que é muito intuitivo e não tem muito segredo (...) mas eu acabei tendo resistência talvez pela metodologia, e acabei não indo pra frente (3PE13).

Hoje, do jeito que eu estou gerindo o meu escritório, ainda é uma resistência porque eu vou precisar colocar mais pessoas dentro do escritório (3PE13).

Conforme essas citações, em alguns casos essa resistência foi percebida e destacada pelos entrevistados. Em outros casos a resistência não é percebida e até é negada, mas existe, e esta associada ao fato da adoção da TI não ser uma exigência imediata, o que permite resistir e procrastinar:

Quando eu comprei o TQS, ele ficou um ano sem ser utilizado, porque eu usava o *Eberick* antes. Aí eu começava os projetos no TQS e não conseguia finalizar. E num dia eu lançava tudo no *Eberick* e terminava em um dia e tava tudo certo. Então tem essa adaptação as vezes (3P10).

(Falando sobre o BIM) É um pouco de relapso nosso de não ir atrás também, mais afundo, buscar lá o que que é. Ir lá pra Curitiba, pra Maringá, fazer um curso. As vezes a gente trabalha, trabalha, trabalha, e acaba não fazendo, não se atualizando. A gente consegue, é só querer, só programar que a gente faria (3PE12).

O meu sócio usa o TQS. Eu não me arrisquei ainda a nem querer olhar pra ele, pois eu já estou habituada no *Eberick* (1P5).

Eu digo que eu tenho um pouco de preguiça de tentar me aperfeiçoar mais nisso (3E14).

Eu só não entrei no 3D ainda porque na “empresa x” não é o meu caminho. (questionado em outro momento se iria aprender a utilizar maquete 3D): Eu gostaria, porque aí eu estaria completo (2P8).

4.4.2.2 Categoria 2 - Aplicação da TI

O uso da TI foi identificado em todos os casos. Os profissionais entrevistados utilizam recursos de TI tanto para concepção de projetos, quanto na fase de execução e gerenciamento de obras. Conforme destacado anteriormente, foi percebida a frequência maior de softwares específicos para a indústria da construção civil sendo utilizados na fase de projetos do que na fase de execução e gerenciamento de obras.

Em relação aos softwares de projetos, se destacaram o AutoCAD, SketchUp, *Lumion*, Revit, *Eberick*, *Qibuilder*, TQS. Os projetos arquitetônicos normalmente são desenvolvidos em planta ou 2D, e uma maquete eletrônica 3D é gerada para melhor visualização pelo

cliente. Esse projeto é encaminhado para o(s) engenheiro(s) para a realização dos projetos complementares. O arquivo é encaminhado em DWG ou IFC, dependendo do projetista. E os engenheiros utilizam softwares específicos, principalmente para o projeto estrutural, que demanda maior detalhamento:

Os softwares de projeto estrutural são os mais fáceis e os mais rápidos de utilizar recursos de BIM, porque eles já foram mais pensados pra isso, pois são softwares que geram mais recursos, mais dinheiro. Com exceção do arquitetônico, é um projeto mais caro. Então eles se especializaram muito. Então muitas vezes o arquitetônico não tá lá, mas o estrutural já está lá em BIM (3E14).

A compatibilização dos projetos é realizada entre essas etapas, inclusive todos os projetistas mostraram preocupação com a compatibilização e com a comunicação entre os profissionais de arquitetura e engenharia.

Em relação aos softwares de execução de obras, o Excel foi citado por todos os executores e gestores de obra.

Na gestão utilizo Excel, com planilhas para cálculos, orçamentos, custos, cronograma e comparativos (3E9).

A gente utiliza basicamente Excel, planilha de medição de empreiteiro e essas coisas. É mais Excel. E o AutoCAD né, que é mais básico (2E6).

Aqui a gente tem um sistema que integra toda a companhia, mais a questão de alimentação da medição, inclusão de relatórios com imagens. Além de Excel. Pra visualização de projetos a gente utiliza o AutoCAD (2E7).

Eu utilizo muito um Excel, simples, as planilhas (1PE4).

Hoje o que eu utilizo um MSProject, Excel e basicamente isso aí. Aí outros softwares de projeto, AutoCAD, SketchUP, no caso assim, falando de execução de obras (3E14).

O Excel tem flexibilidade para a programação. Desta forma, é possível criar planilhas interativas que suprem as demandas de gestão de obras, o que torna injustificável o investimento em softwares ou aplicativos:

Pra gestão às vezes uma planilha faz chover, mas um software tem uma limitação (3P10).

Pena que a construção civil é muito variável. A situação pra mim é uma, pro vizinho é outra. Então um aplicativo não consegue vender tão fácil. Hoje em dia é fácil você ter um aplicativo do setor de contabilidade que a regra é uma só, do que pra construção civil que uma obra é diferente da outra (3E14).

Um dos entrevistados, engenheiro civil residente de obra e proprietário de uma construtora de pequeno porte, relatou que utilizou o software Sienge para gestão de obras no passado e que, apesar de ser um software completo para padronizar a gestão, ele não foi mais utilizado “porque houve uma paralisação meio brusca de obras e ele é um software caro pra manter, caro eu digo pra proporcionalidade que a gente usava ele” (3E14).

Além disto, duas entrevistadas de empresas diferentes relataram a utilização de sistemas específicos para gerir o canteiro de obras. Uma das empresas é pública, de grande porte, e utiliza um sistema integrado para medição, relatórios e orçamento de materiais:

Aqui a gente tem um sistema que integra toda a companhia, mais a questão de alimentação da medição e inclusão de relatórios com imagens (...) No Sistema você dispara isso (compra de materiais), então facilita. Lança a informação e quem estiver interessado manda o orçamento. É como se fosse uma licitação ou pregão. Os fornecedores interessados entram no sistema e colocam os preços. É uma vantagem pro público. É a união dos dois interessados, tanto nós que precisamos comprar, quanto o fornecedor que quer vender (2E7).

O outro sistema, utilizado em uma empresa de médio porte, foi desenvolvido por uma empresa local de TI, e é um sistema que conecta o pedido de materiais vindo do canteiro de obras, com o departamento de compras do escritório:

A gente tem o nosso sistema interno, tanto pra parte financeira, de acompanhamento de parcelas e pagamento de parcelas de apartamentos. O mesmo sistema faz a parte de aquisição de material. Ele é como se fosse uma página da *web* (...) O apontador faz o pedido agora lá na obra, o departamento de compras já recebe aqui no escritório, já visualiza, e já manda o material, então facilita (2E6).

Mesmo com o sistema disponível e tendo realizado treinamento para utilizar, a entrevistada relatou que continuam utilizando o Excel para gerir as informações da obra. O relato mostra a dificuldade ou resistência na adoção da TI. Se observa aqui, que o fator de custo não está relacionado apenas com a aquisição do sistema, mas também no processo de migração, que demanda tempo e, por consequência, investimento:

Na verdade eu vejo que a gente usa pouco ele. Ele tem as ferramentas de orçamento, de acompanhamento de quantitativo. Mas pela demanda de obra que a gente tem, pelo número de funcionários, nós somos em poucos aqui, só três. A gente não tem tempo de mexer mais nele. Mas ele tem umas ferramentas bem interessantes, de acompanhar custo, de acompanhar quantitativo, de lançar quantidade de material previsto, depois consegue acompanhar se usou só o previsto, se usou mais ou se usou menos, consegue acompanhar tudo isso dentro do Supera, e isso a gente não faz (...) Teria na verdade que começar a implementar isso dentro da empresa (2E6).

Ao serem questionados sobre a comunicação e gestão de informação com a cadeia de suprimentos, foram destacadas as ligações por telefone, o *e-mail* (que é importante para formalizar e registrar as compras), e principalmente o WhatsApp (aplicativo de smartphone para chat e ligação através do uso da internet), como ferramenta para agilizar o processo de compra. Além disto, há o sistema que lança as solicitações de orçamento publicamente, facilitando a fase de orçamentos.

Não foram identificados outros recursos que pudessem auxiliar no processo ou integrar a cadeia. Um gestor afirmou que “as questões de gestão de compra não representariam grande ganho” (3E9). Outros três profissionais se mostraram insatisfeitos com a falta de tecnologias para automatizar e agilizar os processos de compra na cadeia de suprimentos, destacando principalmente a ausência de softwares e aplicativos compatíveis e comunicáveis, além de não haver agilidade ou padronização por parte dos fornecedores a fim de acompanhar o ritmo da indústria:

Eu ainda não vejo a interoperabilidade nos sistemas de gestão de insumos, da cadeia de suprimentos, ainda não conheço, não vislumbrei essa interoperabilidade. Quando ocorrer a interoperabilidade de informações, será um avanço enorme, em direção a automação do processo de compra (...) mas enquanto isso, tá no bom e velho telefone (1P3).

Seria menos trabalhoso se a gente pudesse fazer o orçamento. Se a gente tivesse um recurso de não precisar ligar na loja pedindo quanto é o material. Se eu conseguisse fazer um orçamento *online* em diversas lojas seria bem mais fácil. Seria interessante pro orçamento, iria agilizar (1P5).

A maior dificuldade não está dentro da própria obra ou com os profissionais, mas sim com os fornecedores. Eu não duvido, daqui a pouco a gente vai ter drone fazendo entrega de material, isso vai acontecer (3E14).

90% dos pedidos de materiais são feitos a partir do WhatsApp. Os orçamentos todos são através de *e-mail*, dificilmente você vai ligar (...) até porque fica tudo registrado. A gente sofre um pouco ainda, porque não tá tendo a mesma velocidade, os fornecedores não estão acompanhando isso. As lojas de materiais de construção, elas tão bastante atrasadas. Então toda essa interligação, essa comunicação com os escritórios. Do escritório vai 100%, quando chega nos fornecedores, nem 20% atende dessa forma (...) não tem um retorno do fornecedor. Então eles estão bem atrasados pra isso (3E14).

Em relação ao BIM, através da análise se observou que a implementação está restrita à fase de projetos e, mesmo assim, não está amplamente difundida. Entre os entrevistados, três projetistas relataram utilizar softwares BIM para integrar e compatibilizar os projetos. Um construtor e arquiteto afirmou que o escritório está em fase de implementação do BIM,

por considerar que é uma exigência de mercado. Um gestor de obras afirmou que o sócio integra os projetos em plataforma BIM, quando esses já não vêm integrados. Com isso ele não perde tempo com quantitativos e melhora a visualização do projeto, apesar de não continuar o processo na gestão e no canteiro de obras.

BIM não é ferramenta, BIM é processo. É muito mais do que integrar projetos. Desde a contratação do cliente até a demolição da estrutura, desde contratar pra construir, reformar ou o descarte. Então quando há o descarte acaba o ciclo. Um pedacinho de todo processo BIM, que é a integração entre projetos, eu já estou aplicando. Tô aplicando valendo (1P3)

Nós trabalhamos com o modelo 3D, não chega a ser o BIM 100%, com as questões de pós obra, de manutenção. Mas a gente trabalha com compatibilização 3D (3P10).

Uma maquete eletrônica reduz um monte de erros, a compatibilização nem se fala, o uso de ferramentas que utilizem o BIM é fundamental (3E14).

Nós estamos tentando implementar o BIM, pra tornar tudo conversável. A nossa ideia é ter a capacidade de criação, de invenção, e transformar essa nossa capacidade de criar. Ou seja, gastar mais tempo na criação e menos tempo na produção (...) eu acho que é uma excelente ferramenta, é uma necessidade (3E9).

Entre os outros profissionais, a opinião sobre BIM variou entre desconhecimento e falta de reconhecimento da utilidade do BIM para obras de menor porte. Ou seja, os profissionais não acreditam que haverá grande retorno aplicar o BIM em projetos de pequeno porte, que possuem menor volume de informações, e são considerados fáceis de gerenciar. Mesmo assim, esses profissionais reconhecem a importância do BIM, e preveem que no futuro precisarão se adequar para permanecer no mercado:

Eu sou familiarizado, mas não implemento ainda, eu acho que pra obras pequenas não vale o investimento (1P1).

Eu não consegui colocar toda a magnitude do BIM nos meus projetos. Eu não vou fazer BIM de uma casinha de 100 m², não tem lógica. Eu acredito e acho muito bacana pra grandes empreendimentos (...) Eu vejo o BIM, tu tentar se antever as dificuldades e interferências que você vai ter durante a execução da obra, já na etapa de projeto tu consegue ir eliminando essas interferências. Em obras pequenas tu acaba fazendo durante a obra mesmo (1P2).

Eu não trabalho com o BIM, os meus parceiros trabalham (...) Como eu trabalho com residencial, ela não é tão complexa a compatibilização (3PE13).

Nós fazemos poucas obras de grande porte que é necessário, porque chega um ponto que chega a ser necessário, mas no tipo que a gente tá hoje não se justifica a gente mudar tudo pra fazer BIM numa casa de 100 m², que é o que a gente mais faz, casa, sobrado (3P10).

Como? BIM? Já ouvi falar, mas não sei o que seria (2P8).

Não conheço, nunca tive contato, mas me interessa (2E6).

Eu fui em Curitiba assistir umas palestras sobre BIM, mas eu não usei. Eu acho que vai ser muito interessante a hora que a gente começar a usar pra valer. Por enquanto, aqui pra nós... Não sei se alguém usa aqui em Beltrão (3PE12).

Ao final das entrevistas, os profissionais foram questionados sobre como enxergam a adoção de TIs na indústria da construção civil. Todos os profissionais concordaram que houve um grande avanço em relação à etapa de projetos, que em poucas décadas saíram das pranchetas e nanquim para o CAD, e agora já contam com detalhamentos de alta qualidade, maquetes eletrônicas e integração BIM. Um dos profissionais inclusive divagou “eu não consigo imaginar o que poderia vir além disso. Eu acho que por enquanto a gente vai parar por aqui” (2P8). De fato, houve uma grande evolução neste aspecto, e a tendência é evoluir ainda mais, sobretudo à medida que todos adotarem estas tecnologias e elas sejam tão indispensáveis quanto o CAD é agora.

Em relação à execução de obras, houve destaque da utilização do WhatsApp no canteiro de obras. O aplicativo facilita a comunicação com os empreiteiros, mestres de obras e demais profissionais de mão de obra. A tecnologia já está difundida entre os profissionais, o que facilita a comunicação ágil e eficiente, com o envio de fotografias e vídeos, tanto das situações *in loco* da obra, quanto dos aspectos de projetos. Este recurso também flexibiliza a permanência do projetista ou executor no canteiro. Além disto, também foi destacado como um recurso motivacional, por poder criar grupos da obra em que todos podem participar e contribuir.

Aconteceu já de eu estar em viagem, e o mestre ligar e a gente conversar por vídeo e a gente resolver por vídeo, via WhatsApp (3PE13).

Se tem alguma dúvida, manda uma filmagem ou uma imagem. Muitas vezes isso evita que você, que acabou de sair da obra, tenha que voltar (1PE4).

Com os pedreiros, a gente troca ideia no WhatsApp. Fotos todos os dias (...) mudou totalmente o processo. Não precisa ir lá todo dia (3P10).

O simples fato de hoje eu ter um grupo no WhatsApp de pessoas da obra e que estão falando assuntos da obra, e todo mundo participando, desde o servente até o mestre de obra, todos eles tomando decisões e discutindo juntos, só vai valorizar mais (3E14).

Em contrapartida, os entrevistados não enxergam a mesma evolução que ocorreu com os projetos na gestão de obras, considerando que a utilização de TI é baixa, destacando que há dificuldade de adotar essas tecnologias no canteiro. A causa desta dificuldade, repetida

pela maioria dos entrevistados, foi a falta de conhecimento dos profissionais do canteiro de obras, tanto falta de conhecimento para operar as ferramentas, quanto para compreender a utilidade e o benefício:

A dificuldade de você implementar novas TIs nos canteiros é o nível de quem vai operar esses equipamentos (3E9).

Um cidadão com ensino fundamental, onde ele vai achar trabalho hoje? É mais fácil na construção civil do que numa atividade comercial (...) a estrutura do país diz pro cara: “vá trabalhar, não estude”. Você não tem incentivo para estudar, você tem incentivo pra trabalhar e se submeter ao salário que você ganha. Então não vamos desenvolver o nosso país, se não incentivarmos conhecimento, cultura. Não apenas o conhecimento formal, de fazer ensino fundamental, médio, graduação. Não é nesse aspecto. Ensinar o pedreiro a ser pedreiro. Como fazer o traço correto de uma argamassa (3E9).

O que vemos hoje no país é um desincentivo à educação. Não estamos formando pessoas com capacidade de interagir com as tecnologias e este é o grande problema. E a construção civil vai ser um dos setores mais atrasados nesse aspecto. Não estou falando de grandes corporações que fazem mega obras, estou falando do dia-a-dia da realidade brasileira, da nossa realidade (3E9).

Eu acho que a mão de obra (...) o pessoal não tem muito conhecimento, ou até mesmo boa vontade, de não enxergar que aquilo é importante e do benefício que aquilo trás (2E6).

Acho que só o profissional da ponta mesmo, que ainda é, muitas vezes uma pessoa que tá desempregada e a construção civil ainda é uma área que aceita essas pessoas, que talvez não tenham conhecimento. E essas pessoas tem mais dificuldade de entrar (2E7).

“Malemal” eles querem preencher o diário de obras (3PE12).

No entanto, o entrevistado que atua como engenheiro residente foi o único a não concordar com essa opinião. Ele acredita que é o engenheiro/executor que tem a função de levar essas tecnologias ao canteiro. Para isso, ele destaca a importância da permanência do engenheiro no canteiro de obras, tanto para que tenha uma voz ativa na tomada de decisões, quanto para melhorar processos técnicos e gerenciais. Além disto, também relatou uma experiência em que deixou um *notebook* no canteiro para que os profissionais consultassem os projetos, e a receptividade foi positiva, gerando resultados satisfatórios:

Primeiro pela falta do engenheiro na obra. Não se consegue em 1 hora por dia, chegar na obra e querer resolver e identificar todos os problemas. Então tem que ter uma permanência maior do engenheiro na obra (...) o engenheiro, ele vai utilizar essa ferramenta, ele vai trazer esse recurso pra dentro do canteiro. O mestre de obras não, o pedreiro não. Porque eles nem têm tempo pra isso (...) quem tem que se habilitar são os engenheiros que estão ali dentro (3E14).

Depois a gente utilizou *notebook*, um mini *notebook*, foi comprado e entregue no canteiro de obra. E o mestre de obra, assim como os outros, eles viam de vez em quando, voltavam e viam imagens no *SketchUp* e alguns detalhes que a gente gerou pra eles procurarem isso aí. Deu resultado, funcionou e foi bom (3E14).

A tecnologia ela é muito fácil, muito interativa, faz com que a pessoa venha muito rápido a aprender e depois que aprendeu a usar aquilo lá, não quer mais largar, só quer melhorar. Então eles tiveram facilidade. Tinha gente que tinha um pouco de medo de estragar o equipamento e não mexia tanto, mas tinha gente bem a vontade que mexia mesmo sabe? A gente conferia as ferragens na obra com o *notebook*, e não com as pranchas (...) Então é o recurso de tela ao invés do papel. Hoje em dia eu acho que é muito fácil, no celular mesmo, você pode descarregar todos esses arquivos em pdf. Existe recursos 3D fáceis de mexer no *smartphone*. Todos eles gostam, dificilmente você vê alguém que não queira (3E14).

Também foi destacado o déficit relacionado ao investimento necessário, por não haver retorno ou reconhecimento do cliente para arcar com esse investimento em tecnologia. Se destaca que não houve um incremento no preço dos projetos, tomando como exemplo o projeto hidrossanitário, caracterizado por ser um dos mais baratos. Não houve atualização no preço ao incorporar o projeto no BIM, ou ao desenhar o projeto em uma plataforma 3D:

Pra evitar esse custo, eu não sei até que ponto tem o custo/benefício (1P5).

O pessoal não quer gastar, não veem um retorno. Se você pega uma obra, ele vem ali por R\$2.000,00 o metro, você fala que vai cobrar R\$2200,00 porque vai colocar tecnologia, o cara vai em outro. Então fica complicado pra você colocar essas coisas na frente (3PE12).

Alguém tem que pagar em cima daquilo, então na hora de cobrar tem que cobrar o projeto e cobrar a mais pra desenvolver. A maquete 3D, ela tem que ser um produto a mais a ser vendido. Todo mundo que usa recursos áudio visuais hoje ganha mais do que nós, e nós não sabemos cobrar. A gente utiliza e facilita um monte de coisa, mas não facilita só pra nós, facilita pra todo mundo (3E14).

Também foi destacada que a grande disponibilidade de mão de obra na indústria da construção civil reduz a necessidade de investir em tecnologias. Além disto, a expectativa é de que com as novas gerações, cada vez mais tecnologias sejam adotadas, devido à facilidade natural dos mais jovens em manipular estas ferramentas:

A mão de obra nossa ainda é abundante. A mão de obra da construção civil, o que não serve pras outras mãos de obras, acaba na civil. O cara tentou trabalhar numa indústria, não se adaptou, ele vai virar ajudante na construção civil (...) então essa quantidade de mão de obra ainda disponível, faz com que o pessoal não utilize tanta tecnologia. A tecnologia, automaticamente, reduziria essa quantidade de mão de obra (1P2).

Enquanto tiver mão de obra abundante, a resistência a tecnologia sempre será uma barreira (1P2).

Essa barreira da mudança vem com as novas gerações. Acho que quanto mais novos engenheiros vem se formando já inseridos nessas novas tecnologias, mais fácil de levar ela pra obra e utilizar ela mesmo (1P2).

Entre os entrevistados que indicaram o uso da computação em nuvem, se observou que ela é utilizada como recurso de armazenamento e compartilhamento de arquivos nos escritórios através do *Google Drive* ou *Dropbox*, mas não foi identificada a utilização de servidores na nuvem ou de contratação do serviço para armazenar um grande volume de dados.

Foi identificada a utilização de QRCode em projetos BIM por um projetista. O projeto gerado em plataforma BIM é exportada para uma página da web, um QRCode é gerado e colocado no projeto. O cliente e os profissionais da obra são instruídos sobre como utilizar, e podem acessar livremente a maquete 3D para visualizar detalhes construtivos. Os recursos auxiliam o carpinteiro, por exemplo, que pode verificar os furos que devem ser deixados nas formas para a passagem de tubulação.

Outra utilização de QRCode foi na identificação de postes pré-moldados, que possuem uma etiqueta com QRCode contendo informações sobre os fornecedores dos materiais que foram utilizados para construir o poste, o lote, quem construiu, o responsável técnico, a data de fabricação, entre outras informações pertinentes.

Além destas tecnologias, também foi destacada a utilização de câmeras na obra, que possibilitam a comunicação do executor com os profissionais durante a realização dos serviços, uma vez que ele pode monitorar e acompanhar a execução através das câmeras.

5 DISCUSSÃO

O modelo de pesquisa proposto inicialmente contava com sete hipóteses, sendo que após a análise através da SEM três hipóteses foram suportadas e uma foi parcialmente suportada.

A hipótese 1 (H1), afirmava que a EP tem uma influência positiva na intenção dos indivíduos de utilizarem a TI, foi confirmada com o maior t-valor de 3,088 (sendo o limite mínimo de 1,96). Ou seja, os respondentes acreditam que utilizar o sistema de informação vai ajudá-los a terem ganho de performance no trabalho.

Esse resultado vai ao encontro de Venkatesh *et al.* (2003), que afirma que a EP foi o constructo mais forte em todos os modelos estudados para compor o modelo UTAUT. No entanto, Sargent *et al.* (2013) não encontrou o mesmo resultado no estudo de caso, aplicado para um sistema de controle de documentos. Na percepção dele, isso ocorreu pois os gerentes de projetos frequentemente estavam em locais sem internet.

Nenhum dos entrevistados citou problemas devido ao acesso à internet, inclusive destacando o uso do WhatsApp como ferramenta principal de comunicação. Possivelmente isso ocorreu porque os entrevistados trabalham na região urbana que conta com a infraestrutura necessária. O engenheiro residente inclusive pontuou: “eu tento ter uma estrutura básica de escritório (na obra) pra ter água, luz e internet. Se não tiver isso, não tem mais comunicação”.

A H2 pretendia comprovar que a EE tem uma influência positiva na intenção dos indivíduos usarem a TI. No entanto, essa hipótese não foi suportada, uma vez que o t-valor foi de 0,079, ou seja, não houve relação entre EE e IC. Esse resultado difere de Venkatesh *et al.* (2003) e Sargent *et al.* (2013).

Analisando EE isoladamente, a estatística descritiva mostrou que os profissionais tendem a ter facilidade com o uso da TI. Nas entrevistas as respostas variaram entre ter facilidade e ter facilidade relativa, dependendo do aprendizado, ou seja, necessitam de maior esforço. Os entrevistados acima de 35 anos citaram a idade como fator relevante para o uso da TI, por entenderem que os mais jovens têm mais facilidade e necessitam de menos esforço.

Ao analisar as médias das respostas de acordo com as variáveis moderadoras, no Apêndice F, é possível observar que a EE decresce quanto maior a experiência com computadores, e cresce quanto menor a idade.

A H3 afirmava que a IS influencia positivamente a IC. A H3 também não foi suportada pelo modelo, não havendo relação entre os fatores (t-valor de 0,273). Nas entrevistas, também não foi possível identificar uma relação em que a IS seja um fator preponderante para a adoção de TI. Ao menos não do modo como as variáveis do fator IS mensuram. Os entrevistados indicaram que o trabalho em equipe facilita o aprendizado de novos recursos de TI.

Esse resultado vai ao encontro de Sargent *et al.* (2013), que uniu os fatores IS e CF após realizar uma Análise Fatorial Exploratória. Segundo eles, aparentemente os respondentes percebem a IS e as CF como “condições facilitadoras internas”, a medida que os auxilia ou incentiva a adotar o sistema estudado.

Já em relação à IS3 e IS4, relacionados à ajuda e ao apoio da gerência, respectivamente, se remete ao apoio da alta gerência. Nesta pesquisa, foi decidido não adicionar o construto de apoio da alta gerência ao modelo, tanto para não tornar o modelo mais complexo, quanto por entender que as variáveis de mensuração deste fator não poderiam ser respondidas pelos participantes que ocupam os cargos de gerência da empresa. Mesmo assim, pela estatística descritiva, IS3 e IS4 atingiram valores altos. Adicionalmente, nas entrevistas o apoio da alta gerência foi considerado indispensável por aqueles que são funcionários, tanto pelo aspecto financeiro, quanto motivacional.

A H4 sugeria que a CF influencia positivamente no USO. No entanto, essa hipótese não foi suportada, obtendo um t-valor de 0,228. Já a H5 previa que a CF teria uma influência positiva na IC. Essa hipótese foi suportada com um t-valor de 3,086. Através das entrevistas se percebeu que as condições facilitadoras para aprender a utilizar uma nova TI ou tirar dúvidas, são tutoriais *online*, fóruns *online*, ajuda dos colegas de trabalho, cursos e, em última instância, o suporte do software. Mesmo assim, o suporte foi destacado como indispensável, principalmente se tratando de softwares de projeto estrutural.

A H6 afirmava que a RM teria uma relação negativa com a IC. Apenas dois fatores, dos quatro que compõe RM, foram suportados. PCP com um t-valor de 2,108 e BR com um t-valor de 1,96. Além disto, os t-valores foram positivos, indicando que a relação é positiva e não negativa, como previsto. Pela análise descritiva, se nota que as respostas indicam baixa RM (média dos fatores abaixo de 3), isso explica porque a influência foi positiva.

Nas entrevistas, alguns profissionais indicaram resistência para adotar novas TIs. Os motivos foram demandar tempo indisponível para o aprendizado, pelo custo, ou por já estarem habituados a outros recursos que no momento são suficientes, não exigindo a

mudança imediata para um recurso melhor ou mais completo. Como é o caso do BIM, os profissionais têm resistência, no entanto reconhecem que no futuro precisarão se adequar a fim de serem competitivos no mercado.

Na pesquisa de Sargent *et al.* (2013) a RM não teve influência na intenção de utilizar o programa. Os pesquisadores justificaram isso por já haver uma cultura de mudança a nível organizacional, e os participantes já estarem habituados com isso. No entanto, foi sugerido que novas pesquisas fossem realizadas em realidades diferentes. Nesta pesquisa, foram identificados resultados opostos na fase quantitativa e qualitativa. Embora tenha sido encontrada relação parcial dos fatores de RM com a IC, a análise descritiva mostrou que a RM é baixa. Já na fase qualitativa, foi possível não apenas identificar a RM como também as causas prováveis para essa resistência.

A H7 previa que a IC teria uma influência no USO. Essa hipótese foi confirmada com um t-valor de 2,749. Possivelmente isso ocorreu pois os profissionais responderam o questionário baseados em TIs que já utilizam, logo, houve relação entre a intenção de utilizar no futuro e comportamento atual de uso.

Os profissionais também indicaram que uma barreira para não haver mais investimentos em TI era por não compreenderem o benefício por trás da utilização dos recursos. Também foi destacada a incerteza sobre a TI suprir suas necessidades, ou sobre a confiabilidade dos resultados obtidos com a TI. Sendo que um fator para a adoção de tecnologia destacado é justamente a confiabilidade, que estaria comprovada se alguém já tivesse utilizado e indicasse o recurso. Essas percepções vão ao encontro de Mainardes (2013) que afirma que existe uma resistência às inovações por parte dos projetistas, administradores e trabalhadores da construção civil, devido às mudanças incertas que podem ocorrer.

Ou seja, também há dificuldade por parte dos profissionais em investirem na inovação, e uma tendência a utilizarem apenas as ferramentas que já estão difundidas. Este fator pode explicar a ausência de TIs na indústria para suprir as demandas sob a perspectiva da integração e automação da cadeia de suprimentos. Se observou que a cadeia não é automatizada e tão pouco integrada. As tecnologias identificadas nos estudos da RSL2 não refletem a realidade da região, ou seja, se antecipam ao que se espera que seja uma realidade futura.

Os métodos de comunicação com fornecedores exigem a utilização de *e-mail* para que haja a documentação dos acordos realizados. Neste sentido, é observado que há um

atraso por parte dos fornecedores em adotar tecnologias para suprir as demandas da indústria, principalmente relacionado à agilidade e padronização dos orçamentos. Os entrevistados sugeriram sistemas automatizados para orçamentação, além de aplicativos para agendamento de concreto usinado e locação de equipamentos. Não parecem ser soluções complexas, mas exigem uma mudança de mentalidade. Como citado por três entrevistados, a indústria da construção civil está passando por uma mudança de paradigma, como a que ocorreu quando os projetos passaram do papel para o CAD.

Essa mudança de paradigmas também se relaciona aos paradigmas culturais. Os clientes precisam ser inseridos nesta mudança. Com a chegada das maquetes 3D e do BIM, o custo de elaboração dos projetos complementares não foi atualizado. Um dos entrevistados destacou que o projeto hidrossanitário ainda tem o mesmo preço de 15 anos atrás. Mas hoje, o preço não foi reajustado, mesmo que ele seja entregue em BIM.

O mesmo ainda ocorre no projeto arquitetônico, que apesar de ser o projeto mais valorizado pelo cliente, as maquetes 3D são incorporadas pelo desejo do arquiteto, e passaram a ser uma exigência do cliente, mas não há um preço diferenciado para a maquete 3D e para o BIM.

Esse fenômeno vai ao encontro da ideia de CARR (2003), que sugere que as TIs deixam de ser um recurso de competitividade e passam a ser um recurso de sobrevivência da empresa. Ou seja, hoje se cobra o mesmo preço por um projeto que necessita de mais investimento em TI, sendo que há uma tendência de que essa se torne a única forma de vender esse projeto, e isso não é mais competitivo, apenas atende à exigência do mercado. Dessa forma, se entende que a valorização dos serviços é necessária a fim de incentivar os profissionais a adotarem mais recursos de TI, incluindo o BIM.

Na fase de execução de obras a adoção de TIs ainda é baixa. Para a gestão de obras, os profissionais utilizam o Excel que proporciona flexibilidade de programação conforme a necessidade da obra, a um baixo custo. No canteiro de obras a adoção de TI ainda é baixa, havendo predominância do uso do WhatsApp para comunicação entre os profissionais do canteiro e o escritório, e entre o gestor e os fornecedores. No entanto, o uso do aplicativo pelos profissionais do canteiro está relacionado a uma tendência atual em utilizar o recurso a nível pessoal, e não especificamente a uma demanda profissional.

A maioria dos entrevistados indica a falta de conhecimento dos profissionais do canteiro de obras como fator principal para a baixa adoção de TI. A indústria da construção civil absorve a mão de obra de pessoas com baixa escolaridade, que muitas vezes trabalham

no canteiro de obras por não terem outras opções. Deste modo, se torna difícil inserir a TI no canteiro, devido a inaptidão dos profissionais em operarem essas tecnologias. No entanto, cabe também aqui a responsabilidade do executor de obras em assumir um papel ativo na tomada de decisões e, por sua formação, inserir as TIs necessárias para aprimorar os serviços. Sendo essa, inclusive, uma oportunidade de valorização do profissional, engenheiro(a) civil ou arquiteto(a), como executor e gestor de obras.

Na temática do BIM, a adoção ainda é incipiente. Beira na etapa de projetos e ainda não é adotada amplamente pelos profissionais. 21% dos participantes do questionário afirmaram utilizar o BIM. Nas entrevistas, se percebeu que essa adoção está concentrada na fase de projetos, e nem sempre entre todos os projetistas. Se notou que o conceito de BIM não é alcançado. Se o engenheiro dos projetos complementares adota BIM, não necessariamente o arquiteto envia o projeto em IFC, apenas significa que ele gera os projetos complementares numa plataforma BIM.

Além disto, existe a restrição do BIM à fase de projetos, ou seja, o processo não continua na execução de obras. Certamente o projeto elaborado em BIM auxilia muito o gestor de obras no quantitativo de materiais e na visualização do projeto. Além da compatibilização que previne futuros problemas executivos. No entanto, não há inserção de mais dados no BIM, e esse projeto também não é integrado com outros recursos que auxiliam a execução de obras.

Conforme destacado por um entrevistado, o BIM é hoje o que o AutoCAD foi há anos atrás, quando ainda se desenhava na prancheta. A migração da prancheta para o CAD também demandou esforço. Do mesmo modo, migrar do projeto baseado em desenho, para o projeto baseado em processo, também irá demandar esforço dos profissionais do setor. Essa mudança de paradigma se estende para a adoção de TI na indústria da construção civil.

6 CONCLUSÕES

A indústria da construção civil é responsável por obras de infraestrutura e edificações indispensáveis, tendo contribuição relevante no PIB nacional. Mesmo assim, o setor é caracterizado como atrasado em relação à adoção de tecnologias quando comparado com outras indústrias. Há oportunidade de crescimento e aprimoramento dos processos da indústria através da TI. Desta forma, essa pesquisa teve o objetivo principal de caracterizar a aceitação e utilização da TI na indústria da construção civil dos municípios polo do Sudoeste do Paraná. Para isto, quatro objetivos específicos previamente definidos foram atendidos:

i. Através da RSL1 foram identificados modelos de mensuração de fatores de aceitação e uso da TI em pesquisas realizadas no contexto da indústria da construção civil. Em seguida, através da RSL2 foram identificadas as aplicações usuais da TI na cadeia de suprimentos da construção civil. O modelo UTAUT (Venkatesh *et al.* 2003), identificado na primeira RSL, foi selecionado como modelo nesta pesquisa a fim de identificar e analisar os fatores de aceitação da TI. Além disto, foi adicionado o modelo de resistência à mudança (RM) de Oreg (2003), a fim de analisar se a RM está associada com a intenção dos indivíduos de utilizarem TI.

ii. O modelo da pesquisa determinava 7 hipóteses iniciais. Este modelo foi aplicado através de um questionário a fim de identificar os fatores de aceitação da TI. O questionário também contava com questões demográficas que pretendiam caracterizar a amostra e os usos da TI. O questionário foi aplicado em uma amostra de 108 participantes, incluindo engenheiro(as) civis e arquiteto(as) dos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão. Três hipóteses foram suportadas e uma foi parcialmente suportada: a H1, que afirmava que a expectativa de performance (EP) influencia positivamente a intenção comportamental (IC) de utilizar a TI, foi suportada; a H2 que afirmava que a expectativa de esforço (EE) influenciava positivamente a IC, não foi suportada; a H3 que afirmava que a influência social (IS) influenciaria positivamente a IC, não foi suportada; a H4 que previa que as condições facilitadoras (CF) influenciariam positivamente no comportamento de uso (USO) da TI, não foi suportada; a H5 que previa que as CF influenciariam positivamente a IC de utilizar a TI, foi suportada; a H6 que afirmava que a RM influenciava negativamente na IC foi parcialmente suportada: a busca pela rotina (BR) e o pensamento a curto prazo (PCP) influenciam positivamente a IC, já a rigidez cognitiva (RC) e a reação emocional (RE) não

influenciam a IC, e não foram suportadas; a H7 que afirmava que a IC influencia positivamente o comportamento de uso (USO) da TI, foi suportada.

iii. Com a finalidade de caracterizar os usos da TI indicados no questionário e analisar os fatores identificados de aceitação da TI por profissionais da indústria da construção civil, foram aplicadas entrevistas semiestruturadas com 14 participantes da amostra.

As entrevistas mostraram que a EP é alta em relação aos recursos de TI, indicando que acreditam que a TI é responsável por maior produtividade e melhor qualidade dos serviços prestados, se destacando que as TIs devem ser utilizadas com cautela a fim de garantirem melhores resultados. Os entrevistados apresentam perspectivas diferentes em relação a EE. Houve indício tanto pela percepção dos entrevistados mais velhos, quanto pela análise estatística do moderador de idade e tempo de experiência, que a EE é maior para os mais velhos, e menor quanto maior a experiência. A IS não pareceu ser um fator relevante, mas há convergência de opinião em relação a motivação que o trabalho de equipe proporciona para aprender a utilizar novos recursos de TI. O apoio da alta gerência também foi destacado como fundamental, tanto pelo financiamento da TI, quanto pela motivação. As CF destacadas foram a utilização de tutoriais e fóruns online, ajuda de colegas e como último recurso o suporte, indicando que os profissionais tendem a assumir uma posição autodidata para sanar dificuldades com as TIs. A RM foi percebida em diferentes níveis, tanto pela afirmação direta quanto pelo conteúdo da fala, mostrando que a resistência está relacionada com a zona de conforto, com o desconhecimento sobre o benefício ao utilizar o recurso, a dificuldade em migrar entre ferramentas de TI e o custo.

Foi identificado que o uso de TIs é difundido na fase de projetos. Os profissionais utilizam softwares como AutoCAD para desenho 2D, SketchUP para maquete 3D eletrônica, Eberick e TQS para projeto estrutural e softwares como o QiBuilder para os demais projetos complementares. Nesse contexto, o BIM se prenuncia com a utilização do Revit, software BIM, para integração e compatibilização dos projetos. No entanto, o processo BIM é incipiente, não sendo adotado por todos os projetistas, principalmente por ser considerado desnecessário para obras de pequeno porte, onde as incompatibilidades são sanadas na fase de execução.

Na execução foram identificados sistemas de gestão de compra de materiais em duas empresas de grande porte. No entanto, mesmo nessas empresas, o *Excel* ainda é a principal ferramenta de gestão das obras. O WhatsApp foi destacado como um aplicativo que agilizou e melhorou a comunicação com o canteiro, permitindo o envio de vídeos e fotografias. A

falta de conhecimento dos profissionais do canteiro de obras foi indicada como barreira para a implementação de mais TIs no canteiro. No entanto, também se destacou a ausência do executor na maior parte do tempo, uma vez que ele é o profissional apto para adotar, operar e disseminar as TIs no canteiro.

A cadeia de suprimentos não é automatizada e nem integrada. A comunicação entre os executores e fornecedores é realizada por telefone, *e-mail* e WhatsApp. Embora o WhatsApp agilize essa comunicação, o *e-mail* é necessário a fim de documentar as negociações e orçamentos. Alguns profissionais mostraram insatisfação com a falta de automatização nos processos de orçamentação e agendamento de entrega de materiais e ferramentas. Mesmo que a gestão seja feita de forma eficiente no canteiro e nos escritórios das construtoras, os fornecedores não respondem com a mesma agilidade ou padronização. Desta forma, se destaca a necessidade de investir em TIs a fim de aprimorar a gestão da cadeia de suprimentos.

iv. O estudo, tanto na fase quantitativa, quanto na fase qualitativa, mostrou que há a difusão da TI entre os profissionais da indústria da construção civil, sejam eles da área da engenharia civil ou da arquitetura.

Ficou evidente que os projetistas utilizam mais recursos de TI destinados à indústria da construção civil. O principal motivador para a adoção e utilização mais abrangente na fase de projetos é o aumento da produtividade e a maior qualidade dos projetos quando realizados através de softwares específicos. No entanto, ainda há barreiras para difusão do BIM, mesmo na fase de projetos, sendo que o principal motivo ainda é a resistência em investir tempo de aprendizado e recursos financeiros para implementar um processo que é considerado dispensável em obras de pequeno porte, que são a maioria. No entanto, os profissionais reconhecem a necessidade futura de se adequar ao processo BIM devido às exigências de mercado.

Em relação aos executores de obras, se nota que o *Excel* é um recurso que supre as necessidades de gestão, por ter flexibilidade de programação aos diferentes tipos de obras. Também foram identificados a utilização de câmeras conectadas à internet, aplicativo de diário de obras, aplicativo de *check list* para verificação de serviços, e sistema de pedido de materiais integrado ao sistema de compras e gestão do escritório. No entanto, essas são adoções isoladas.

A razão para não haver mais adoção de recursos também se deve à incerteza sobre o custo benefício, uma vez que os profissionais entendem que o Excel, por exemplo, supre as necessidades de gestão. Outra barreira para a adoção de TI nos canteiros é a baixa escolaridade e conhecimento dos empreiteiros e profissionais do canteiro, sendo que essa afirmação foi repetida pela maioria dos profissionais. Se destacou também a ausência do executor, seja engenheiro ou arquiteto, do canteiro de obras na maior parte do tempo. O gestor de obras, por formação, é o agente com maior potencial de inserir a tecnologia no canteiro, e por isso deve assumir o papel de liderança na adoção de TI. Além disto, o fato do investimento em mais recursos de TI não ser diretamente cobrado do cliente, torna o processo de adoção mais demorado. A tendência é de os profissionais remediarem a adoção de recursos, como o BIM, até que essa seja uma exigência para sobreviver no mercado, e não necessariamente um fator de competitividade.

Em relação à cadeia de suprimentos, a principal barreira destacada para não haver integração e automatização é a falta de interesse dos fornecedores em adotar recursos de TI a fim de facilitar a comunicação, orçamentação e pedido de materiais e ferramentas, sendo que os fornecedores de insumos estão atrasados em relação às necessidades do setor. Alguns profissionais vislumbram como a TI poderia auxiliar no processo de aquisição dos insumos, no entanto nenhum deles vê essa informatização ocorrendo.

Finalmente, este trabalho buscou caracterizar a adoção e utilização da TI na indústria da construção civil dos municípios polo do Sudoeste do Paraná. Na fase quantitativa, foi constatado que os fatores para adoção e uso da TI são a expectativa de melhora na performance, as condições facilitadoras, a intenção comportamental e que, a busca pela rotina e o pensamento a curto prazo são fatores que motivam a intenção de uso. Já a fase qualitativa confirmou estes resultados, além de mostrar que o trabalho em equipe é um fator motivacional para o indivíduo adotar a TI, o apoio da alta gerência é relevante para a adoção e uso da TI e que, ao contrário do que indica a análise quantitativa, a resistência à mudança é um fator que contribui negativamente para a adoção de recursos de TI. Desta forma, a indústria da construção civil nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão é caracterizada por uma baixa adoção de TIs no que tange à execução de obras devido à falta de conhecimento dos profissionais do canteiro de obras e à baixa permanência dos engenheiros(as) e arquitetos(as) de execução no canteiro, além do desconhecimento sobre o custo/benefício ou até mesmo o não reconhecimento de benefício ao investir em BIM. Porém, em relação à fase de projetos, a indústria é caracterizada como satisfatória na

utilização de recursos de TI, embora ainda esteja em estágio incipiente na adoção do BIM. Além disto, a cadeia de suprimentos não é integrada ou automatizada, havendo indício de que os agentes da cadeia não estão acompanhando a evolução da indústria.

Com os resultados desta pesquisa, se espera contribuir para a temática de adoção de TIs na indústria da construção civil, através da caracterização da adoção e do uso da TI na indústria da construção civil. O modelo UTAUT de Venkatesh *et al.* 2003 pode auxiliar na caracterização destes fatores. O modelo de RM de Oreg (2003) mostrou não mensurar adequadamente a resistência dos indivíduos em adotarem TI, uma vez que as respostas do questionário mostraram baixa resistência (principalmente analisando a estatística descritiva), mas a fase qualitativa indicou que essa resistência existe.

Como o objetivo desta pesquisa era direcionado à indústria da construção civil, em face dos engenheiros(as) civis e arquitetos(as), existem limitações e lacunas relacionadas com o modelo quantitativo, que é derivado de pesquisas de estudo de caso e foi aplicado numa amostra segmentada que utiliza recursos variados de TI. Desta forma, em trabalhos futuros, se indica a alteração do modelo desta pesquisa baseado nos resultados observados neste trabalho. Também é necessário que a cadeia de suprimentos seja abordada em diferentes níveis, a fim de compreender e buscar soluções a integração da cadeia de suprimentos através da TI, com foco no produto final, que é a edificação.

REFERÊNCIAS

ABEDI, M. et al. Cloud computing as a construction collaboration tool for precast supply chain management. **Jurnal Teknologi**, v. 70, n. 7, 2014.

ABEDI, M. et al. Cloud Computing Information System Architecture for Precast Supply Chain Management. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications, 2015. p. 818-822.

ABEDI, M. et al. Integrated collaborative tools for precast supply chain management. **Scientia Iranica. Transaction A, Civil Engineering**, v. 23, n. 2, p. 429, 2016.

ABRAMAT – **A cadeia produtiva da construção e o mercado de materiais 2007**. <<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/estudo-cadeiaprodutiva.pdf>>. Acessado em 10 de maio de 2018.

ABRAMAT – **Perfil da indústria de materiais de construção 2017**. <<http://www.abramat.org.br/datafiles/perfil-da-cadeia-2017-versao-site.pdf>>. Acessado em 10 de maio de 2018.

AGARWAL, Ritu; KARAHANNA, Elena. Time flies when you're having fun: Cognitive absorption and beliefs about information technology usage. **MIS quarterly**, p. 665-694, 2000.

AGDAS, Duzgun; ELLIS, Ralph D. The potential of XML technology as an answer to the data interchange problems of the construction industry. **Construction Management and Economics**, v. 28, n. 7, p. 737-746, 2010.

AHUJA, Vanita; YANG, Jay; SHANKAR, Ravi. IT-enhanced communication protocols for building project management. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 17, n. 2, p. 159-179, 2010.

AJZEN, I. **The Theory of Planned Behavior**. Organizational Behavior and Decision Processes. Massachusetts. 1991.

AJZEN, Icek; FISHBEIN, Martin. **Understanding attitudes and predicting social behaviour**. Prentice Hall, 1980.

ALKALBANI, Saeed et al. ICT adoption and diffusion in the construction industry of a developing economy: The case of the sultanate of Oman. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 9, n. 1, p. 62-75, 2013.

AL SALAMI, Mubarak K.; MAKELA, Carole J.; DE MIRANDA, Michael A. Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 27, n. 1, p. 63-88, 2017.

ARMBRUST, Michael et al. A view of cloud computing. **Communications of the ACM**, v. 53, n. 4, p. 50-58, 2010.

ASSAF, Sadi A.; AL-HEJJI, Sadiq. Causes of delay in large construction projects. **International journal of project management**, v. 24, n. 4, p. 349-357, 2006.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

AZHAR, Salman. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and management in engineering**, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

BAHETI, Radhakisan; GILL, Helen. Cyber-physical systems. **The impact of control technology**, v. 12, p. 161-166, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo** (Edição revista e atualizada). Lisboa: Edições, v. 70, 2009.

BEHERA, Panchanan; MOHANTY, R. P.; PRAKASH, Anand. Understanding construction supply chain management. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 16, p. 1332-1350, 2015.

BJÖRK, Bo-Christer. Information Technology in Construction—domain definition and research issues. **International Journal of Computer Integrated Design and Construction**, v. 1, n.1, p.1-16, 1999.

BORTOLUZZI, Sandro César et al. Avaliação de desempenho de redes de pequenas e médias empresas (pmes): lacunas e oportunidades de pesquisa. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 4, 2014.

BRASIL. **Decreto nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling., Brasília,DF, agosto 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC_a - **Resumo das contas nacionais: PIBpm Brasil; VABpb; Taxas % reais de crescimento e participação % do VABpb da construção civil**. <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acessado em 10 de maio de 2018.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015.

CARR, Nicholas G. IT doesn't matter. **Educause Review**, v. 38, p. 24-38, 2003.

COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd. Ed. Routledge, 1988.

CBIC_b - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. PIB Brasil X PIB Construção Civil (Variação %) - 2004 a 2017. <<http://www.cbicdados.com.br/home/>>. Acessado dia 10 de maio de 2018.

CBIC_c – **Participação (%) da indústria da construção na população ocupada.** <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acessado em 10 de maio de 2018.

CREA-PR – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do estado do Paraná. **Consultas Públicas.** <<http://creaweb.crea-pr.org.br/consultas/menupub.asp>>. Acessado em 8 de junho de 2018.

CHEN, Hsinchun; CHIANG, Roger HL; STOREY, Veda C. Business intelligence and analytics: from big data to big impact. **MIS quarterly**, p. 1165-1188, 2012.

CHENG, Jack CP et al. A service oriented framework for construction supply chain integration. **Automation in Construction**, v. 19, n. 2, p. 245-260, 2010.

CHIA, Fah Choy et al. Economic development and construction productivity in Malaysia. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 9, p. 874-887, 2014.

ČUŠ-BABIČ, Nenad et al. Supply-chain transparency within industrialized construction projects. **Computers in Industry**, v. 65, n. 2, p. 345-353, 2014.

DALLASEGA, Patrick et al. A Decentralized and Pull-based Control Loop for On-Demand Delivery in ETO Construction Supply Chains. In: International Group for Lean Construction. Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l, 2016. p. 32-42

DAS, Moumita; CHENG, Jack CP; KUMAR, Srinath S. Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange. **Visualization in Engineering**, v. 3, n. 1, p. 8, 2015.

DAVE, Bhargav et al. Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. **Automation in Construction**, v. 61, p. 86-97, 2016.

DAVIES, Richard; HARTY, Chris. Measurement and exploration of individual beliefs about the consequences of building information modelling use. **Construction Management and Economics**, v. 31, n. 11, p. 1110-1127, 2013.

DAVIS, Fred D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, p. 319-340, 1989.

DAVIS, Kirsten A.; SONGER, Anthony D. Resistance to IT change in the AEC industry: Are the stereotypes true?. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 12, p. 1324-1333, 2009.

DELONE, William H.; MCLEAN, Ephraim R. Information systems success: The quest for the dependent variable. **Information Systems Research**, v. 3, n. 1, p. 60-95, 1992.

DELONE, William H.; MCLEAN, Ephraim R. The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. **Journal of Management Information Systems**, v. 19, n. 4, p. 9-30, 2003.

DO NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.

DRNEVICH, Paul L.; CROSON, David C. Information technology and business-level strategy: toward an integrated theoretical perspective. **Mis Quarterly**, p. 483-509, 2013.

DYEHOUSE, Melissa et al. Examining the relationship between resistance to change and undergraduate engineering students' environmental knowledge and attitudes. **Studies in Higher Education**, v. 42, n. 2, p. 390-409, 2017.

ENEGBUMA, W. I. et al. Preliminary study impact of building information modelling use in Malaysia. In: **IFIP International Conference on Product Lifecycle Management**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 51-62.

FATHI, Mohamad Syazli; ABEDI, Mohammad; RAWAI, Norshakila. The potential of cloud computing technology for construction collaboration. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications, 2012. p. 1931-1934.

FAUL, Franz et al. Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, n. 4, p. 1149-1160, 2009.

FERREIRA, Rafael Henrique Mainardes et al. Arranjo Produtivo Local-APL de Tecnologia de Informação-TI no sudoeste do Paraná: mudanças paradigmáticas da inovação à dimensão social. **Redes**, v. 20, n. 3, p. 241-254, 2015.

FORNELL, Claes; LARCKER, David F. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. **Journal of Marketing Research**, p. 382-388, 1981.

FROESE, Thomas M. The impact of emerging information technology on project management for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 531-538, 2010.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Cadeia Produtiva da Construção**. 2018. <<http://www.fiesp.com.br/infografico-cadeia-da-construcao/#setor--40>>. Acessado em 10 de maio de 2018.

GAJENDRAN, Thayaparan; BREWER, Graham. Integration of information and communication technology: Influence of the cultural environment. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 14, n. 6, p. 532-549, 2007.

GAJENDRAN, Thayaparan; BREWER, Graham. Cultural consciousness and the effective implementation of information and communication technology. **Construction Innovation**, v. 12, n. 2, p. 179-197, 2012.

GIANG, Dang TH; PHENG, Low Sui. Critical factors affecting the efficient use of public investments in infrastructure in Vietnam. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 21, n. 3, p. 05014007, 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. Editora Atlas SA, 2008.

HADAYA, Pierre; PELLERIN, Robert. Determinants of construction companies' use of web-based interorganizational information systems. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 5, p. 371-384, 2010.

HAIR, Joseph F. et al. **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)**. Sage publications, 2ed, 2017.

HAIR, Joseph F.; BABIN, Barry J.; MONEY, Arthur H.; PHILIP, Samuel. **Fundamentos de métodos de pesquisa de administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR, Joseph F.; BLACK, William C. B.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009.

HENSELER, Jörg; RINGLE, Christian M.; SINKOVICS, Rudolf R. The use of partial least squares path modeling in international marketing. In: **New challenges to international marketing**. Emerald Group Publishing Limited, 2009. p. 277-319.

HOWARD, Robert; RESTREPO, Luis; CHANG, Chen-Yu. Addressing individual perceptions: An application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 2, p. 107-120, 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**, Rio de Janeiro, c.25, p.1-52, 2015.

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2015/defaulttabzip_xls.shtm>. Acessado em 10 de maio de 2018.

IKEDIASHI, Dubem Isaac; OGWUELEKA, Amaka Chinweude. Assessing the use of ICT systems and their impact on construction project performance in the Nigerian construction industry. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 14, n. 2, p. 252-276, 2016.

IKONEN, Jouni et al. Use of embedded RFID tags in concrete element supply chains. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 18, n. 7, p. 119-147, 2013.

JACOBSSON, Mattias; LINDEROTH, Henrik CJ. User perceptions of ICT impacts in Swedish construction companies: 'it's fine, just as it is'. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 5, p. 339-357, 2012.

KAMAR, Kamarul Anuar Mohamad; HAMID, Zuhairi Abd. Supply chain strategy for contractor in adopting industrialized building system (IBS). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 12, p. 2552-2557, 2011.

KIM, Seongah; PARK, Chan Ho; CHIN, Sangyoon. Assessment of BIM acceptance degree of Korean AEC participants. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 20, n. 4, p. 1163-1177, 2016.

LAMBERT, Douglas M.; COOPER, Martha C.; PAGH, Janus D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 1-20, 1998.

LARSGARD, Borgar; SAKSVIK-LEHOULLIER, Ingvild. The predictive power of personality traits on insomnia symptoms: A longitudinal study of shift workers. **Personality and Individual Differences**, v. 115, p. 35-42, 2017.

LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEE, Seul-Ki; YU, Jung-Ho. Success model of project management information system in construction. **Automation in Construction**, v. 25, p. 82-93, 2012.

LEE, Seulki; YU, Jungho. Discriminant model of BIM acceptance readiness in a construction organization. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 21, n. 3, p. 555-564, 2017.

LI, Xiaomin et al. A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0. **Wireless networks**, v. 23, n. 1, p. 23-41, 2017.

LINES, Brian C. et al. Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 5, p. 1170-1179, 2015.

LÖNNGREN, Hans-Martin; ROSENKRANZ, Christoph; KOLBE, Harald. Aggregated construction supply chains: success factors in implementation of strategic partnerships. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, n. 5, p. 404-411, 2010.

LOOSEMORE, Martin; RICHARD, Justin. Valuing innovation in construction and infrastructure: Getting clients past a lowest price mentality. **Engineering, construction and architectural management**, v. 22, n. 1, p. 38-53, 2015.

MAINARDES, Christiane Wagner. **Análise do impacto de sistemas integrados de gestão na maturidade organizacional em empresas de construção civil**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MALACARNE, GIADA et al. Investigating benefits and criticisms of bim for construction scheduling in SMEs: An Italian case study. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 13, n. 1, p. 139-150, 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.

MARTÍNEZ-ROJAS, María; MARÍN, Nicolás; VILA, M. Amparo. The role of information technologies to address data handling in construction project management. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 30, n. 4, p. 04015064, 2015.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. () **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. p. 47-63.

MENG, Xianhai. The effect of relationship management on project performance in construction. **International journal of project management**, v. 30, n. 2, p. 188-198, 2012.

MIGUEL, P. A. C; HO L. L. Levantamento tipo survey. In: MIGUEL, P. A. C. () **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. p. 75-102.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Dados estaduais do Paraná. Tabela município setor**. Disponível em <<http://pdet.mte.gov.br/rais?view=default>> Acessado em 7 de julho de 2019.

MOON, Sungkon et al. Process-waste reduction in the construction supply chain using proactive information network. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 2, p. 123-135, 2017.

MORAES, R. M. M.; GUERRINI, F.; SERRA, S. M. B. Aplicação de tecnologia de informação no setor da construção civil. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**. 2006. p. 2006.

MUNICÍPIO DE PATO BRANCO. **Pato Branco, Cidade Inteligente**. Disponível em: <<http://www.patobranco.pr.gov.br/cidadeinteligente>>. Acessado em 7 de julho de 2019.

NAKHODA, Maryam; TAJIK, Samaneh. A survey of the factors influencing the resistance of the employees of university libraries to technological changes: Study of libraries of Tehran University. **Library Management**, v. 38, n. 8/9, p. 528-546, 2017.

NITITHAMYONG, Pollaphat; SKIBNIEWSKI, Mirosław J. Success factors for the implementation of web-based construction project management systems: A cross-case analysis. **Construction Innovation**, v. 11, n. 1, p. 14-42, 2011.

OLLO-LÓPEZ, Andrea; ARAMENDÍA-MUNETÁ, M. Elena. ICT impact on competitiveness, innovation and environment. **Telematics and Informatics**, v. 29, n. 2, p. 204-210, 2012.

OMAR, Tarek; NEHDI, Moncef L. Data acquisition technologies for construction progress tracking. **Automation in Construction**, v. 70, p. 143-155, 2016.

OREG, Shaul. Resistance to change: Developing an individual differences measure. **Journal of applied psychology**, v. 88, n. 4, p. 680, 2003.

PALOS, Ramona; GUNARU, Simona Alexandra. The relationship between resistance to change and Romanian teachers' attitude towards continuing education: the moderating role of conscientiousness. **Journal of Education for Teaching**, v. 43, n. 4, p. 458-473, 2017.

PAPADONIKOLAKI, Eleni; VRIJHOEF, Ruben; WAMELINK, Hans. Supply chain integration with BIM: a graph-based model. **Structural Survey**, v. 33, n. 3, p. 257-277, 2015.

PREFEITURA DE FRANCISCO BELTRÃO. **Desenvolvimento econômico e tecnológico**. Disponível em: < <http://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/desenvolvimento-economico-e-tecnologico/beltrao-ganha-laboratorio-de-pesquisa-em-tecnologia-aberta/>>. Acessado em 7 de julho de 2019.

PRICE, Andrew DF; CHAHAL, Kusminder. A strategic framework for change management. **Construction Management and Economics**, v. 24, n. 3, p. 237-251, 2006.

QIAN LI, Zi et al. Development of a web-based system for managing suppliers' performance and knowledge sharing in construction project. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 7, n. 2, p. 117-129, 2017.

RAFFERTY, Alannah E.; JIMMIESON, Nerina L. Subjective Perceptions of Organizational Change and Employee Resistance to Change: Direct and Mediated Relationships with Employee Well-being. **British Journal of Management**, v. 28, n. 2, p. 248-264, 2017.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. Free Press, Glencoe, 1962.

RIGBY, Ellie T.; MCCOY, Andrew P.; GARVIN, Michael J. Toward aligning academic and industry understanding of innovation in the construction industry. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 8, n. 4, p. 243-259, 2012.

RIVARD, Hugues. A survey on the impact of information technology on the Canadian architecture, engineering and construction industry. **Electronic journal of information technology in construction**, v. 5, p. 37-56, 2000.

SACKEY, Enoch; AKOTIA, Julius. Spanning the multilevel boundaries of construction organisations: Towards the delivery of BIM-compliant projects. **Construction Innovation**, v. 17, n. 3, p. 273-293, 2017.

SAMBASIVAN, Murali; SOON, Yau Wen. Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. **International Journal of project management**, v. 25, n. 5, p. 517-526, 2007.

SAMUELSON, Olle. IT-Barometer 2000-The use of IT in the Nordic construction industry. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2002.

SAMUELSON, Olle; BJÖRK, Bo-Christer. Adoption processes for EDM, EDI and BIM technologies in the construction industry. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 19, n. sup1, p. S172-S187, 2013.

SARDROUD, Javad Majrouhi. Perceptions of automated data collection technology use in the construction industry. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 21, n. 1, p. 54-66, 2015.

SARGENT, Kimberley et al. Factors influencing the adoption of information technology in a construction business. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, **The**, v. 12, n. 2, p. 72, 2012.

SEPASGOZAR, Samad ME; LOOSEMORE, Martin; DAVIS, Steven R. Conceptualising information and equipment technology adoption in construction: A critical review of existing research. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 23, n. 2, p. 158-176, 2016.

SHIN, Tae-Hong et al. A service-oriented integrated information framework for RFID/WSN-based intelligent construction supply chain management. **Automation in Construction**, v. 20, n. 6, p. 706-715, 2011.

SINDUSCON-PR – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná – **Dados imobiliários de Pato Branco e Francisco Beltrão**. < <https://sindusconpr.com.br/pesquisas-de-mercado>>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

SINGH, Vishal; HOLMSTRÖM, Jan. Needs and technology adoption: observation from BIM experience. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 22, n. 2, p. 128-150, 2015.

SOENEN, Guillaume; MELKONIAN, Tessa; AMBROSE, Maureen L. To Shift or Not to Shift? Determinants and Consequences of Phase Shifting on Justice Judgments. **Academy of Management Journal**, v. 60, n. 2, p. 798-817, 2017.

SON, Hyojoo et al. Toward an understanding of construction professionals' acceptance of mobile computing devices in South Korea: An extension of the technology acceptance model. **Automation in construction**, v. 28, p. 82-90, 2012.

SON, Hyojoo et al. Construction professionals' perceived benefits of PMIS: The effects of PMIS quality and computer self-efficacy. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 20, n. 2, p. 564-570, 2016.

STANDARD, I.S.O. ISO 29481-1: 2016 (E), **Building Information Modeling—Information Delivery Manual—Part 1: Methodology and Format** (2016).

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, Bilal; KASSEM, Mohamad. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p. 64-79, 2015.

VENKATESH, Viswanath et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS quarterly**, p. 425-478, 2003.

VRIJHOEF, Ruben; KOSKELA, Lauri. The four roles of supply chain management in construction. **European journal of purchasing & supply management**, v. 6, n. 3-4, p. 169-178, 2000.

WANG^a, Ting-Kwei et al. Integrated supplier selection framework in a resilient construction supply chain: An approach via analytic hierarchy process (AHP) and grey relational analysis (GRA). **Sustainability**, v. 9, n. 2, p. 289, 2017.

WANG^b, Zhaojing; HU, Hao; ZHOU, Wei. RFID Enabled Knowledge-Based Precast Construction Supply Chain. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, 2017.

WILLIAMS, Brett; ONSMAN, Andrys; BROWN, Ted. Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. **Australasian Journal of Paramedicine**, v. 8, n. 3, 2010.

XU, Huier; FENG, Jingchun; LI, Shoude. Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry. **Automation in Construction**, v. 39, p. 32-46, 2014.

APÊNDICE A

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA – RSL 1

Este apêndice apresenta os resultados da análise bibliométrica realizada sobre o Portfólio Bibliográfico (PB) da primeira RSL sobre adoção e uso da TI para gestão na indústria da construção civil.

A análise bibliométrica do Portfólio Bibliográfico (PB) seguiu as concepções propostas por Bortoluzzi *et al.* (2012) que abrangem os artigos do PB, as referências dos artigos do PB, e os artigos do PB mais as referências dos artigos do PB. E em cada um dos grupos foi analisado: relevância dos periódicos, reconhecimento científico dos artigos, autores de maior destaque, e palavras-chave mais utilizadas. No Quadro 21 consta a relação dos 17 artigos pertencentes ao portfólio bibliográfico.

Quadro 21 – Portfólio bibliográfico da RSL 1.

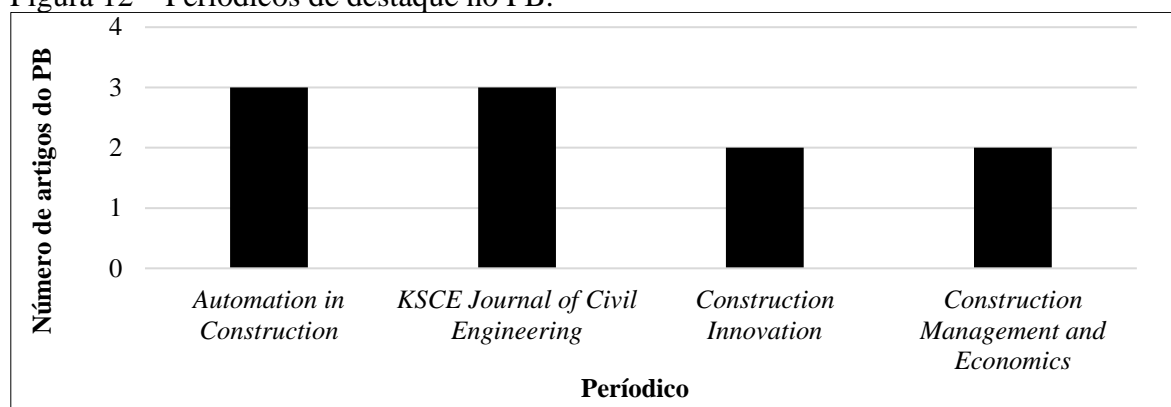
Autores	Títulos
Nitithamyong e Skibniewski, (2011)	<i>Success factors for the implementation of web-based construction project management systems: A cross-case analysis</i>
Son et al., (2012)	<i>Toward an understanding of construction professionals' acceptance of mobile computing devices in South Korea: An extension of the technology acceptance model</i>
Gajendran e Brewer, (2012)	<i>Cultural consciousness and the effective implementation of information and communication technology</i>
Lee e Yu, (2012)	<i>Success model of project management information system in construction</i>
Jacobsson e Linderoth, (2012)	<i>User perceptions of ICT impacts in Swedish construction companies: 'it's fine, just as it is'</i>
Sargent et al., (2012)	<i>Factors influencing the adoption of information technology in a construction business</i>
Davies e Harty, (2013)	<i>Measurement and exploration of individual beliefs about the consequences of building information modelling use</i>
Samuelson e Björk, (2013)	<i>Adoption processes for EDM, EDI and BIM technologies in the construction industry</i>
Alkalbani et al., (2013)	<i>ICT adoption and diffusion in the construction industry of a developing economy: The case of the sultanate of Oman</i>
Enegbuma et al., (2013)	<i>Preliminary study impact of building information modelling use in Malaysia</i>
Xu; Feng e Li, (2014)	<i>Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry</i>
Howard, Restrepo e Chang, (2017)	<i>Addressing individual perceptions: An application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling</i>
Singh e Holmström, (2015)	<i>Needs and technology adoption: observation from BIM experience</i>
Son et al., (2016)	<i>Construction professionals' perceived benefits of PMIS: The effects of PMIS quality and computer self-efficacy</i>
Ikediashi e Ogwueleka, (2016)	<i>Assessing the use of ICT systems and their impact on construction project performance in the Nigerian construction industry</i>
Kim, Park e Chin, (2016)	<i>Assessment of BIM Acceptance Degree of Korean AEC Participants</i>
Lee e Yu, (2017)	<i>Discriminant model of BIM acceptance readiness in a construction organization</i>

Fonte: Autoria Própria (2017).

RELEVÂNCIA DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

A primeira análise realizada foi quanto à relevância do PB, que resulta na exposição dos periódicos de maior destaque, ou seja, que têm uma tendência maior de apresentarem artigos sobre a temática de adoção da TI na indústria da construção civil. Foi possível constatar que todos os periódicos relevantes na temática são do contexto da indústria da construção civil, ligados à inovação, tecnologia e gestão, sendo eles: “*Automation in Construction*”, “*KSCE Journal of Civil Engineering*”, “*Construction Innovation*”, “*Construction Management and Economics*”, conforme a Figura 13:

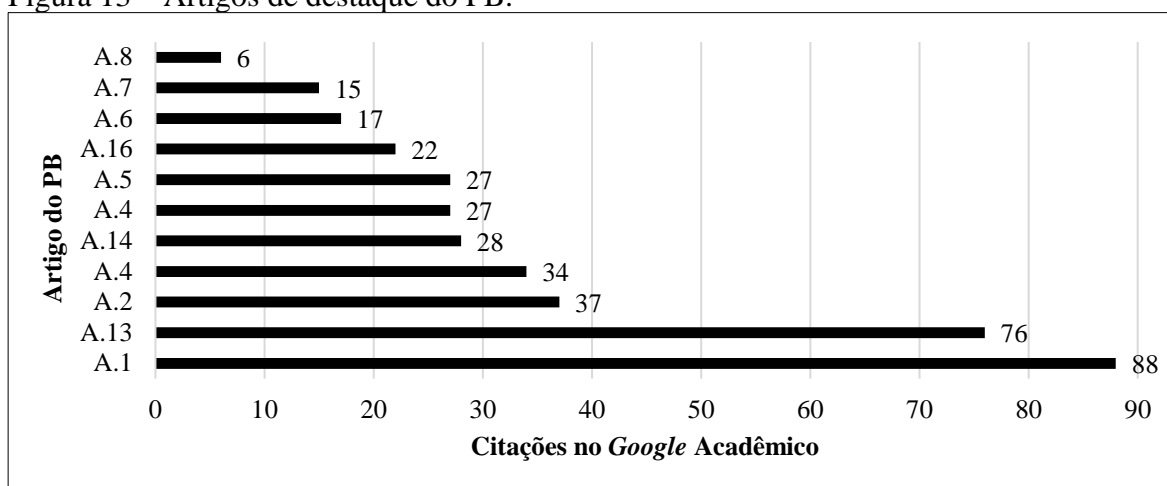
Figura 12 – Periódicos de destaque no PB.



Fonte: Autoria Própria (2017).

A segunda análise realizada foi quanto ao reconhecimento científico dos artigos do PB, tomado a partir do levantamento do número de citações de cada trabalho. Para tanto, foi utilizado o número de citações do artigo no *Google Acadêmico*, considerando que esta é uma ferramenta que proporciona uma visão abrangente do reconhecimento das publicações. Na Figura 14 é possível visualizar os dois artigos com maior reconhecimento científico, sendo o primeiro o artigo “*Toward an understanding of construction professionals' acceptance of mobile computing devices in South Korea: An extension of the technology acceptance model*” dos autores Hyojoo Son, Yoora Park, Changwan Kim e Jui-Sheng Chou, com 88 citações até a data desta pesquisa (julho de 2017), e o artigo “*Success model of project management information system in construction*” dos autores Seul-Ki Lee e Jung-Ho Yu até a data desta pesquisa (julho de 2017). Foi adotado um critério de 5 citações para classificar o artigo como reconhecido cientificamente, sendo estes 58% dos artigos do PB.

Figura 13 – Artigos de destaque do PB.

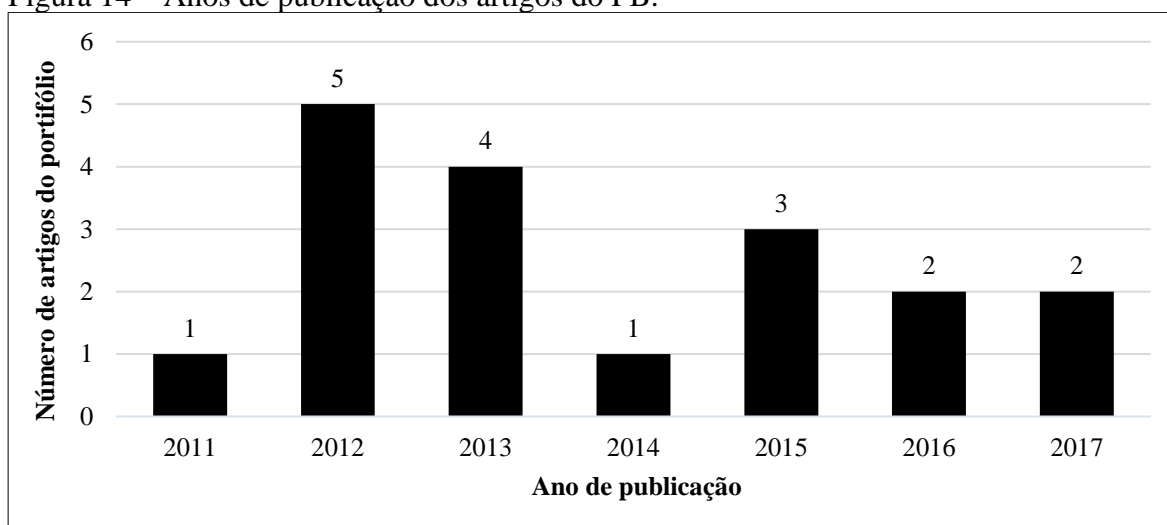


Fonte: Autoria Própria (2017).

A terceira característica analisada foi quanto os autores de destaque do PB, ou seja, aqueles com maior número de artigos no PB. Nesta análise apenas os autores Seul-Ki Lee e Jung-Ho Yu se destacaram com publicações de dois artigos pertencentes ao portfólio, sendo eles autor e co-autor, respectivamente, de ambos os artigos. Com isto, é possível sugerir que a temática de adoção de TI na indústria da construção civil ainda está em consolidação.

Em relação aos anos de publicação, conforme exposto na Figura 15, é possível verificar que não há uma constância no número de publicações ao longo do tempo, o que pode sugerir que os estudos ainda estão em andamento. Existe uma concentração maior de pesquisas nos anos de 2012 e 2013, porém não é o suficiente para afirmar que as pesquisas já abrangeram totalmente a temática, considerando que elas voltaram a acontecer a partir de 2015 até então, sugerindo uma tendência de continuação.

Figura 14 – Anos de publicação dos artigos do PB.



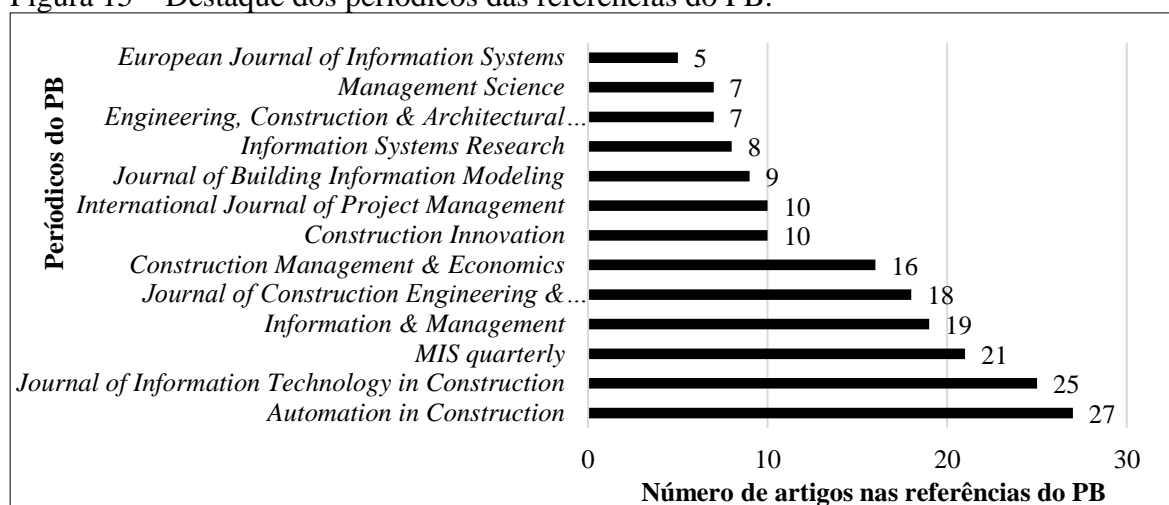
Fonte: Autoria Própria (2017).

A próxima análise realizada foi quanto às palavras-chave mais utilizadas, sendo que as palavras “*Construction Industry*”, “*Information Technology*” e “*Organizational Change*”, foram as mais recorrentes, com três ocorrências cada, seguidas das palavras “*Innovation*”, “*Information System*”, “*Technology adoption*”, “*ICT*”, “*PMIS*”, com duas ocorrências cada. A percepção sobre as palavras-chave mais utilizadas também auxilia na busca por artigos na temática de adoção de TI na indústria da construção civil. Constatou-se que, de modo geral, durante a busca de artigos nas bases, as palavras-chave “*Construction Industry, Information Technology*” e “*Innovation*” retornaram o maior número de artigos, mostrando serem as palavras indispensáveis para a captação de artigos relevantes na temática.

ANÁLISE DAS REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS DO PB

Nesta seção é apresentada a análise bibliométrica das referências dos artigos do PB. Seguindo os mesmos passos do item anterior, foi feita a análise dos periódicos mais relevantes nas referências dos artigos do PB. Na Figura 16 é possível observar que o periódico mais relevante nas referências do PB também é o “*Automation in Construction*”.

Figura 15 – Destaque dos periódicos das referências do PB.



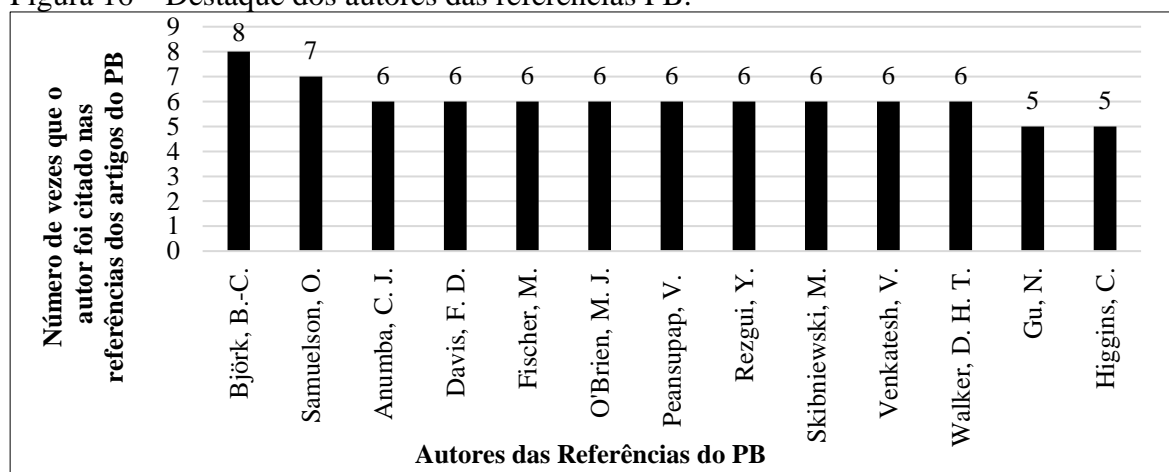
Fonte: Autoria Própria (2017).

A análise sequente foi sobre os artigos de destaque nas referências dos artigos do PB, a partir da qual selecionou os artigos que apareceram repetidas vezes nas referências. O total de 8 artigos foram identificados, com duas citações cada: “*A partial test and development of DeLone and McLean's model of IS success*”, “*Quo vadis, TAM?, Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*”, “*Implementation issues in project Web sites: A practitioner's viewpoint*”, “*Factors affecting ICT diffusion: A case study of three large Australian construction*

contractors, An investigation into the use of ICT in the Nigerian construction industry”, “End-user perspectives on use of project extranets in construction organizations”, “Hypothesis Analysis of Building Information Modelling Penetration in Malaysian Construction”.

A última análise das referências do PB foi quanto ao destaque dos autores, como pode ser verificado na Figura 17.

Figura 16 – Destaque dos autores das referências PB.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Os autores Bo-Christer Björk, seguido por Olle Samuelson, aparecem como autores de destaque. Ambos os autores também estão presentes no PB, inclusive como autor e co-autor, no artigo “*Adoption processes for EDM, EDI and BIM technologies in the construction industry*”. Por outro lado, é possível observar que não existe uma grande diferença entre o número de publicações de cada autor, o que indica um patamar semelhante na construção do conhecimento sobre o tema de adoção da TI na indústria da construção civil entre os pesquisadores destacados.

RELAÇÕES DO PB E DAS REFERÊNCIAS DO PB

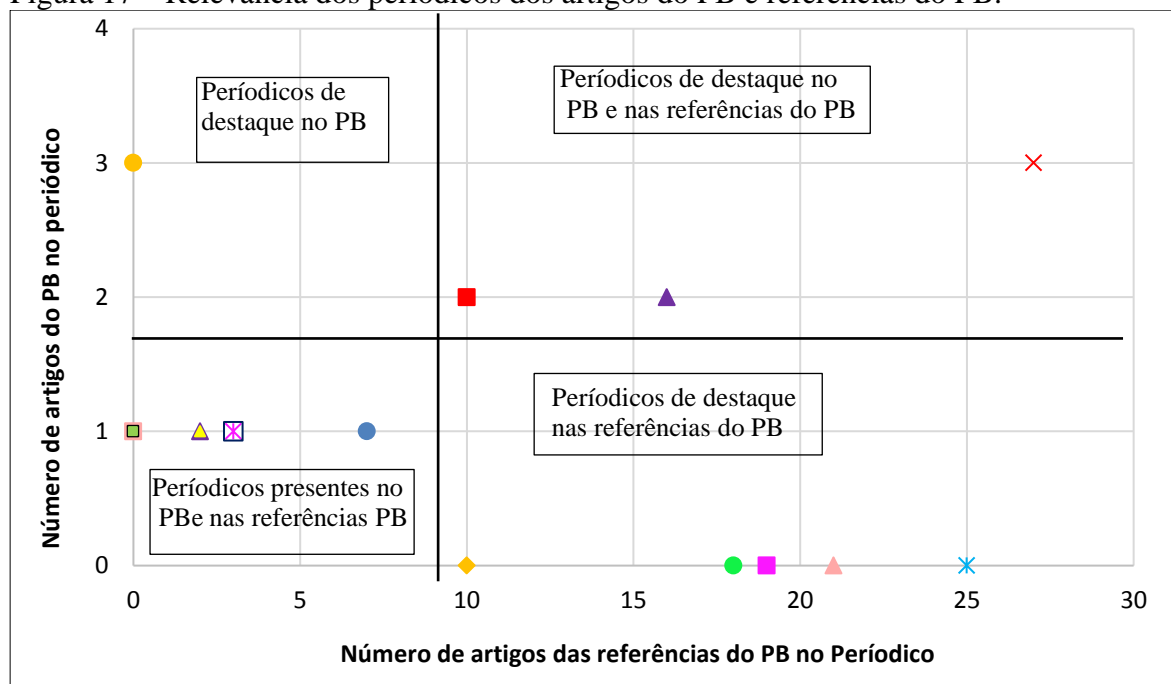
Nesta seção é apresentada a análise da relação dos dados quantitativos do PB e dos dados das referências do PB apresentados nas seções anteriores.

Inicialmente foi realizada a análise quanto à relevância dos periódicos para o tema de adoção de TI na construção civil. Seguindo os passos de Bortoluzzi *et al.* (2012), foi elaborado o gráfico cartesiano mostrado na Figura 18, com a exposição dos artigos relevantes do PB no eixo das abcissas, e dos artigos relevantes nas referências do PB nas ordenadas. Acima da linha horizontal traçada no gráfico estão os periódicos relevantes no PB, e à direita da linha vertical estão os periódicos relevantes nas referências do PB. Dessa forma, cada

quadrante do gráfico expõe os periódicos de destaque quanto ao tema de adoção de TI na construção civil.

O periódico “*Automation in Construction*” é o principal destaque em ambos PB e referências, indicando fortemente sua relevância para busca de artigos ou publicações na temática. Além dele, se destacam os periódicos “*Construction Management and Economics*” e “*Construction Innovation*”, sendo periódicos do contexto da construção civil com enfoque em tecnologia, inovação e gestão.

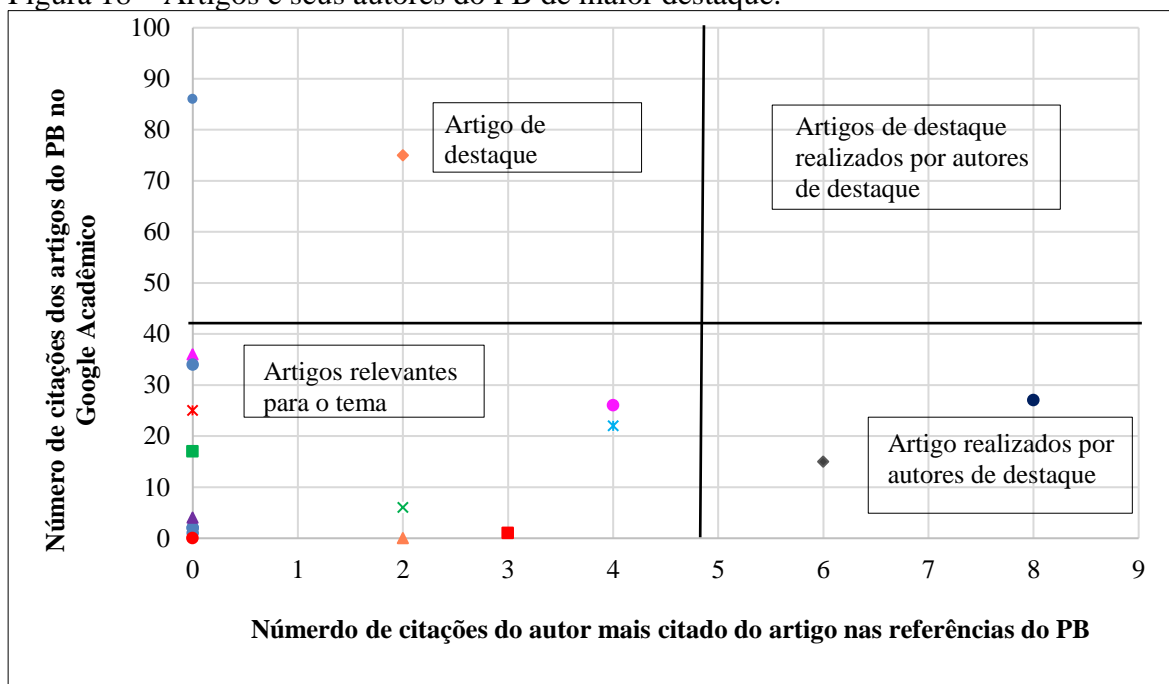
Figura 17 – Relevância dos periódicos dos artigos do PB e referências do PB.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Na sequência foi realizada a análise dos autores dos artigos mais citados do PB, relativamente ao número de citações desses autores nas referências do PB. Nota-se, pelo gráfico da Figura 19, que nenhum artigo foi destaque, em que o autor também foi destaque. No gráfico também é possível destacar os autores de destaque, Christer Björk e Yacine Rezgui.

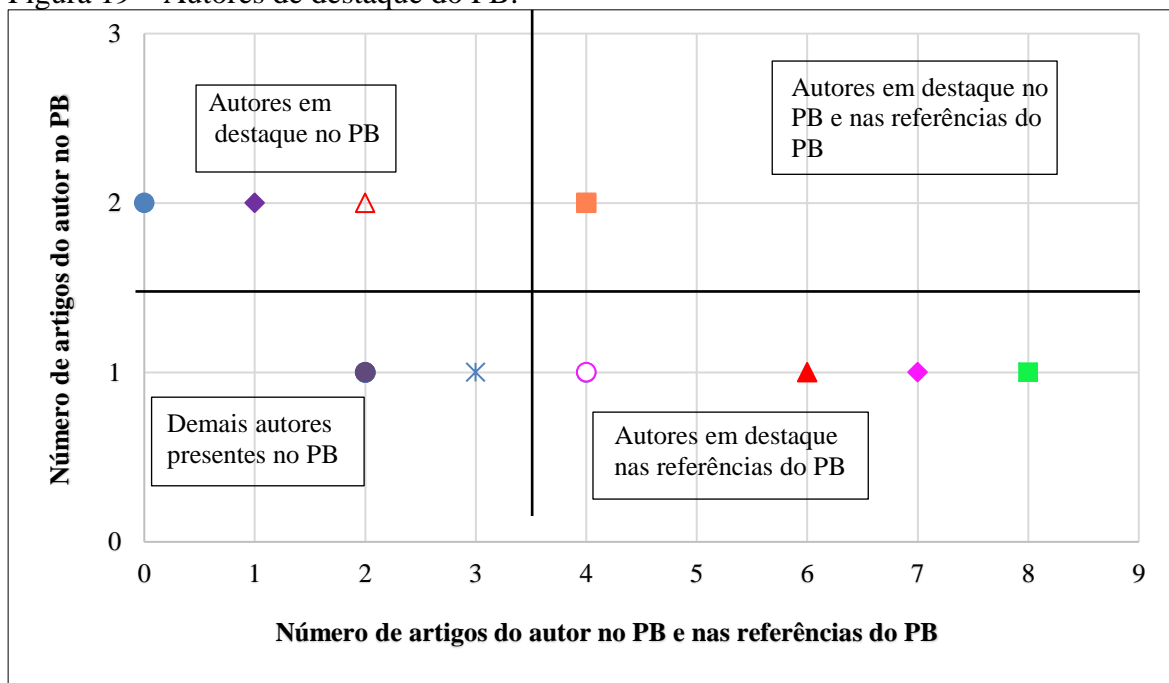
Figura 18 – Artigos e seus autores do PB de maior destaque.



Fonte: Autoria Própria (2017).

A análise prosseguiu com a relação aos autores em destaque no PB e nas referências do PB. É o que mostra a Figura 20.

Figura 19 – Autores de destaque do PB.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Apenas o autor Jung-Ho Yu aparece como um autor de destaque sobre o tema, reforçando o argumento de que não existe um número quantitativo expressivo de autores que norteiam a pesquisa na temática específica de adoção de TI na construção civil.

CONCLUSÃO

O estudo teve como objetivo fazer uma revisão sistemática da literatura para compreender os aspectos de adoção da TI na indústria da construção civil.

A seleção sistêmica do PB seguiu o método *ProKnow-C* (ENSSLIN *et al.*, 2010), que se mostrou uma metodologia criteriosa para a limitação de um PB consistente. Foi possível perceber durante essa seleção que pode haver a necessidade de englobar artigos científicos que não aparecem apenas seguindo o método mencionado. De qualquer modo, o método abrange um volume de materiais com grande representatividade, e se mostrou eficiente na presente pesquisa.

A partir das análises do PB e das referências do PB quanto a relevância dos periódicos, reconhecimento científico dos artigos, autores de maior destaque e palavras-chave mais utilizadas, foi possível expandir a compreensão sobre o cenário atual das pesquisas na temática de adoção da TI na indústria da construção civil. Esta análise bibliométrica fornece insumos importantes a respeito de periódicos, palavras-chave e autores que podem auxiliar na pesquisa científica e publicações futuras.

Os dados considerados importantes tangem principalmente as palavras-chave: “*Construction Industry, Information Technology*” e “*Innovation*”, e os periódicos de destaque: “*Automation in Construction*”, “*KSCE Journal of Civil Engineering*”, “*Construction Innovation*”, “*Construction Management and Economics*”, que podem ser tomados como referências importantes para os pesquisadores desta temática.

Também é possível verificar que na temática não são identificados, pelo ponto de vista quantitativo, um grupo expressivo de autores e publicações que norteiam a pesquisa científica sobre o tema. Mesmo assim, existe um número considerável de publicações diversas sobre o assunto, sugerindo que a abordagem da pesquisa e dos autores ainda esta em estágio de amadurecimento.

Contudo, é possível inferir que as pesquisas sobre adoção da TI na indústria da construção civil são promissoras e estão em estágio de evolução, assim como a própria adoção de TI pela indústria. Isto indica a oportunidade de novas pesquisas que aprofundem o conhecimento sobre a adoção de TI na indústria da construção civil.

APÊNDICE B

RSL 2 – TI na cadeia de suprimentos

Quadro 22 – Portfólio bibliográfico da RSL2.

Autores	Títulos
Hadaya e Pellerin, (2010)	<i>Determinants of construction companies' use of web-based interorganizational information systems.</i>
Lönngren, Rosenkranz e Kolbe, (2010)	<i>Aggregated construction supply chains: success factors in implementation of strategic partnerships.</i>
Ahuja, Yang e Shankar, (2010)	<i>IT-enhanced communication protocols for building project management.</i>
Kamar e Hamid, (2011)	<i>Supply chain strategy for contractor in adopting industrialized building system (IBS).</i>
Ikonen <i>et al.</i> , (2013)	<i>Use of embedded RFID tags in concrete element supply chains</i>
Čuš-Babič <i>et al.</i> , (2014)	<i>Supply-chain transparency within industrialized construction projects.</i>
Papadonikolaki, Vrijhoef e Wamelink, (2015)	<i>Supply chain integration with BIM: a graph-based model.</i>
Das, Cheng e Kumar, (2015)	<i>Social BIMCloud: a distributed cloud-based BIM platform for object-based lifecycle information exchange.</i>
Dallasega <i>et al.</i> , (2016)	<i>A Decentralized and Pull-based Control Loop for On-Demand Delivery in ETO Construction Supply Chains.</i>
Dave <i>et al.</i> , (2016)	<i>Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards.</i>
Abedi <i>et al.</i> , (2016)	<i>Integrated collaborative tools for precast supply chain management.</i>
Wang <i>et al.</i> , (2017) ^a	<i>Integrated supplier selection framework in a resilient construction supply chain: An approach via analytic hierarchy process (AHP) and grey relational analysis (GRA).</i>
Wang <i>et al.</i> , (2017) ^b	<i>RFID Enabled Knowledge-Based Precast Construction Supply Chain</i>
Sackey e Akotia, (2017)	<i>Spanning the multilevel boundaries of construction organisations: Towards the delivery of BIM-compliant projects.</i>

Fonte: Autoria Própria (2017).

APÊNDICE C

TRADUÇÃO INGLÊS-PORTUGUÊS /RETRADUÇÃO PORTUGÊS-INGLÊS DO QUESTIONÁRIO ORIGINAL

	Versão	Variável
	Original	I would find the system useful in my job.
	Ing/Pt	Eu acho que o sistema é útil para o meu trabalho
	Pt/Ing	I think the system is useful for my work
EP	Original	Using the system enables me to accomplish tasks more quickly.
	Ing/Pt	Utilizar o sistema me permite realizar tarefas mais rápido
	Pt/Ing	Utilize the system allows me to accomplish the tasks faster
	Original	Using the system increases my productivity.
	Ing/Pt	Utilizar o sistema aumenta minha produtividade
	Pt/Ing	Utilize the system increases my productivity
	Original	If I use the system, I will increase my chances of getting a raise.
	Ing/Pt	Se eu uso o sistema, eu aumento minhas chances de aumento salarial
	Pt/Ing	If I use the system, I increase my chances of salary raise
	Original	My interaction with the system would be clear and understandable.
	Ing/Pt	Minha interação com o sistema é clara e compreensível
	Pt/Ing	My intention to system is clear and understandable
EE	Original	It would be easy for me to become skillful at using the system.
	Ing/Pt	É fácil pra mim ser habilidoso no uso do sistema
	Pt/Ing	It is easy to me to be skillful on the system's use
	Original	I would find the system easy to use.
	Ing/Pt	Eu acho que o sistema é fácil de utilizar
	Pt/Ing	I think the system is easy to utilize
	Original	Learning to operate the system is easy for me.
	Ing/Pt	Aprender a usar o sistema é fácil para mim
	Pt/Ing	Learn to use the system is easy to me
	Original	People who influence my behavior think that I should use the system.
	Ing/Pt	As pessoas que influenciam meu comportamento pensam que eu deveria utilizar o sistema
	Pt/Ing	People who influence my behavior think that I should utilize the system
IS	Original	People who are important to me think that I should use the system.
	Ing/Pt	As pessoas que são importantes para mim pensam que eu deveria utilizar o sistema
	Pt/Ing	Important people to me think that I should utilize the system
	Original	The senior management of this business has been helpful in the use of the system.
	Ing/Pt	O gestor senior da empresa tem sido prestativo no uso do sistema
	Pt/Ing	The company' senior manager has been helpful on the system use
	Original	In general, the organization has supported the use of the system.
	Ing/Pt	No geral, a organização tem apoiado o uso do sistema
	Pt/Ing	Overall, the organization has been supportive to the system use
CF	Original	I have the resources necessary to use the system.
	Ing/Pt	Eu tenho os recursos necessários para usar o sistema
	Pt/Ing	I have the necessary resources to utilize the system

	Original	I have the knowledge necessary to use the system.
	Ing/Pt	Eu tenho o conhecimento necessário para usar o sistema
	Pt/Ing	I have the necessary knowledge to utilize the system
	Original	The system is not compatible with other systems I use.
	Ing/Pt	O sistema não é compatível com outros sistemas que eu uso
	Pt/Ing	The system is not compatible to the other systems that I utilize
	Original	A specific person (or group) is available for assistance with system difficulties.
	Ing/Pt	Uma pessoa ou grupo específico esta disponível para dar assistência com dificuldades do sistema
	Pt/Ing	A specific person or group are available to provide support with system difficulties
IC	Original	I intend to use the system in the next <n> months.
	Ing/Pt	Eu pretendo utilizar o sistema nos próximos <n> meses
	Pt/Ing	I intend to use the system in the next <n> months.
	Original	I predict I would use the system in the next <n> months.
	Ing/Pt	Eu prevejo que eu poderia usar o sistema nos próximos <n> meses
	Pt/Ing	I predict I would use the system in the next <n> months.
BR	Original	I plan to use the system in the next <n> months.
	Ing/Pt	Eu planejo usar o sistema nos próximos <n> meses
	Pt/Ing	I plan to use the system in the next <n> months.
	Original	I generally consider changes to be a negative thing.
	Ing/Pt	Eu geralmente considero mudanças como uma coisa negativa
	Pt/Ing	I usually consider changes as a negative thing
	Original	I'll take a routine day over a day full of unexpected events any time.
	Ing/Pt	Eu escolheria um dia de rotina antes de um dia cheio de eventos inesperados a qualquer momento
	Pt/Ing	I would choose a routine day before a day full of unexpected events at anytime
	Original	I like to do the same old things rather than try new and different ones.
	Ing/Pt	Eu gosto de fazer as mesmas coisas ao invés de tentar algo novo e diferente
	Pt/Ing	I like to do the same things rather than try something new and different
Original	Whenever my life forms a stable routine, I look for ways to change it.	
Ing/Pt	Sempre que minha vida forma uma rotina estável, e procuro maneiras de mudar isso	
Pt/Ing	Whenever my life becomes a stable routine, I look for ways of changing	
Original	I'd rather be bored than surprised.	
Ing/Pt	Eu prefiro ficar entediado do que surpreso	
Pt/Ing	I rather the bored than surprised	
RE	Original	If I were to be informed that there's going to be a significant change regarding the way things are done at work, I would probably feel stressed.
	Ing/Pt	Se eu fosse informado que haveria uma mudança significativa a respeito de como as coisas são feitas no trabalho, provavelmente eu me sentiria estressado
	Pt/Ing	If I had been informed about a significant change regarding how things are done at work, I would probably feel stressed
	Original	When I am informed of a change of plans, I tense up a bit.
	Ing/Pt	Quando eu sou informado de uma mudança de plano, eu fico um pouco tenso
	Pt/Ing	When I get informed about a change of plan, I become a little tense
Original	When things don't go according to plans, it stresses me out.	
Ing/Pt	Quando as coisas não saem de acordo com meu planos, isso me deixa estressado	
Pt/Ing	When thing don't come out according to my plans, it makes me stressed	

	Original	If my boss changed the criteria for evaluating employees, it would probably make me feel uncomfortable even if I thought I'd do just as well without having to do any extra work.
	Ing/Pt	Se meu chefe muda o critério de avaliar os empregados, isso provavelmente vai me fazer sentir desconfortável mesmo que eu pense que eu poderia ir bem sem fazer nenhum trabalho extra
	Pt/Ing	If my boss changes the criteria of employees evaluation, it will probably make me feel uncomfortable even though I that I would do well with no extra work
	Original	Changing plans seems like a real hassle to me.
	Ing/Pt	Mudar planos parece ser um verdadeiro aborrecimento para mim
	Pt/Ing	Change of plans really seems to be annoying to me
	Original	Often, I feel a bit uncomfortable even about changes that may potentially improve my life.
	Ing/Pt	Frequentemente eu me sinto um pouco desconfortável até mesmo com mudanças que podem potencialmente melhorar minha vida
	Pt/Ing	Frequently I feel a little uncomfortable even with changes that could potentially improve my life
PCP	Original	When someone pressures me to change something, I tend to resist it even if I think the change may ultimately benefit me.
	Ing/Pt	Quando alguém me pressiona a mudar algo, eu tendo a resistir a isso mesmo que eu pense que a mudança pode, em ultima instância, me beneficiar
	Pt/Ing	When someone presses me to change something, I tend to resist even though I think that the change can, in the last instance, benefits me.
	Original	I sometimes find myself avoiding changes that I know will be good for me.
	Ing/Pt	As vezes eu me vejo evitando mudanças que eu sei que podem ser boas para mim
	Pt/Ing	Sometimes I see me avoiding changes that I know that could be good for me
	Original	Once I've made plans, I'm not likely to change them.
	Ing/Pt	Uma vez que eu fiz planos, não é provável que eu mude eles
	Pt/Ing	Once I made the plans, it isn't likely that I change them.
RC	Original	I often change my mind.
	Ing/Pt	Eu mudo frequentemente de ideia
	Pt/Ing	I constantly change my mind
	Original	Once I've come to a conclusion, I'm not likely to change my mind.
	Ing/Pt	Uma vez que eu chego a uma conclusão, não é provável que eu mude de ideia
	Pt/Ing	Once I get to a conclusion, it is not likely that I change of idea
	Original	I don't change my mind easily.
Ing/Pt	Eu não mudo de ideia facilmente	
	Pt/Ing	I do not easily change my mind
	Original	My views are very consistent over time.
	Ing/Pt	Meus pontos de vista são muito consistentes ao longo do tempo
	Pt/Ing	My points of view are consistent over time

APÊNDICE D

PRÉ-TESTE

Versão	Questão
Pré-teste	Qual(is) hardware(s) você utiliza para suas atividades diárias de gestão?
Alteração	Qual(is) dispositivo(s) você utiliza para suas atividades diárias de gestão?
Pré-teste	O uso do(s) principal(is) software(s) ou sistema(s) de gestão de obras é voluntário* ou obrigatório?
Alteração	O uso dos principais programas e aplicativos é voluntário ou obrigatório pela empresa? (com voluntário entende-se que o uso não é mandatório pelo empresa, ou seja, mesmo que seja necessário você utilizar, você tem liberdade em optar pelos programas e aplicativos, não havendo uma imposição da empresa para que você utilize um programa ou outro) *
Pré-teste	A gerência senior da empresa tem sido prestativa no uso do sistema
Alteração	A gerência da empresa tem sido prestativa no uso do sistema.
Pré-teste	As pessoas que influenciam meu comportamento pensam que eu deveria utilizar o sistema
Alteração	As pessoas que influenciam meu comportamento (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o sistema.
Pré-teste	As pessoas que são importantes para mim pensam que eu deveria utilizar o sistema
Alteração	As pessoas que são importantes para mim (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o sistema
Pré-teste	No geral, a organização tem apoiado o uso do sistema.
Alteração	No geral, a empresa tem apoiado o uso do sistema.
Pré-teste	O sistema não é compatível com outros sistemas que eu utilizo.
Alteração	O software/aplicativo não é compatível com outros softwares/aplicativos que eu utilizo.
Pré-teste	Eu escolheria um dia de rotina antes de um dia cheio de eventos inesperados a qualquer momento
Alteração	Eu prefiro um dia de rotina do que um dia cheio de eventos inesperados a qualquer momento.
Pré-teste	Sempre que minha vida forma uma rotina estável, e procuro maneiras de mudar isso
Alteração	Sempre que eu me deparo com uma rotina estável, eu procuro maneiras de mudar isso.

TESTE PILOTO

Em que cidade fica a empresa?	Questão adicionada após teste piloto
Qual sua formação acadêmica?	Questão adicionada após teste piloto
Qual(is) programa(s)/aplicativo(s) você costuma utilizar no seu trabalho?	<p>Foram adicionados softwares após a qualificação desta pesquisa após consultar um engenheiro civil e um arquiteto. A opção "outros" possibilita que sejam indicados softwares que não foram previamente apontados.</p> <p>Questões baseadas em consulta com arquiteto e engenheiro civil.</p>
<input type="checkbox"/> AutoCAD	
<input type="checkbox"/> AutoCAD Civil 3D	
<input type="checkbox"/> LibreCAD	
<input type="checkbox"/> Sienge	
<input type="checkbox"/> Excel	
<input type="checkbox"/> Microsoft Project	
<input type="checkbox"/> Construct App	
<input type="checkbox"/> Dropbox	
<input type="checkbox"/> Google Drive	
<input type="checkbox"/> Word	
<input type="checkbox"/> Trello	
<input type="checkbox"/> Google Agenda	
<input type="checkbox"/> Eberick	

<input type="checkbox"/> TQS	
<input type="checkbox"/> SAP 2000	
<input type="checkbox"/> CypeCAD	
<input type="checkbox"/> MATLAB	
<input type="checkbox"/> Scilab	
<input type="checkbox"/> Ftool	
<input type="checkbox"/> Ansys	
<input type="checkbox"/> Solidworks	
<input type="checkbox"/> MDSolids	
<input type="checkbox"/> SketchUp	
<input type="checkbox"/> Revit	
<input type="checkbox"/> ArchiCAD	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
Qual(is) tecnologias você costuma utilizar?	
<input type="checkbox"/> BIM (<i>Building Information Modeling</i>)	
<input type="checkbox"/> RFID (<i>Radio Frequency Information Design</i>)	
<input type="checkbox"/> Computação em nuvem (<i>Cloud Computing</i>)	Adicionada após qualificação da pesquisa, baseado na RSL2
<input type="checkbox"/> <i>Big Data</i>	
<input type="checkbox"/> <i>Internet das Coisas</i>	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
O uso dos principais programas/software e/ou aplicativos é voluntário ou obrigatório pela empresa? (voluntário significa apenas que o uso não é obrigatório, ou seja, mesmo que seja necessário você utilizar para realizar a tarefa, você tem liberdade em optar pelos programas/software e/ou aplicativos, não havendo uma imposição para que você utilize uma TI específica).	O uso dos principais programas e aplicativos é voluntário ou obrigatório pela empresa? (com voluntário entende-se que o uso não é mandatório pelo empresa, ou seja, mesmo que seja necessário você utilizar, você tem liberdade em optar pelos programas e aplicativos, não havendo uma imposição da empresa para que você utilize um programa ou outro).
A gerência da empresa ajuda no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	A gerência da empresa tem sido prestativa no uso do sistema.
Me considero habilidoso no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	É fácil pra mim ser habilidoso no uso do sistema.
Eu geralmente considero mudanças como algo negativo.	Eu geralmente considero mudanças como uma coisa negativa.
Se meu chefe muda o critério de avaliação dos colaboradores, isto provavelmente vai me fazer sentir desconfortável mesmo que eu pense que eu me sairia bem (na avaliação) sem fazer nenhum trabalho extra.	Se meu chefe muda o critério de avaliar os empregados, isto provavelmente vai me fazer sentir desconfortável mesmo que eu pense que eu poderia me sair bem no novo modelo de avaliação sem fazer nenhum trabalho extra.

APÊNDICE E

Questionário

Qual o seu nome?	
Em qual empresa você trabalha?	
Em que cidade fica a empresa?	
Qual sua formação acadêmica?	
Qual seu cargo na empresa?	
Qual o porte da empresa? <input type="checkbox"/> Microempreendedor Individual - MEI (Faturamento anual bruto até R\$81.000,00) <input type="checkbox"/> Microempresa - ME - (menos R\$360.000,00) <input type="checkbox"/> Empresa de Pequeno Porte - EPP - (R\$360.000,00 a R\$4.8000.000,00) <input type="checkbox"/> Empresa de grande porte - Faturamento Anual Bruto maior que R\$4.8000.000,00 <input type="checkbox"/> Profissional liberal <input type="checkbox"/> Prefiro não responder	
Qual o número de colaboradores da empresa? <input type="checkbox"/> Micro (até 9 empregados) <input type="checkbox"/> Pequena (10 a 49 empregados) <input type="checkbox"/> Média (50 a 99 empregados) <input type="checkbox"/> Grande (mais de 100 empregados) <input type="checkbox"/> Não sei ou prefiro não responder	Questões demográficas elaboradas pelo autor
Qual o tipo de obra/serviço executado pela empresa? <input type="checkbox"/> Edifícios comerciais e residenciais até 3 andares <input type="checkbox"/> Edifícios comerciais e residenciais acima de 3 andares <input type="checkbox"/> Industriais <input type="checkbox"/> Pavimentação <input type="checkbox"/> Infraestrutura <input type="checkbox"/> Projetos <input type="checkbox"/> Terraplanagem <input type="checkbox"/> Pré-moldados <input type="checkbox"/> Outros: _____	
Qual(is) dispositivo(s) você costuma utilizar no seu trabalho? <input type="checkbox"/> Computador <input type="checkbox"/> Notebook <input type="checkbox"/> Smartphone <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> Outros: _____	Questões baseadas na RSL2
Qual(is) programa(s)/aplicativo(s) você costuma utilizar no seu trabalho? <input type="checkbox"/> AutoCAD <input type="checkbox"/> AutoCAD Civil 3D <input type="checkbox"/> LibreCAD <input type="checkbox"/> Sienge <input type="checkbox"/> Excel <input type="checkbox"/> Microsoft Project <input type="checkbox"/> Construct App <input type="checkbox"/> Dropbox <input type="checkbox"/> Google Drive <input type="checkbox"/> Word <input type="checkbox"/> Trello	Questões baseadas em consulta com arquiteto e engenheiro civil.

<input type="checkbox"/> Google Agenda <input type="checkbox"/> Eberick <input type="checkbox"/> TQS <input type="checkbox"/> SAP 2000 <input type="checkbox"/> CypeCAD <input type="checkbox"/> MATLAB <input type="checkbox"/> Scilab <input type="checkbox"/> Ftool <input type="checkbox"/> Ansys <input type="checkbox"/> Solidworks <input type="checkbox"/> MDSolids <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> Revit <input type="checkbox"/> ArchiCAD <input type="checkbox"/> Outros: _____	
Qual(is) tecnologias você costuma utilizar? <input type="checkbox"/> BIM (<i>Building Information Modeling</i>) <input type="checkbox"/> RFID (<i>Radio Frequency Information Design</i>) <input type="checkbox"/> Computação em nuvem (<i>Cloud Computing</i>) <input type="checkbox"/> <i>Big Data</i> <input type="checkbox"/> <i>Internet das Coisas</i> <input type="checkbox"/> Outros: _____	Questões baseadas na RSL2 Comportamento de uso (USO1)
Qual é a sua idade? <input type="checkbox"/> 25 ou menos <input type="checkbox"/> 26 a 35 <input type="checkbox"/> 36 a45 <input type="checkbox"/> 46 a 55 <input type="checkbox"/> 55 ou mais	Moderador de idade do modelo UTAUT (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Quanto tempo de experiência você tem com computadores? (moderador expe <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Menos de 2 anos <input type="checkbox"/> 2 a 5 anos <input type="checkbox"/> 6 a 10 anos <input type="checkbox"/> Mais de 10 anos <input type="checkbox"/> Prefiro não responder	Moderador de experiência do modelo UTAUT (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Gênero <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino	Moderador de gênero do modelo UTAUT (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
O uso dos principais programas/software e/ou aplicativos é voluntário ou obrigatório pela empresa? (voluntário significa apenas que o uso não é obrigatório, ou seja, mesmo que seja necessário você utilizar para realizar a tarefa, você tem liberdade em optar pelos programas/software e/ou aplicativos, não havendo uma imposição para que você utilize uma TI específica). <input type="checkbox"/> Voluntário <input type="checkbox"/> Obrigatório	Moderador de voluntariedade do modelo UTAUT (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu acho que o Sistema de Tecnologia de Informação é útil para o meu trabalho.	Expectativa de performance (EP1) I would find the system useful in my job. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação me permite realizar tarefas mais rápido.	Expectativa de performance (EP2) Using the system enables me to accomplish tasks more quickly. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Se eu uso o Sistema de Tecnologia de Informação, eu aumento minhas chances de aumento salarial.	Expectativa de performance (EP3)

	If I use the system, I will increase my chances of getting a raise. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação aumenta minha produtividade.	Expectativa de performance (EP4) Using the system increases my productivity. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
As pessoas que influenciam meu comportamento (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação.	Influência Social (IS1) People who influence my behavior think that I should use the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
As pessoas que são importantes para mim (no trabalho) pensam que eu deveria utilizar o Sistema de Tecnologia de Informação.	Influência Social (IS2) People who are important to me think that I should use the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
A gerência da empresa ajuda no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	Influência Social (IS3) The senior management of this business has been helpful in the use of the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
No geral, a empresa tem apoiado o uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	Influência Social (IS4) In general, the organization has supported the use of the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Minha interação com o Sistema de Tecnologia de Informação é clara e compreensível.	Expectativa de esforço (EE1) My interaction with the system would be clear and understandable. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Me considero habilidoso no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	Expectativa de esforço (EE2) It would be easy for me to become skillful at using the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Aprender a usar o Sistema de Tecnologia de Informação é fácil para mim.	Expectativa de esforço (EE3) Learning to operate the system is easy for me. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu acho que o Sistema de Tecnologia de Informação é fácil de utilizar.	Expectativa de esforço (EE4) I would find the system easy to use. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu tenho o conhecimento necessário para usar o Sistema de Tecnologia de Informação.	Condições facilitadoras (CF1) I have the knowledge necessary to use the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu tenho os recursos necessários para usar o Sistema de Tecnologia de Informação.	Condições facilitadoras (CF2) I have the resources necessary to use the system. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
O software/aplicativo não é compatível com outros softwares/aplicativos que eu utilizo no trabalho.	Condições facilitadoras (CF3) The system is not compatible with other systems I use. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Uma pessoa ou grupo específico está disponível para dar assistência sobre dificuldades no uso do Sistema de Tecnologia de Informação.	Condições facilitadoras (CF4) A specific person (or group) is available for assistance with system difficulties. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu pretendo usar o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.	Intenção comportamental (IC1) I intend to use the system in the next <n> months. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu prevejo que eu usarei o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.	Intenção comportamental (IC2) I predict I would use the system in the next <n> months. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu Planejo usar o Sistema de Tecnologia de Informação nos próximos meses.	Intenção comportamental (IC3) I plan to use the system in the next <n> months. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Quantos softwares você costuma utilizar no seu trabalho?	Comportamento de uso (USO2)
Durante um dia de trabalho, qual o tempo médio que você passa utilizando os programas e dispositivos mencionados anteriormente?	Comportamento de uso (USO3)

Qual a frequências média que você utiliza os principais programas e dispositivos mencionados anteriormente?	Comportamento de uso (USO4)
Eu geralmente considero mudanças como algo negativo.	Busca pela rotina (BR1) I generally consider changes to be a negative thing. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu prefiro um dia de rotina do que um dia cheio de eventos inesperados a qualquer momento.	Busca pela rotina (BR2) I'll take a routine day over a day full of unexpected events any time. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu gosto de fazer as mesmas coisas ao invés de tentar algo novo e diferente.	Busca pela rotina (BR3) I like to do the same old things rather than try new and different ones. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Sempre que eu me deparo com uma rotina estável, eu procuro maneiras de mudar isso.	Busca pela rotina (BR4) Whenever my life forms a stable routine, I look for ways to change it. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Eu prefiro ficar entediado do que surpreso.	Busca pela rotina (BR5) I'd rather be bored than surprised. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Se eu fosse informado que haveria uma mudança significativa a respeito de como as coisas são feitas no trabalho, provavelmente eu me sentiria estressado.	Reação emocional (RE1) If I were to be informed that there's going to be a significant change regarding the way things are done at work, I would probably feel stressed. (Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)
Quando eu sou informado de uma mudança de plano, eu fico um pouco tenso.	Reação emocional (RE2) When I am informed of a change of plans, I tense up a bit. (Oreg, 2003)
Quando as coisas não saem de acordo com meus planos, isso me deixa estressado.	Reação emocional (RE3) When things don't go according to plans, it stresses me out. (Oreg, 2003)
Se meu chefe muda o critério de avaliação dos colaboradores, isto provavelmente vai me fazer sentir desconfortável mesmo que eu pense que eu me sairia bem (na avaliação) sem fazer nenhum trabalho extra.	Reação emocional (RE4) If my boss changed the criteria for evaluating employees, it would probably make me feel uncomfortable even if I thought I'd do just as well without having to do any extra work. (Oreg, 2003)
Mudar planos parece ser um verdadeiro aborrecimento para mim.	Pensamento a curto prazo (PCP1) Changing plans seems like a real hassle to me. (Oreg, 2003)
Frequentemente eu me sinto um pouco desconfortável até mesmo com mudanças que podem potencialmente melhorar minha vida.	Pensamento a curto prazo (PCP2) Often, I feel a bit uncomfortable even about changes that may potentially improve my life. (Oreg, 2003)
Quando alguém me pressiona a mudar algo, eu tendo a resistir a isso mesmo que eu pense que a mudança pode, em última instância, me beneficiar.	Pensamento a curto prazo (PCP3) When someone pressures me to change something, I tend to resist it even if I think the change may ultimately benefit me. (Oreg, 2003)
As vezes eu me vejo evitando mudanças que eu sei que podem ser boas para mim.	Pensamento a curto prazo (PCP4) I sometimes find myself avoiding changes that I know will be good for me. (Oreg, 2003)
Uma vez que eu fiz planos, não é provável que eu mude eles.	Pensamento a curto prazo (PCP5) Once I've made plans, I'm not likely to change them. (Oreg, 2003)
Eu mudo frequentemente de ideia.	Rigidez cognitiva (RC1) I often change my mind. (Oreg, 2003)
Uma vez que eu chego a uma conclusão, não é provável que eu mude de ideia.	Rigidez cognitiva (RC2) Once I've come to a conclusion, I'm not likely to change my mind. (Oreg, 2003)
Eu não mudo de ideia facilmente.	Rigidez cognitiva (RC3) I don't change my mind easily. (Oreg, 2003)

Meus pontos de vista são muito consistentes ao longo do tempo.	Rigidez cognitiva (RC4) My views are very consistent over time. (Oreg, 2003)
Se você tiver disponibilidade em participar de uma entrevista na segunda etapa da pesquisa, por favor preencha o seu telefone abaixo:	Elaborada pelo autor
Para receber o resultado desta pesquisa preencha o seu email abaixo:	Elaborada pelo autor

APÊNDICE F

ESTÁTICA DESCRITIVA – ANÁLISE DE MODERADORES POR FATOR

Moderador		EE1	EE2	EE3	EE4
Idade	25 anos ou menos	4,23	3,94	4,11	4,11
	26 a 35	4,15	3,85	3,85	3,95
	36 a 45	4,00	3,67	3,76	3,76
	46 anos ou mais	3,89	3,55	3,44	3,44
Gênero	M	4,13	3,84	3,89	3,97
	F	4,09	3,76	3,78	3,80
Experiência	2 a 5 anos	3,25	2,75	2,50	3,25
	6 a 10 anos	4,31	3,77	3,77	4,00
	Mais de 10 anos	4,12	3,86	3,91	3,92
Voluntariedade	Voluntário	4,20	3,86	3,91	3,94
	Obrigatório	3,77	3,59	3,59	3,72

Moderador/ Expectativa de Performance		EP1	EP2	EP3	EP4
Idade	25 anos ou menos	4,71	4,76	4,06	4,12
	26 a 35	4,74	4,64	3,92	4,07
	36 a 45	4,76	4,57	3,90	4,05
	46 anos ou mais	4,44	4,67	4,33	4,11
Gênero	M	4,64	4,53	3,98	4,11
	F	4,80	4,80	3,95	4,02
Experiência	2 a 5 anos	4,25	4,75	3,25	3,00
	6 a 10 anos	4,69	4,61	3,69	4,30
	Mais de 10 anos	4,74	4,65	4,04	4,09
Voluntariedade	Voluntário	4,59	4,45	3,95	4,09
	Obrigatório	4,74	4,70	3,98	4,07

Moderador/ Influência Social		IS1	IS2	IS3	IS4
Idade	25 anos ou menos	4,41	3,88	4,06	4,23
	26 a 35	4,56	4,11	3,87	4,15
	36 a 45	4,38	3,86	3,81	4,19
	46 anos ou mais	4,55	4,33	4,33	4,44
Gênero	M	4,48	4,16	4,08	4,29
	F	4,52	3,89	3,72	4,07
Experiência	2 a 5 anos	4,25	2,75	3,00	3,25
	6 a 10 anos	4,61	4,23	3,77	4,31
	Mais de 10 anos	4,49	4,07	3,98	4,21
Voluntariedade	Voluntário	4,55	4,03	4,00	4,19
	Obrigatório	4,32	4,09	3,64	4,18

Moderador/ Condições facilitadoras		CF1	CF2	CF3	CF4
Idade	25 anos ou menos	4,06	3,82	3,00	2,70
	26 a 35	3,90	3,85	3,29	2,88
	36 a 45	3,81	3,52	2,76	3,14
	46 anos ou mais	3,67	3,89	3,33	3,78
Gênero	M	3,97	3,84	3,21	3,03
	F	3,78	3,72	3,07	2,91
Experiência	2 a 5 anos	3,00	3,25	3,50	3,25
	6 a 10 anos	4,08	3,69	2,77	3,38
	Mais de 10 anos	3,9	3,82	3,19	2,91
Voluntariedade	Voluntário	4,55	4,03	4,00	4,19
	Obrigatório	4,32	4,09	3,64	4,18

Moderador/ Pensamento curto prazo		PCP1	PCP2	PCP3	PCP4	PCP5
Idade	25 anos ou menos	2,53	2,18	2,12	2,30	2,53
	26 a 35	2,24	2,05	2,23	2,34	2,56
	36 a 45	1,86	1,86	2,09	2,38	2,57
	46 anos ou mais	1,67	2,22	2,44	2,11	1,78
Gênero	M	2,14	2,09	2,21	2,35	2,34
	F	2,19	1,98	2,19	2,28	2,70
Experiência	2 a 5 anos	3,00	3,00	3,25	3,00	3,50
	6 a 10 anos	2,15	2,31	2,61	2,54	2,23
	Mais de 10 anos	2,10	1,94	2,08	2,24	2,47
Voluntariedade	Voluntário	2,14	2,05	2,09	2,26	2,50
	Obrigatório	2,27	2,04	2,63	2,59	2,45

Moderador/ Busca pela Rotina		BR1	BR2	BR3	BR4	BR5
Idade	25 anos ou menos	2,12	3,12	2,12	2,94	2,18
	26 a 35	1,85	2,84	1,90	3,28	1,57
	36 a 45	1,67	2,00	1,57	3,57	1,43
	46 anos ou mais	1,56	2,89	2,00	2,33	1,56
Gênero	M	1,69	2,61	1,89	3,18	1,67
	F	2,02	2,87	1,87	3,37	1,61
Experiência	2 a 5 anos	3,50	3,50	3,25	3,00	2,75
	6 a 10 anos	2,00	3,00	1,85	4,00	1,77
	Mais de 10 anos	1,73	2,63	1,81	3,18	1,57
Voluntariedade	Voluntário	1,79	2,77	1,87	3,17	1,63
	Obrigatório	2,00	2,54	1,91	3,59	1,68

Moderador/ Reação Emocional		RE1	RE2	RE3	RE4
Idade	25 anos ou menos	2,88	3,00	3,76	2,18
	26 a 35	2,46	2,84	3,72	2,64
	36 a 45	2,19	2,33	3,33	2,52
	46 anos ou mais	2,56	2,33	3,33	2,67
Gênero	M	2,47	2,68	3,69	2,50
	F	2,50	2,78	3,52	2,61
Experiência	2 a 5 anos	2,75	3,75	4,00	2,75
	6 a 10 anos	2,77	2,77	3,23	2,54
	Mais de 10 anos	2,43	2,66	3,64	2,52
Voluntariedade	Voluntário	2,73	2,65	3,60	2,41
	Obrigatório	2,91	3,00	3,68	3,09

Moderador/ Rigidez cognitiva		RC1	RC2	RC3	RC4
Idade	25 anos ou menos	3,06	3,23	2,88	2,53
	26 a 35	2,48	2,77	2,84	3,39
	36 a 45	2,62	2,71	2,33	3,09
	46 anos ou mais	2,67	2,67	2,11	3,56
Gênero	M	2,53	2,82	2,71	3,52
	F	2,72	2,83	2,65	3,17
Experiência	2 a 5 anos	3,50	4,00	4,00	3,75
	6 a 10 anos	2,46	2,69	3,00	2,23
	Mais de 10 anos	2,60	2,78	2,57	3,37
Voluntariedade	Voluntário	3,09	2,82	2,63	3,09
	Obrigatório	2,49	2,82	2,70	3,44

APÊNDICE G

ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA

PERGUNTAS INICIAIS PARA TODOS

1. Me fale um pouco sobre o seu trabalho, quais são as suas atividades e principais responsabilidades?
2. Apenas com a finalidade de conceituação, o que você entende por Tecnologia da Informação?
3. Dentro dessa rotina, você costuma utilizar recursos de TI? Quais?
4. (EP) Você acha que a TI melhora a sua performance no trabalho?
5. (EE) No geral, como você avalia a sua interação com recursos de TI? (Facilidade ou dificuldade)
6. (EE) Você já desistiu de utilizar algum recurso de TI por ter tido muita dificuldade de utilizar?
7. (IS) Existe uma expectativa por parte dos seus colegas de que você também utilize esses recursos, ou talvez traga novos recursos?
8. (CF) Quando você tem alguma dificuldade, não entende algo na interface de um programa, como você soluciona isso?
9. (CF) Você dá preferência a utilização de softwares que tenham suporte, que a empresa que disponibilizou o software auxilie nas dúvidas e etc?
10. (CF) Se você for comprar uma TI hoje, você não tem dúvida sobre o potencial dessa TI, ou seja, tem certeza que ela pode te ajudar. Existem duas que fazem a mesma função no mercado, com o mesmo preço, o que seria um critério de escolha?
11. (RM) Você acredita que tenha resistência a utilizar algum recurso de TI?

APOIO DA ALTA GERÊNCIA

Funcionários:

1. O seu supervisor incentiva o uso de recursos de TI ou é algo que fica a seu cargo?
2. Há interesse da empresa em investir em TI, não apenas investimento em compra, mas também em capacitação?
3. Você acha que isso te motiva a utilizar mais (ou menos)?

Chefes (adaptar questões para profissionais liberais)

1. Os seus funcionários já sugeriram a implementação ou utilização de algum recurso de TI?
2. Há algum incentivo da empresa em fomentar o uso da TI?
3. Os funcionários percebem ou se sentem mais motivados com esse incentivo?

CADEIA DE SUPRIMENTOS

- Como ocorre a comunicação com os fornecedores?
- Você acredita que essa comunicação é eficiente?
- Você já teve alguma experiência em que essa comunicação foi otimizada com o uso de TI? Ou integrada? (explorar os aspectos da cadeia)

BIM

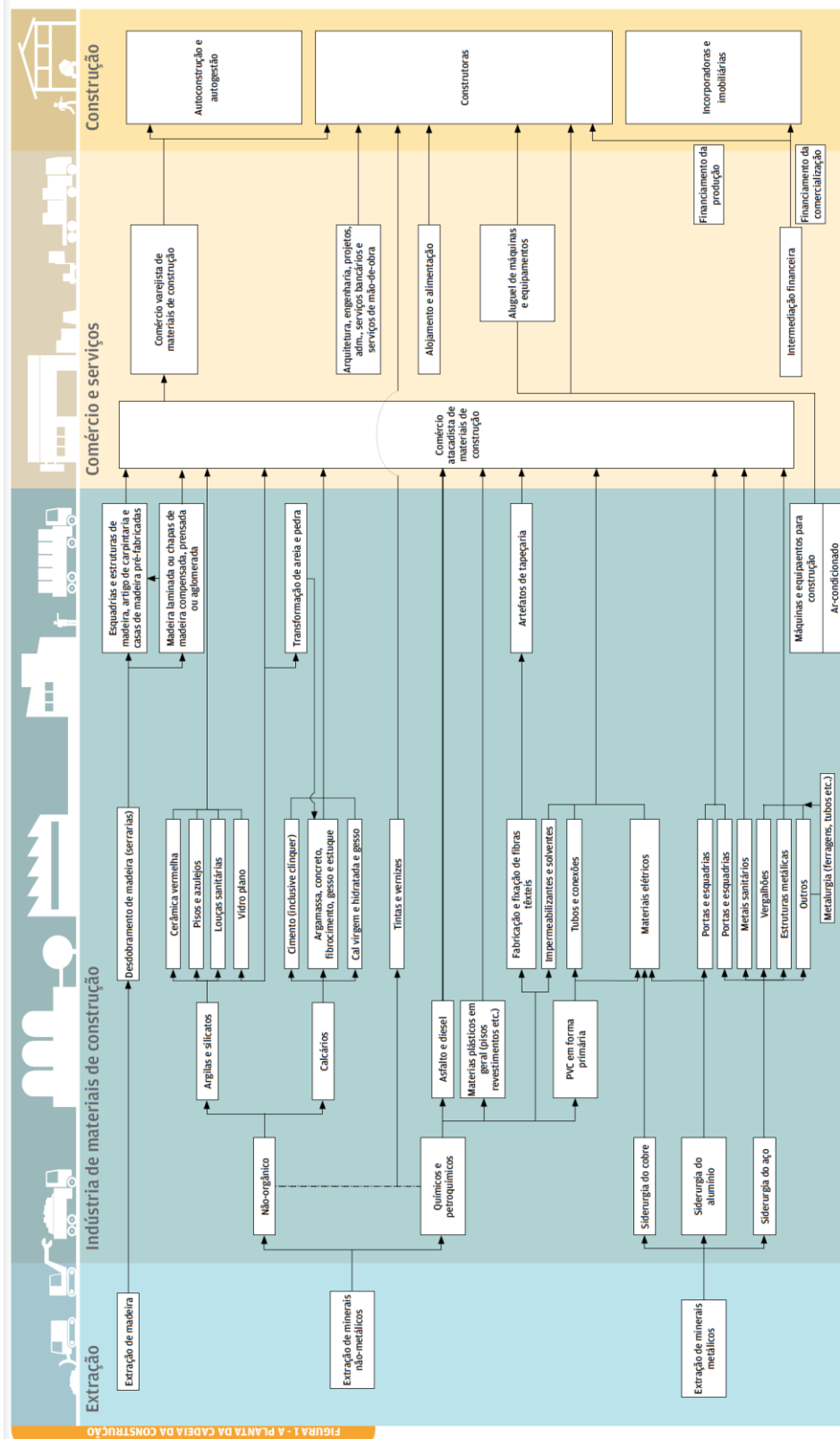
1. Você é familiarizado com o conceito de BIM?
2. Você utiliza?
3. Qual a sua opinião sobre a aplicação do BIM na indústria?
4. O que você acha que são as barreiras/limitações para o BIM não ser mais difundido?

PERGUNTAS GERAIS E FINAIS

1. Como você avalia a adoção de recursos de TI na indústria da construção civil, em um aspecto amplo, considerando a sua experiência?
2. Como você acha que poderia ser fomentado a utilização de mais TIs, não apenas entre os projetistas, mas entre executores e os demais agentes da cadeia?
3. Quais são as barreiras pra que essa indústria não seja mais tecnológica, principalmente incluindo mais recursos de TI?
4. E num aspecto individual, quais itens você poderia destacar como positivos e negativos para que você passe a utilizar algum recurso de TI no seu trabalho?

ANEXO A

Figura 20 – Planta da cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: ABRAMAT (2007, p.10-11).