

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RHOANA KARENINA VIEIRA BATISTA ZANOTELLI

**TRABALHO COLABORATIVO NA IMPLEMENTAÇÃO BIM: REVISÃO
SISTEMÁTICA E IDENTIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS**

JOÃO PESSOA

2019

RHOANA KARENINA VIEIRA BATISTA ZANOTELLI

**TRABALHO COLABORATIVO NA IMPLEMENTAÇÃO BIM: REVISÃO
SISTEMÁTICA E IDENTIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS**

Trabalho de conclusão de curso da aluna **Rhoana Karenina Vieira Batista Zanotelli** a ser apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira Civil ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diogenes

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

Z33t Zanutelli, Rhoana Karenina Vieira Batista.
Trabalho Colaborativo na Implementação BIM: Revisão
Sistemática e Identificação de Interferências / Rhoana
Karenina Vieira Batista Zanutelli. - João Pessoa, 2019.
60 f. : il.

TCC (Especialização) - UFPB/CT.

1. Building Information Modeling. 2. Trabalho
Colaborativo. 3. Herança Cultural. 4. Implementação. 5.
Fluxo de Trabalho. I. Título

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

RHOANA KARENINA VIEIRA BATISTA ZANOTELLI

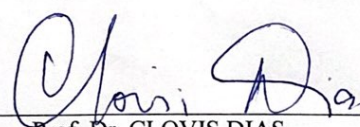
TRABALHO COLABORATIVO NA IMPLEMENTAÇÃO BIM: REVISÃO SISTEMÁTICA E IDENTIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/08/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:



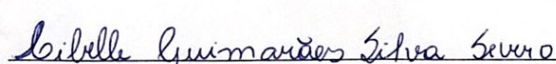
Prof. Dr. HIDEBRANDO JOSE FARKAT DIOGENES
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



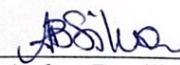
Prof. Dr. CLOVIS DIAS
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA



Prof.ª. DR.ª. CIBELLE GUIMARARES SILVA SEVERO
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovada



Prof.ª. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

À Deus que me acompanhou e guiou em todos os momentos até aqui.

Aos meus pais, Claiton e Rosângela Zanotelli, por todo amor e carinho dados ao longo da minha vida. Por tudo o que me proporcionam, fruto de muito trabalho e dedicação. Agradeço pelos momentos em família, apoio a minha educação e pelo exemplo de honestidade, esforço e responsabilidade. Obrigada por me encorajarem a buscar todos os meus sonhos – mesmo os mais difíceis.

À família Zanotelli. Em especial, ao meu tio Darci Zanotelli (*in memoriam*), pelo apoio em cada conquista, conselhos, correções de e-mails e trabalhos.

A Tia Luiza e Detinha pelo carinho incondicional, refeições preparadas com amor em dias difíceis de estudo e auxílio ao longo da jornada percorrida.

Aos amigos da minha família que se tornaram família: Tios Dilma e Benilton, Hamilton e Jaciara, Pedrinho e Jo e suas famílias.

As minhas irmãs do coração, Babi, Clara e Bia, e suas famílias, pelo apoio e amizade em todos os momentos da vida. Agradeço também a Natalie, Mariana, Lola, Amanda e Mayanne que estão presentes em todos os momentos importantes.

A Matheus Assis pela parceria, amor, carinho, dedicação, incentivo e apoio. Obrigada por me ensinar tanto todos os dias com a sua maneira leve de ver e viver a vida.

Aos amigos que fiz nesse longo percurso universitário: Babi Dantas, Hennan, Grazi, Amanda, Larissa Ferreira, Dayanna, Paloma, Wesley, Larissa Lima, Dudu e Samuel. Agradeço especialmente a Babi Dantas pela amizade, incentivo e parceria.

Aos amigos que a França me proporcionou: Anita, Duda, Jerusa, Leticia, Thaís, Ian, Lucien e Leila. *Merci*. Agradeço o companheirismo e os ensinamentos.

Aos professores que tive, por todos os ensinamentos desde os primeiros números e letras até os cálculos mais difíceis e as tecnologias mais avançadas do BIM. Obrigada pela paciência e dedicação.

Agradeço a todos que fizeram parte direta ou indiretamente do meu percurso me ajudando a estar aqui.

“Nada na vida deve ser temido,
somente compreendido. Agora é hora de
compreender mais para temer menos.”

Marie Curie

RESUMO

A indústria da construção civil gera um produto multi-disciplinar, onde ambos sofrem mudanças em função das variações de mercado, tais como: a produção de projetos mais complexos e a transformação da visão do mercado sobre o produto. Surgem, assim, novas metodologias de trabalho que buscam trabalhar em consonância com estas modificações. Dentre tais, está o BIM (Building Information Modeling) e com a sua eclosão, emerge uma forte demanda do mercado e entusiasmo do mercado em entender a nova metodologia de trabalho, despontando as conferências mundiais cuja temática regente é o modelo informativo de construção. Nestas conferências, à exemplo do BIM *World Paris* e BIM São Paulo 4.0, temas como o trabalho colaborativo e a implementação BIM são recorrentes o que desperta a curiosidade sobre uma influência de um sobre o outro. Assim, o objetivo da presente pesquisa é avaliar, através de uma revisão sistemática, o impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM ao buscar resposta para a questão de pesquisa: O trabalho colaborativo interfere na implementação BIM?. Os filtros aplicados ao longo do processo da revisão sistemática permitiram a seleção de 9 (nove) artigos dentre os 242 (duzentos e quarenta e dois) encontrados na primeira busca, o crivo foi fundamentado no conceito de revisão sistemática no qual a relevância dos artigos para a resposta da questão de pesquisa é vital. A fundamentação teórica conceitua, sucintamente, o BIM e os modelos de trabalho tradicional e colaborativo na construção civil. A resposta positiva à questão de pesquisa é explicitada nos resultados do trabalho associada à uma análise qualitativa dos escores dos protocolos aplicados que ratificam a relação do trabalho colaborativo com o BIM e, mormente, com a implementação BIM. Por fim, o estudo apresenta um plano de implementação do trabalho colaborativo a fim de direcionar as organizações.

Palavras-chave: *Building Information Modeling. Trabalho Colaborativo. Herança Cultural. Implementação. Fluxo de Trabalho.*

ABSTRACT

The construction industry generates a multi-disciplinary product, both of which change due to market variations such as the production of more complex projects and the change of the market's view on the product. Thus, new work methodologies emerge seeking to work in agreement with these modifications. Among these, is the Building Information Modeling (BIM) and with its outbreak there is a strong market demand and enthusiasm to understand the new work methodology. Thus, world conferences whose main theme is the informative model of construction emerge. In these conferences, such as BIM World Paris and BIM São Paulo 4.0, themes such as collaborative work and BIM implementation are recurrent, which arouses curiosity about the influence between them. Thus, the purpose of this research is to evaluate, through a systematic review, the impact of collaborative work on BIM implementation by seeking an answer to the research question: Does collaborative work interfere with BIM implementation ?. The filters applied throughout the systematic review process allowed the selection of 9 (nine) articles out of the 242 (two hundred and forty-two) found in the first search, the sieve was based on the concept of systematic review in which the relevance of the articles to the answer to the research question is vital. The theoretical foundation briefly conceptualizes the BIM and the traditional and collaborative work models in civil construction. The positive answer to the research question is explained in the results of the work associated with a qualitative analysis of the applied protocol scores that ratify the relationship of collaborative work with BIM and, especially, with BIM implementation. Finally, the study presents a plan for implementing collaborative work to target organizations.

Keywords: *BIM (Building Information Modeling). Collaborative Work. Culture Heritage. Implementation. Workflow*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemas, Situações e Mudanças | Implementação BIM

32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disciplinas BIM	17
Figura 2 - Dimensões BIM	18
Figura 3 - Fluxo de Trabalho Tradicional na Construção (Modelo EPC)	20
Figura 4 - Fluxo de Trabalho Colaborativo na Construção	21
Figura 5 - Evolução dos Modelos de Trabalho	23
Figura 6 - Planilha Excel para acompanhamento das etapas da revisão sistemática	25
Figura 7 – Tabela de critério de Exclusão de Artigos	26
Figura 8 – Fluxograma Seleção dos Artigos (Revisão Sistemática)	27
Figura 9 - Interface do Programa Mendeley	28
Figura 10 - Interface Engenharia Trabalho Colaborativo Construção	33
Figura 11 – Funcionamento do Modelo BIM sem trabalho colaborativo	36
Figura 12 - Funcionamento do Modelo BIM com trabalho colaborativo	37
Figura 13 –Citação das Palavras Seleccionadas (Artigos da Revisão Sistemática)	43
Figura 14 –Citação das Palavras Seleccionadas (Estudos de Caso de Implementação BIM)	45
Figura 15 – Relação entre a diferença das análises de recorrência e a primeira análise	46
Figura 16 - <i>Tag Cloud</i> das Palavras Seleccionadas (Artigos da Revisão Sistemática)	47
Figura 17 - <i>Tag Cloud</i> das Palavras Seleccionadas (Estudos de Caso de Implementação BIM)	47
Figura 18 – Relação entre a recorrência das palavras seleccionadas em títulos ou palavras-chaves ou abstracts nos casos de implementação BIM	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos do Trabalho	15
1.2	Metodologia Geral	15
1.3	Estrutura do TCC	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	BIM (Building Information Modeling)	16
2.2	Trabalho na Construção Civil	18
2.2.1.	O Modelo Tradicional de Trabalho	18
2.2.2.	O Modelo de Trabalho Colaborativo	20
2.3	Evolução dos Modelos de Trabalho	23
3	REVISÃO SISTEMÁTICA	23
3.1	Revisão Sistemática	23
3.1.1.	Método de Pesquisa	24
4	RESULTADOS	29
4.1	A prática do trabalho colaborativo interfere na implementação BIM?	29
4.2	BIM : O Trabalho Colaborativo e o Fluxo de Trabalho	49
4.3	BIM: O Trabalho Colaborativo e As Tecnologias	50
4.3.1.	Arquitetura	51
4.3.2.	Análise Estrutural	51
4.3.3.	Eficiência Energética	52
4.3.4.	Estimativa de Quantidades e Custos	52
4.3.5.	Planejamento	52
4.3.6.	Instalações	52

4.3.7.	Coordenação	52
4.3.8.	O Formato IFC	53
5	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO COLABORATIVO BIM	53
5.1	Etapas de Implementação do Trabalho Colaborativo	54
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
6.1	Sugestão Para Trabalhos Futuros	57
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	ANEXO A	60

1 INTRODUÇÃO

Os produtos da indústria da construção civil, demandam um processo de produção específico derivado de multi-profissionais e multi-disciplinas que convergem para o mesmo objetivo: o sucesso da obra (Chen et al., 2014). Assim sendo, a ideia de trabalhar em colaboração entre as equipes vem das raízes da construção civil: o produto é pluri-disciplinar.

O mercado da construção civil tem apresentado projetos mais complexos, com mais detalhes (Zhang et al., 2017). Mais informações e mais áreas de estudo estão sendo adicionadas aos projetos - além das tradicionais: arquitetura, análise estrutural e instalações elétricas e hidrossanitárias. Há um tempo, o orçamento e o planejamento de obras vêm ganhando espaço e se tornando indispensáveis para o sucesso da obra final.

Conforme as colocações da dissertação de Marize Silva (apud Formoso, 2001), com a escassez de material e o desejo de maiores margens de lucro, a necessidade de se pensar em quantitativo utilizado: nem comprar mais, nem menos que o necessário, garantindo a racionalização do uso dos materiais. Há, e cada dia mais, uma preocupação com gastos, custos, estimativas e quantitativo: "tempo é dinheiro".

O competitivo mercado da construção não apresenta espaço para descobertas no momento da execução, de interfaces indesejadas entre as disciplinas, retrabalho ou decisões tomadas segundos antes da ação ser realizada pela simples falta de informação ou de comunicação entre as partes envolvidas – ou por qualquer outro motivo que pudera ser previsto.

Existe um controle de qualidade e uma preocupação com a eficiência energética, com a sustentabilidade e o impacto ambiental. A exemplo da norma NBR 5674 (1999) que aponta na sua introdução: “É inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis.”.

Ademais, a indústria da construção civil percebe que o ciclo da construção não vai até a conclusão da obra e sim, até o pós-obra: é a manutenção do ambiente, o acompanhamento do prédio até que ele seja demolido ou passe por uma reabilitação. Conforme apresentado na norma NBR 5674 (1999) que diz: “A manutenção de edificações é um tema cuja importância tem crescido no setor da construção civil, superando,

gradualmente, a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a edificação é entregue e entra em uso.”.

Apesar do forte entusiasmo, e demanda, do mercado da construção civil quanto ao desenvolvimento do BIM (Building Information Modelling), como expõe Che Ibrahim et al. (2019), e, conseqüentemente, do crescimento absoluto no número de pesquisas e discussões sobre o tema, existem temas que se mantêm ao longo dos anos no radar das pesquisas. É o caso do trabalho colaborativo que vem sendo estudado desde os primórdios do modelo de informação da construção e, ainda hoje, é tema de grandes congressos como BIM 2019 - *3rd International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations* que destaca o BIM e o trabalho colaborativo e suas práticas como um dos principais tópicos da conferência.

Em harmonia com Che Ibrahim et al. (2019), verifica-se que o mundo está cada vez mais rápido e exigindo um compartilhamento imediato. Projetos *as-built*, interrelações e possibilidade de transparência nas informações compartilhadas proporcionando eficiência e melhores resultados. Além de existir um lado muito técnico que precisa ser desenvolvido e aprofundado para o bom funcionamento do modelo inteligente BIM, há uma demanda significativa de uma cultura colaborativa e de um ambiente de dados partilhados que quebre a barreira existente no compartilhamento tradicional de informações entre as equipes de projeto.

A ideia de estudar o impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM surge da percepção da recorrência do tema trabalho colaborativo ao longo dos anos e, outrossim, dos temas também continuamente explorados que se conectam ao tema, a interoperabilidade e a herança cultural, nos congressos BIM em todo o mundo: BIM 4.0 São Paulo (2019), *2nd International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations* – Alicante, Espanha (2017), *BIM World* Paris (2019).

Ademais, a indagação sobre o impacto na implementação BIM se justifica pela necessidade do mercado de compreender os primeiros passos a serem dados em direção a instauração desse novo modelo informativo de trabalho que vem modificando a construção civil em todo o mundo. Inclusive, cresce, a cada dia, a quantidade de locais com legislação

específica para a implementação BIM e a obrigatoriedade do uso do método na realização de obras, sobretudo, públicas.

1.1 Objetivos do Trabalho

- Responder à questão de pesquisa: A prática do trabalho colaborativo interfere na implementação BIM?
- Avaliar a interferência do trabalho colaborativo na implementação BIM.
- Elaborar documento facilitador para implementação do trabalho colaborativo BIM nas empresas.

1.2 Metodologia Geral

Revisão Sistemática realizada utilizando a base de dados SCOPUS - oficialmente denominada SciVerse Scopus, lançada pelo Elsevier Science em 2004. Para iniciar a revisão, foi estabelecido uma questão de pesquisa e, em seguida, definiu-se as palavras chaves. Visando otimizar as buscas na base de dados, foi elaborado uma combinação das palavras-chaves para a pesquisa. Os critérios de inclusão e exclusão de material para a pesquisa foram determinados de acordo com o objetivo do trabalho seguindo princípios previamente utilizados em literatura de revisões sistemáticas envolvendo BIM (Alazmeh et al., 2018).

Após aplicação do crivo, foram selecionados 9 (nove) artigos completos para serem utilizados como base de resposta à questão de pesquisa. Definiu-se as informações a serem extraídas do estudo e, prontamente, colocou-se em prática as etapas de avaliação de estudos e interpretação dos artigos, projetando a efetivação dos objetivos do trabalho.

1.3 Estrutura do TCC

O trabalho apresenta:

1. Fundamentação Teórica;
2. Metodologia;
3. Resposta à Questão de Pesquisa;
4. Análise dos Resultados;
5. Plano de Implementação do Trabalho Colaborativo BIM;
6. Conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BIM - Modelagem de Informações da Construção

O BIM é uma metodologia colaborativa para administrar virtualmente os dados essenciais do projeto de uma construção ao longo do seu ciclo de vida. É conhecido por trazer um gerenciamento das informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento construído. O Saepro, consultado em 2019, reforça que não se trata de um software específico, e sim de um conceito de virtualização, modelagem e gerenciamento das atividades inerentes a projeto/construção de obras de engenharia.

O *Building Information Modeling* pode ser representado como o sistema socio-técnico que envolve aspectos sociais, como a colaboração, práticas de coordenação de trabalho e enquadramento da cultura institucional, e as partes técnicas que incluem 3D CAD, os modelos BIM e gestão de informação (Mondrup et al.,2012).

Com esse novo modelo, tem-se uma aproximação da obra real e a possibilidade de visualização dos elementos ao longo do processo de projeto e incorporação. É a passagem dos documentos, outrora, elaborados no CAD, ou em papel, para uma base de dados integrada. O BIM aborda as diversas áreas associadas ao processo construtivo, neste momento, chamadas disciplinas. A figura 1 expõe as 7 (sete) disciplinas BIM e ratifica a interação destas através do BIM.

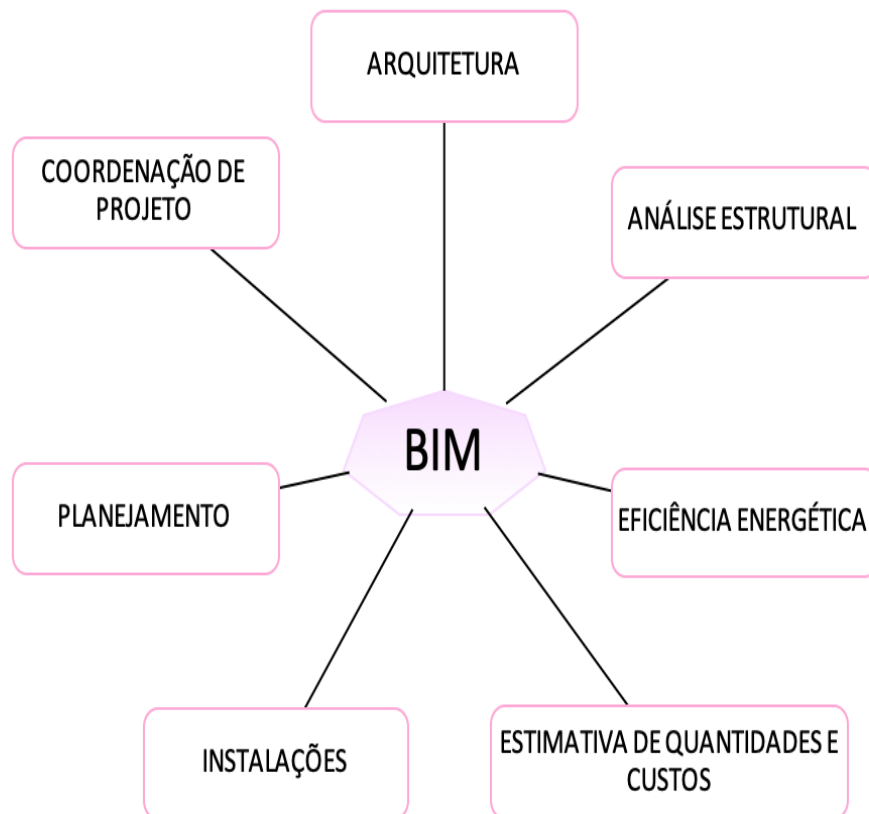
O BIM vem com a proposta de unificar todas as disciplinas do processo de produção e execução da indústria da construção civil que interferem umas nas outras; unificar no sentido de reconhecer e considerar esta interferência, tentando usá-la a favor dos que participam do processo: cliente, funcionários e organizações.

As sete disciplinas atualmente integradas do BIM (Bellido-Montesinos et al., 2018) estão listadas abaixo:

1. Arquitetura: Geometria do prédio em 3D com seus elementos arquitetônicos.
2. Análise Estrutural: Cálculo estrutural do modelo para análise do comportamento dos elementos estruturais do imóvel.
3. Eficiência energética: Análise comportamental da construção quanto às demandas energéticas.

4. Estimativa de quantidades e custos: Estudar o quantitativo de material a ser utilizado e o custo deste.
5. Instalações: Análise dos sistemas elétricos e hidrossanitários (MEP) da edificação.
6. Planejamento: Estudo das diferentes fases do projeto.
7. Coordenação de projeto: Combinação e análise da informação gerada pelas outras disciplinas possibilitando a coordenação das ações e o "*clash detection*" - percepção de conflito entre as disciplinas.

Figura 1 - Disciplinas BIM



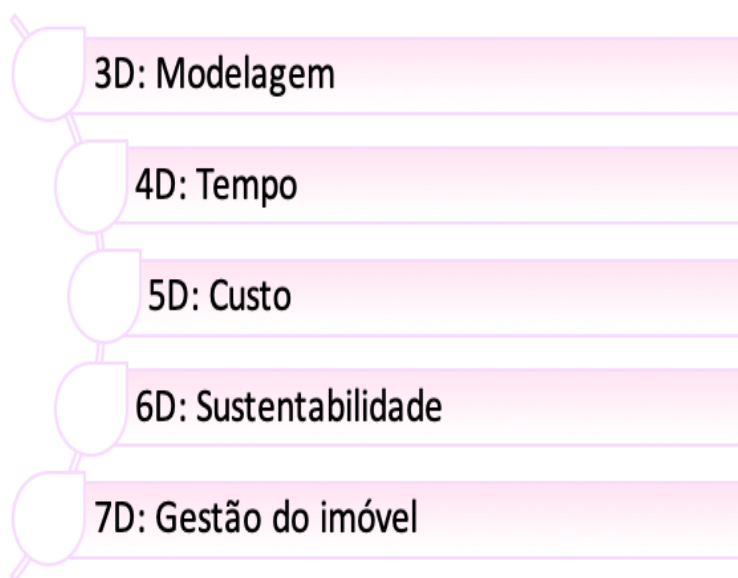
Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Bellido-Montesinos et al. (2018)

Além das disciplinas integradas, o BIM apresenta dimensões que se relacionam com estas disciplinas e com o nível de maturidade BIM do projeto (Charef et al., 2018). A mais conhecida dimensão do BIM, é o 3D – representante do segmento modelagem. Todavia,

verifica-se a existência de 4 mais dimensões na modelagem da informação da construção – 4D, 5D, 6D e 7D.

Seguindo a abordagem de Charef et al. (2018), mesmo não havendo um consenso sobre a definição de cada dimensão, é possível categorizar cada uma destas seguindo uma opinião majoritária da academia e do mercado. Na Figura 2, apresentou-se as diferentes dimensões do BIM e suas funções.

Figura 2 - Dimensões BIM



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018)

2.2 Trabalho na Construção Civil

2.2.1. O Modelo Tradicional de Trabalho

O modelo tradicional de trabalho é individual, ou seja, cada equipe é responsável unicamente por sua área de trabalho, ignorando, as interfaces entre as diferentes áreas de trabalho. O cliente se comunica diretamente com cada equipe repassando suas ideias e vontades para a obra; as equipes, por sua vez, apresentam uma comunicação branda ou nula.

Estudando o caso apresentado em Alazmeh et al. (2018), observa-se que, no modelo tradicional, a comunicação se resume à e-mails (e ferramentas de comunicação como

mensagens de texto e/ou em redes sociais), ligações e reuniões para troca de informações e atualização de projetos.

É preciso, primeiramente, definir a estratégia de entrega, ou seja, o modelo de contratação. O modelo EPC (*Engineering – Procurement – Construction*) se tornou um dos mais populares modelos do mundo, sendo escolhido em 45% dos casos quando se trata de projetos envolvendo energia e recursos naturais e 32% entre todos os tipos de projeto (Zhang et al., 2017).

Desta forma, este trabalho segue o estudo baseando-se em um modelo EPC de contratação. De acordo com as definições em *O'NEAL – The Business Of Project Delivery*, consultado em 2019, as empresas que trabalham no modelo EPC, aqui chamadas “Empresas EPC”, são responsáveis por todas as etapas do projeto, do começo ao final, e dispõem de todos recursos, na própria empresa, para realização destas etapas

O modelo, simplificado, de fluxo de trabalho tradicional na construção em uma empresa EPC, exposto na Figura 3, apresenta o funcionamento da metodologia clássica. Informações compartilhadas via e-mails ou em reuniões presenciais o que facilita a perda de informações ou o uso de informações obsoletas ou irreais: basta uma má interpretação da informação verbalizada ou escrita.

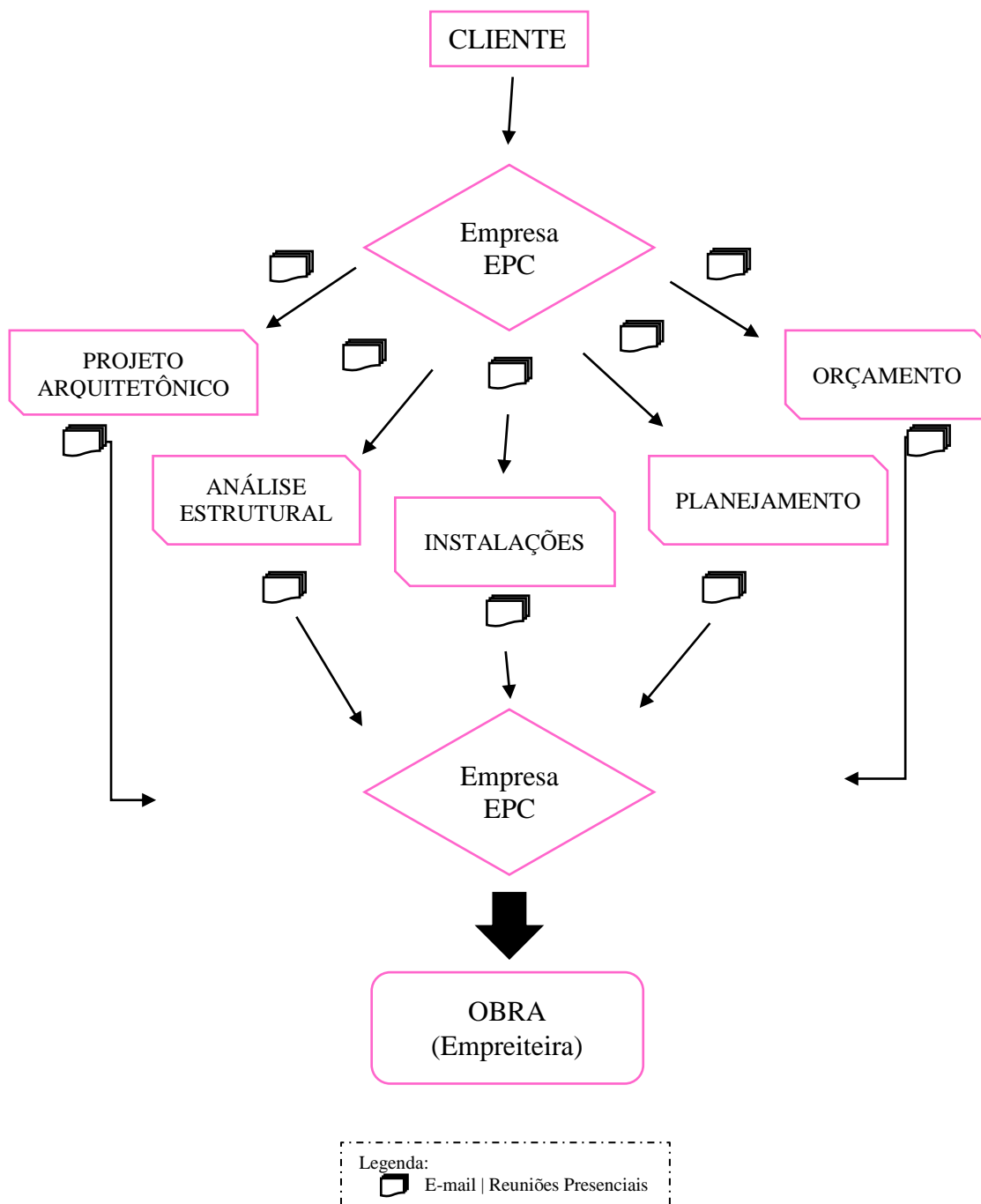
Não obstante, uma informação que seria de extrema relevância para uma área, às vezes, não ultrapassa a barreira existente na comunicação entre as diversas áreas o que resulta em um projeto com incoerências. Esta perda de informações ao longo do caminho impacta negativamente o projeto final (Alazmeh et al., 2018).

Tradicionalmente, a compatibilização dos projetos é feita a partir da sobreposição de modelos 2D buscando interferências entre estes (Lu et al., 2019). Ou seja, a detecção das incompatibilidades acontece pós-finalização dos projetos. .

É clara a importância da capacidade da equipe de se comunicar em todos os níveis da hierarquia organizacional, possibilitando a detecção das interferências ao longo da produção dos projetos; poupando tempo e evitando o retrabalho. Ao perceber alguns problemas básicos, como a ineficiência do modo de comunicação utilizado, a indústria identifica a necessidade de mudança na maneira de trabalhar objetivando a otimização da

produção, diminuição do retrabalho, redução do desperdício e, assim, uma majoração dos lucros.

Figura 3 - Fluxo de Trabalho Tradicional na Construção (Modelo EPC)

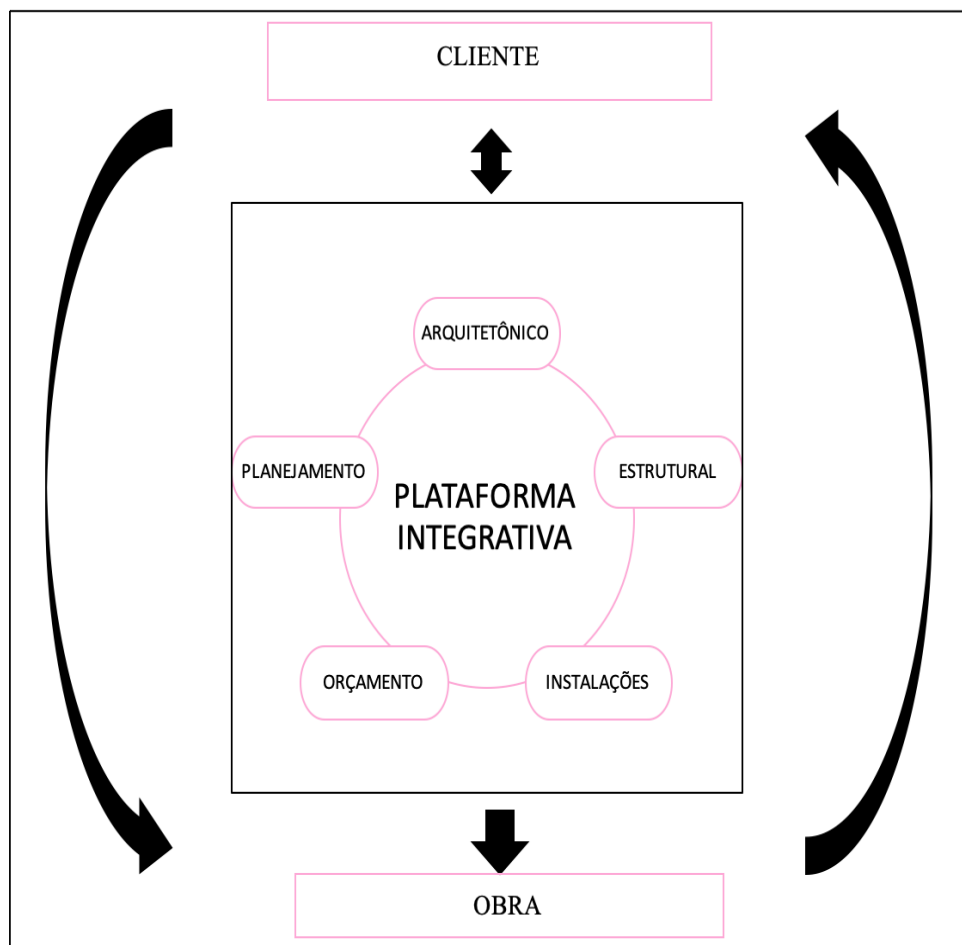


Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018) e Zhang et al. (2017)

2.2.2. O Modelo de Trabalho Colaborativo

Uma atmosfera colaborativa é um ambiente com sujeitos e objetos cooperativos. O trabalho colaborativo é a base para o compartilhamento eficaz de informações entre as partes (Zhang et al., 2017). O fluxo de trabalho colaborativo proposto na Figura 4 , seguindo as diretrizes do processo utilizado no estudo de caso de Alazmeh et al. (2018), envolvendo cliente, projetos e obra é exemplificado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxo de Trabalho Colaborativo na Construção



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018) e Zhang et al. (2017)

O setor da construção civil apresenta grandes barreiras no processo de adoção de novas tecnologias e metodologias de trabalho - sobretudo no quesito comunicação. É um setor muito amplo onde diferentes partes participam do processo.

Cada área tem um responsável e cada fase pode ter responsáveis diferentes (incorporação, construção, gerenciamento, etc.), ou seja, são diversos ramos e áreas que precisam estar abertos à mudança para que o modelo colaborativo funcione como o

planejado. Os fatores comportamentais ou de herança cultural do trabalho são obstáculos na implementação deste novo modelo, conforme apresentado em Che Ibrahim et al. (2019).

A proposta colaborativa pode ser definida como um processo para atingir um objetivo particular no qual a equipe deve trabalhar de maneira unificada através da troca de informação, compartilhamento de recursos, resolução de conflitos e demais mecanismos de cooperação (Zhang et al., 2017). Para implementar um ambiente colaborativo na construção é preciso que a equipe entenda o que deve ser entregue em cada nível de projeto, todos devem ter o mesmo objetivo durante o processo.

Pensando em uma pirâmide social para representar a hierarquia dentro de uma empresa, sendo o topo a posição dos chefes, gerentes ou diretores e a base os técnicos, membros juniores da empresa e operadores: no método colaborativo, se permite que os membros do topo opinem no trabalho da base, o que também é feito no modelo convencional de trabalho. Porém, também há a liberdade para que outro caminho do fluxo de informações exista: da base para o topo. Desta forma, todos os participantes podem colaborar com os líderes para encontrar soluções.

O desenvolvimento desse novo modelo de trabalho na construção também está relacionado aos softwares utilizados e como eles conversam entre si. Ademais, é vital a utilização de ferramentas que facilitem e corroborem para a implementação deste ambiente de trabalho.

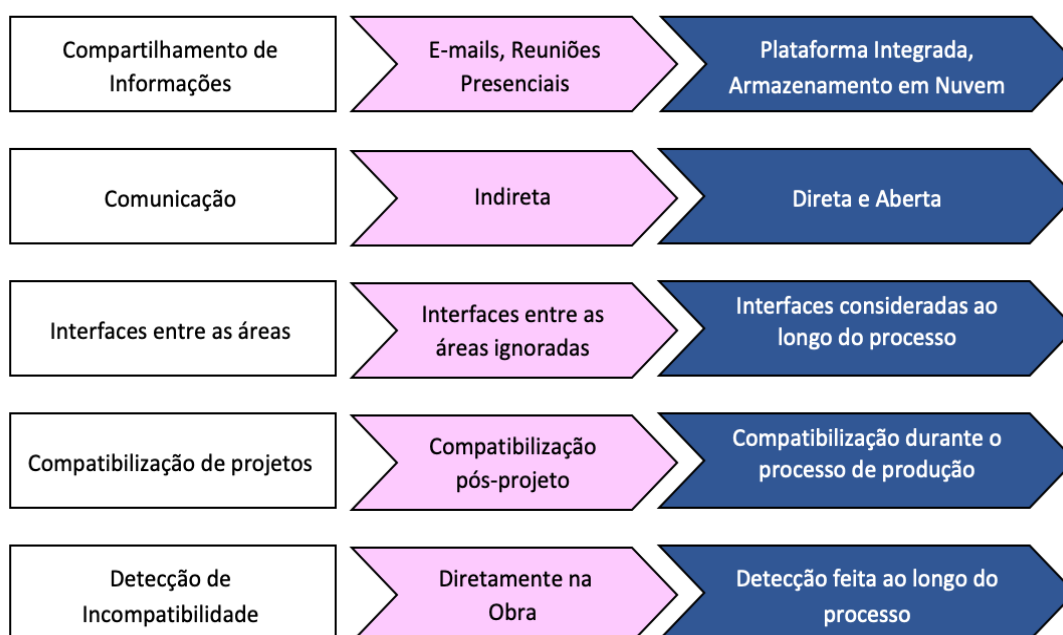
O desafio ao longo dos anos tem sido encontrar a interface entre os programas, ou seja, a maneira de ligar projetos desenvolvidos no programa X com aqueles desenvolvidos no programa Y e, assim, possibilitar a comunicação entre as diversas áreas envolvidas. Esta comunicação quebra com o fluxo de trabalho do modelo tradicional da construção e propõe uma plataforma integrativa para desenvolver este compartilhamento de informações - conforme Figura 4.

No novo modelo de trabalho, a detecção de interferência acontece durante a elaboração dos projetos, evitando os erros de incompatibilidade como aqueles do modelo tradicional. Na proposta colaborativa, a comunicação não mais se limita ao cliente-responsável, agora, todos os participantes têm a liberdade e abertura de se comunicar e participar das diferentes etapas do processo. Assim, o modelo entregue à obra é mais próximo do real, atualizado e com ínfimas chances de estar desatualizado.

2.3 Evolução dos Modelos de Trabalho

Para exemplificar e resumir algumas modificações em áreas específicas do trabalho na construção, como: compartilhamento de informações, comunicação, interfaces entre as áreas, compatibilização de projetos e detecção de incompatibilidades, foi elaborado, na Figura 5, um fluxograma que demonstra esta evolução.

Figura 5 - Evolução dos Modelos de Trabalho



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018) e Zhang et al. (2017)

Tal que os meios utilizados na metodologia tradicional estão à esquerda e em rosa e aqueles utilizados no trabalho compartilhado estão à direita e em azul.

3 REVISÃO SISTEMÁTICA

3.1 Revisão Sistemática

A revisão sistemática, por sua vez, é uma síntese rigorosa de todas as pesquisas relacionadas a uma questão específica, enfocando primordialmente estudos experimentais, comumente ensaios clínicos randomizados (Souza et al., 2010). É uma pesquisa qualitativa,

mas não é uma simples revisão bibliográfica porque segue um método de busca e seleção de pesquisas rigoroso, avaliando a relevância do material para o estudo.

Com o crescimento acelerado dos números de pesquisas sobre o tema BIM é difícil definir quais assuntos já foram temas de pesquisa ou o que ainda tem espaço para ser pesquisado. A revisão sistemática permite este tipo de avaliação evitando o retrabalho e possibilitando o contínuo desenvolvimento do tema: o avanço da pesquisa. Além disto, através da revisão sistemática se torna possível responder questionamentos e validar teorias sobre um tema a partir do momento que se analisa, com critério, as produções elaboradas sobre o tema; esta função da revisão dirigiu esta produção.

Esta metodologia segue um passo-a-passo detalhado e bem definidos através dos seis itens listados abaixo:

1. Identificação da questão de pesquisa;
2. Definição dos critérios de inclusão e exclusão dos materiais na pesquisa;
3. Definição das informações a serem extraídas dos estudos;
4. Análise dos estudos;
5. Interpretação dos dados retirados dos estudos;
6. Apresentação da análise ou síntese do conteúdo assimilado.

3.1.1. Método de Pesquisa

Para a elaboração da pesquisa, a base de dados utilizada foi a SCOPUS - oficialmente denominada SciVerse Scopus, lançada pelo Elsevier Science em 2004. O trabalho seguiu um passo-a-passo de seis itens. Todo o processo para acompanhamento das etapas do protocolo foi acompanhado pela autora através de uma planilha de excel exposto na Figura 6 deste trabalho. Este acompanhamento garantia a conformidade e a execução de cada etapa. O acesso à base de dados foi garantido pelo “acesso café” promovido pela CAPES aos alunos das Instituições Federais Brasileiras.

Para a primeira etapa: identificação da questão de pesquisa, definiu-se, inicialmente, o tema e objeto do trabalho. Seguindo a demanda da comunidade acadêmica de explorar o BIM e o trabalho colaborativo e suas práticas e o carecimento do mercado de instruir-se, cada vez mais, sobre a implantação do modelo de informação da construção, foi decidido buscar a relação e o impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM.

Figura 6 - Planilha Excel para acompanhamento das etapas da revisão sistemática

ITEM	DEFINIÇÃO	STATUS	RESULTADO	OBSERVAÇÃO
1	Identificação do tópico/Questão de Pesquisa	OK	A prática do trabalho colaborativo interfere na implementação bim?	BIM, trabalho colaborativo, herança cultural, implementação BIM, workflow
2	Critérios de Inclusão/exclusão de material de pesquisa	OK	9 ARTIGOS	VER ABA "BUSCA SCOPUS"
3	Definição das informações a serem extraídas dos estudos	OK	TRABALHO COLABORATIVO X BIM	VER ABA METODOLOGIA_INFORMACOES
4	Avaliação dos Estudos	OK	HIGHLIGHTS MENDELEY	ATENTAR PARA CODIGO DE COR
5	Interpretação das Pesquisas	OK	NOTAS MENDELEY	ATENTAR PARA CODIGO DE COR
6	Apresentação da análise Síntese do conteúdo assimilado	OK	DISCUSSÃO TRABALHO FINAL	

Fonte: Desenvolvido pela autora

Definiu-se as palavras chaves (*keywords*) para direcionamento da pesquisa: BIM, trabalho colaborativo, herança cultural, implementação BIM e *workflow*. E, em seguida, elaborou-se a questão de pesquisa:

- *A prática do trabalho colaborativo interfere na implementação BIM?*

Com esta questão, foi possível elaborar a combinação das palavras-chaves a ser lançada na base de dados para que a busca se tornasse mais eficiente. Ao final, a combinação utilizada foi: *(BIM OR Building Information Model*) AND (collaborative work* OR culture heritage OR implementation* or workflow)* e foram encontrados 242 artigos.

Seguindo o planejamento proposto, o item subsequente requisita a identificação dos critérios de inclusão e exclusão de material para a pesquisa. Analisando a literatura de revisões sistemáticas envolvendo BIM, optando, portanto, por basear-se nos critérios estabelecidos por Charef et al. (2018), considerando a proximidade existente entre os temas e finalidade das pesquisas. Assim, as categorias a serem avaliadas foram: áreas de pesquisa, tipo de documento, título e abstract.

Os critérios de exclusão são expostos na Figura 7. O alcance temporal das pesquisas foi limitado aos anos entre 2000 e 2019, o que permite uma avaliação da evolução do tema

ao longo dos anos. Contudo, buscando ponderar a relação do BIM com a tecnologia e a velocidade dos avanços nesta área – o que pode, rapidamente, tornar uma solução obsoleta.

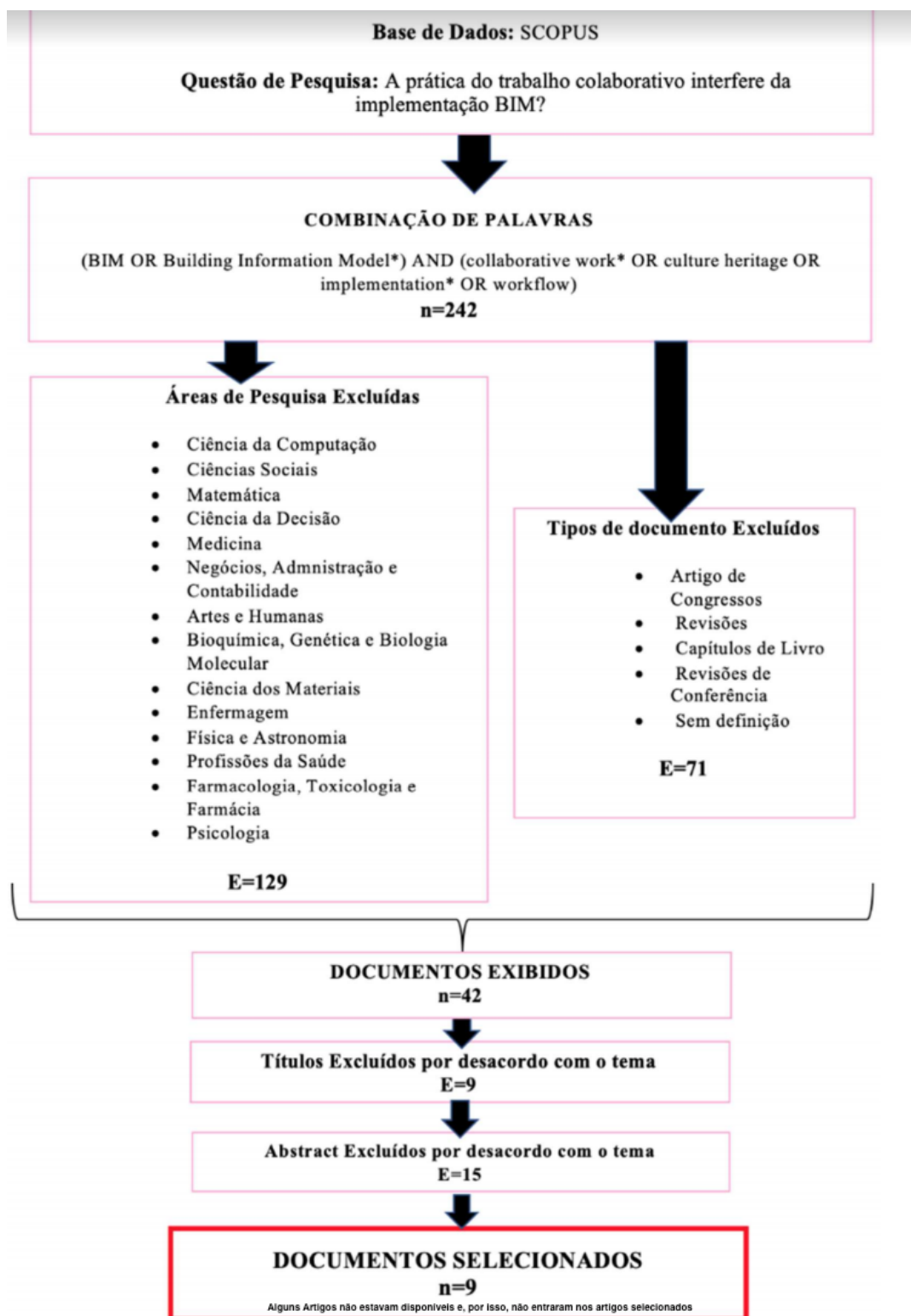
Figura 7 – Tabela de critério de Exclusão de Artigos

SUBJECTES AREAS EXCLUDED (Áreas de Pesquisa excluídas)	Ciência da Computação Ciências Sociais Matemática Ciência da Decisão Medicina Negócios, Administração e Contabilidade Artes e Humanas Bioquímica, Genética e Biologia Molecular Ciência dos Materiais Enfermagem Física e Astronomia Profissões da Saúde Farmacologia, Toxicologia e Farmácia Psicologia
DOCUMENT TYPE EXCLUDED (Tipos de documento excluídos)	Artigo de Congressos Revisões Capítulos de Livro Revisões de Conferência Sem definição
RECORDS SCREENED BY TITLE ASSESMENT (Títulos Excluídos)	Títulos Excluídos por desacordo com o tema
ABSTRACT ARTICLES ASSESMENT FOR ELIGIBILITY (Abstract Excluídos)	Abstracts excluídos por desacordo com o tema

Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018)

Ao final, foram selecionados 9 (nove) artigos completos para serem utilizados como base de resposta à questão de pesquisa. Um fluxograma, apresentado na Figura 8, demonstra o processo executado.

Figura 8 – Fluxograma Seleção dos Artigos (Revisão Sistemática)



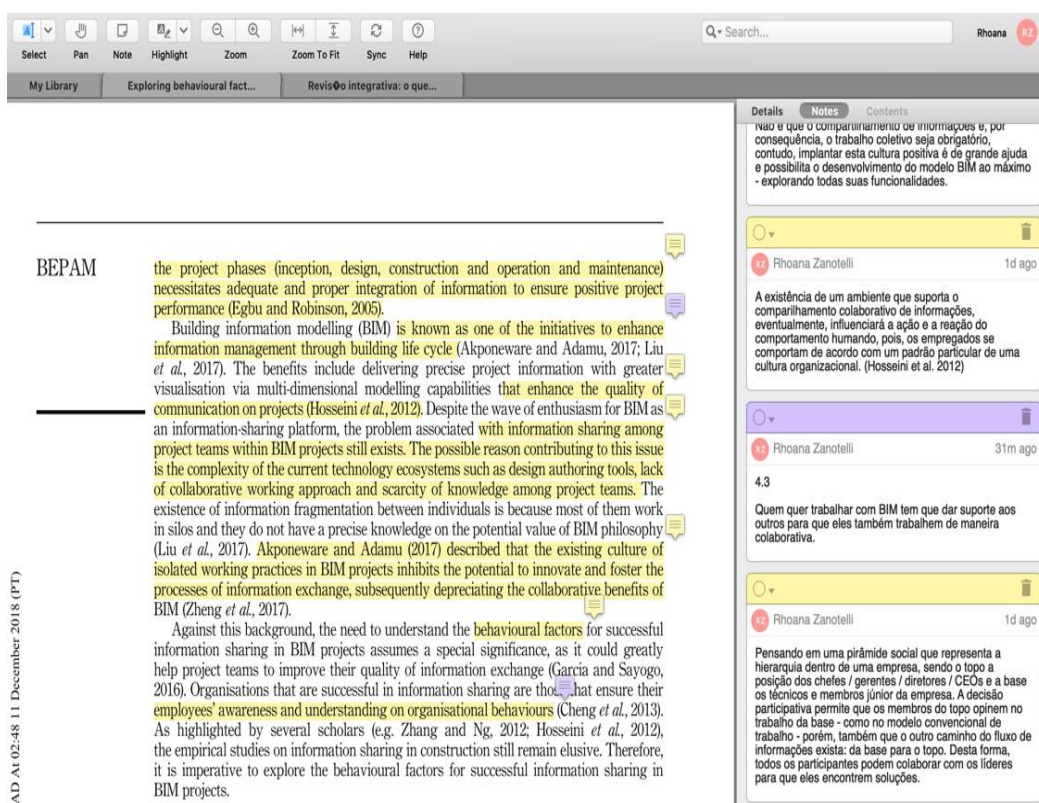
Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Charef et al. (2018)

Continuando nas etapas da revisão sistemática, definiu-se as informações a serem extraídas do estudo. E as etapas de avaliação de estudos e interpretação das pesquisas aconteceram, majoritariamente, de forma simultânea com ajuda do programa Mendeley –

que assim como a base de dados utilizada, *Scopus*, foi produzido pela Elsevier. A avaliação dos estudos foi realizada a partir da leitura dos artigos e *highlighting* (marcação) das partes consideradas relevantes e a primeira parte da interpretação feita através das notas produzidas pela autora durante a leitura.

O item interpretação teve uma segunda etapa de revisão e aprofundamento de conteúdo. Todas as marcações feitas possuíam código de cor para categorizar a relevância da informação para o trabalho final. A Figura 8 apresenta uma captura de tela do programa Mendeley® com exemplos de *highlights* e notas.

Figura 9 - Interface do Programa Mendeley



Fonte: Captura de tela feita pela autora (2019)

A última fase do processo é a apresentação da análise ou a síntese do conteúdo assimilado, o que gera a resposta à pergunta guia deste trabalho. O resultado será apresentado na parte dos resultados e norteia a discussão apresentada no trabalho. Além disso, a partir da busca foi possível realizar algumas análises numéricas e identificar

medidas, comportamentos e regras que facilitam, e até possibilitam, a implementação do trabalho colaborativo na indústria da construção civil.

Também foi utilizado o mecanismo denominado “*snowballing*” ou bola de neve, uma forma de amostra não probabilística que ramificou os artigos utilizados como referência para o trabalho a partir das referências dos 9 (nove) artigos encontrados ao final dos filtros na revisão sistemática, resultando no acréscimo de 1 (um) artigo.

4 RESULTADOS

4.1 A prática do trabalho colaborativo interfere na implementação BIM?

Segundo o *BIM Level 2 UK*, modelo referência de implementação BIM no Reino Unido, o Modelo Informativo de Construção BIM é uma maneira colaborativa de trabalhar fundamentada nas tecnologias digitais. A referência britânica ainda define o trabalho colaborativo como etapa para implementação BIM nas empresas, categorizando o modelo colaborativo como fundamental para o sucesso da modelagem da construção civil na organização.

Implementação é a efetivação, execução ou realização de algo. Todavia, quando se fala de BIM, a efetivação do modelo de informação da construção está relacionado ao nível de maturidade BIM. O BIM experts, quando consultado em 2019, aponta o estudo de Succar (2018) e os três estágios de implementação BIM demonstrando que existe a seguinte classificação:

Estágio 1 – Modelagem 3D baseada em objetos;

Estágio 2 – Modelo baseado em colaboração;

Estágio 3 – Integração baseada em rede.

Analisando os nove artigos selecionados, é possível identificar que o trabalho colaborativo é uma maneira inovadora de trabalho e rompe com o modelo individual e separatista adotado nos últimos séculos. Como posto em Che Ibrahim et al. (2019), aqueles que já trabalharam com BIM tem que dar suporte aos outros membros da equipe especialmente no âmbito do trabalho colaborativo.

Para o funcionamento do BIM na empresa, o primeiro passo sugerido pelos pesquisadores da *University of Salford* Reino Unido é, na realidade, a implementação de um *workflow* colaborativo BIM; reforçando a ideia da inviabilização do modelo BIM, caso não exista uma integração entre os participantes das equipes. O trabalho colaborativo é facilitado pelas tecnologias e *softwares* disponíveis para prática do modelo BIM e requer a instauração de novos processos e métodos que estejam em acordo com este *workflow*.

Estes novos métodos e processos, claramente, reforçam a importância do uso da tecnologia da informação para dá-los suporte. Na verdade, a tecnologia da informação é reconhecida cada dia mais como uma peça-chave para qualquer negócio e tem relevante importância para a construção como um todo. O BIM apresenta um vínculo forte com o trabalho colaborativo e a tecnologia da informação - a ponto de os pesquisadores darem bastante atenção às plataformas de trabalho colaborativo baseadas na proposta BIM de trabalho.

Percebe-se que para o sucesso da implementação BIM em uma empresa, deve-se priorizar o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento dos comportamentos que levam ao compartilhamento de informações. Ter informações compartilhadas em uma plataforma integrada, certamente, ajuda o time a desenvolver o fluxo de informações e fomenta a polinização cruzada de ideias e o engajamento.

O trabalho colaborativo é tão importante que já existem vertentes de estudo que visam desenvolver maneiras de se trabalhar simultaneamente em um único arquivo multidisciplinar BIM. Algumas plataformas de trabalho colaborativo como *Asite* e *ProjectWise* começaram a apoiar o desenvolvimento BIM (S. Zhang et al., 2017).

O BIM permite uma nova maneira de trabalhar, promovendo um ambiente de compartilhamento de todas as informações. Os diversos estudos de caso de implementação BIM (Alazmeh et al., 2018; Che Ibrahim et al., 2019; Muñoz-La Rivera et al., 2019) comprovam impacto direto da colaboração na implementação do BIM. Com o compartilhamento de informações, se faz possível pôr em prática o modelo BIM em todos os níveis dispostos. A colaboração tem uma importância tão clara para o BIM que estudos e novos softwares estão sendo desenvolvidos buscando não só facilitar essa comunicação entre as disciplinas, mas também permitir uma interação em tempo real.

Este novo ciclo de trabalho possibilita que uma equipe trabalhe no modelo federado e, ao finalizar, a outra equipe já possa receber todas as informações e apontar as interferências e as modificações a serem realizadas na sua disciplina ou identificar as alterações da outra equipe que não podem ser levadas adiante, pois, passam a ser não conformes para o propósito do projeto. O BIM demanda o desenvolvimento do trabalho colaborativo ao mesmo tempo que se desenvolve a medida que a aplicação do trabalho colaborativo acontece.

O fluxo de trabalho chamado "*BIM workflow*", ou seja, característico do BIM é, exatamente, o trabalho colaborativo: o compartilhamento de informações entre os diversos participantes do processo - sejam estes o cliente, a organização ou os responsáveis por cada disciplina. Como o BIM contém atributos e parâmetros das diversas disciplinas, seu *modus operandi* demanda uma colaboração interdisciplinar. Durante o processo de colaboração interdisciplinar advindo do BIM é ideal que cada equipe, ou cada disciplina, possa adicionar novas informações ao modelo, definindo suas funções e usos e percebendo a interferência no trabalho das demais áreas.

Baseando-se no quadro identificado em Alazmeh et al. (2018), foi possível elaborar uma tabela com os principais problemas pré-implementação BIM, a situação que eles criam e a mudança necessária para garantir o sucesso da implementação. Os detalhes deste processo, detalhado no Quadro 1, ratificam o impacto do trabalho colaborativo no sucesso da implementação BIM. Todas situações, e as estratégias propostas para mudança, são princípios do trabalho colaborativo: compartilhamento de informações em nuvem, compartilhamento de informações e ideia e a mudança na cultura da empresa para que os membros possam ser formados, compreendendo, assim, os objetivos da empresa e quais ferramentas estão à disposição.

Conforme posto por Bellido-Montesinos et al. (2019), uma das maneiras mais eficientes utilizadas para promover o BIM é o uso de "*BIM contests*" onde os participantes são desafiados a construir um modelo de forma colaborativa; reforçando, novamente, o valor do trabalho colaborativo no BIM. Sem tal metodologia de trabalho os princípios do BIM não são atendidos. Em casos de implementação BIM em locais diversos, como Malásia e Reino Unido, utiliza-se o trabalho colaborativo como primeira etapa para o desenvolvimento BIM dentro da organização. A implementação BIM desperta a

necessidade de melhorar a colaboração, a harmonia e níveis mais altos de eficiência para garantir o bom funcionamento do modelo.

O desafio é criar e promover uma nova cultura que enfatiza e ressalta a importância do trabalho colaborativo para a organização. Pois, os padrões culturais utilizados na indústria da construção civil divergem diretamente do padrão proposto pelo método BIM e, nesse ponto, surge o obstáculo. A existência da cultura da prática do trabalho tradicional nos projetos BIM inibiria o potencial de inovar e promover as trocas de informações entre os membros da equipe, ulteriormente, depreciando os benefícios do trabalho colaborativo e do desenvolvimento do BIM.

Quadro 1 – Problemas, Situações e Mudanças | Implementação BIM

PROBLEMA	SITUAÇÃO	MUDANÇA
Dificuldade de acesso às informações atualizadas	A busca por informação é muito desgastante o que resulta em tempo perdido durante o processo	Implantação de um modelo de armazenamento em nuvem (plataforma colaborativa)
Troca de informação inconsistente entre os membros da equipe	Não existe um padrão adotado para a comunicação entre os membros. Tempo perdido, informações duplicadas, retrabalho e risco de perda de informação	Implantação de um local comum para compartilhamento de informações e ideias
O BIM não é reconhecido como opção para entrega de projetos	Os membros não compreendem as funcionalidades do BIM e sua cultura	Mudança na cultura da empresa com auxílio de treinamentos e formações

Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Alazmeh et al. (2018)

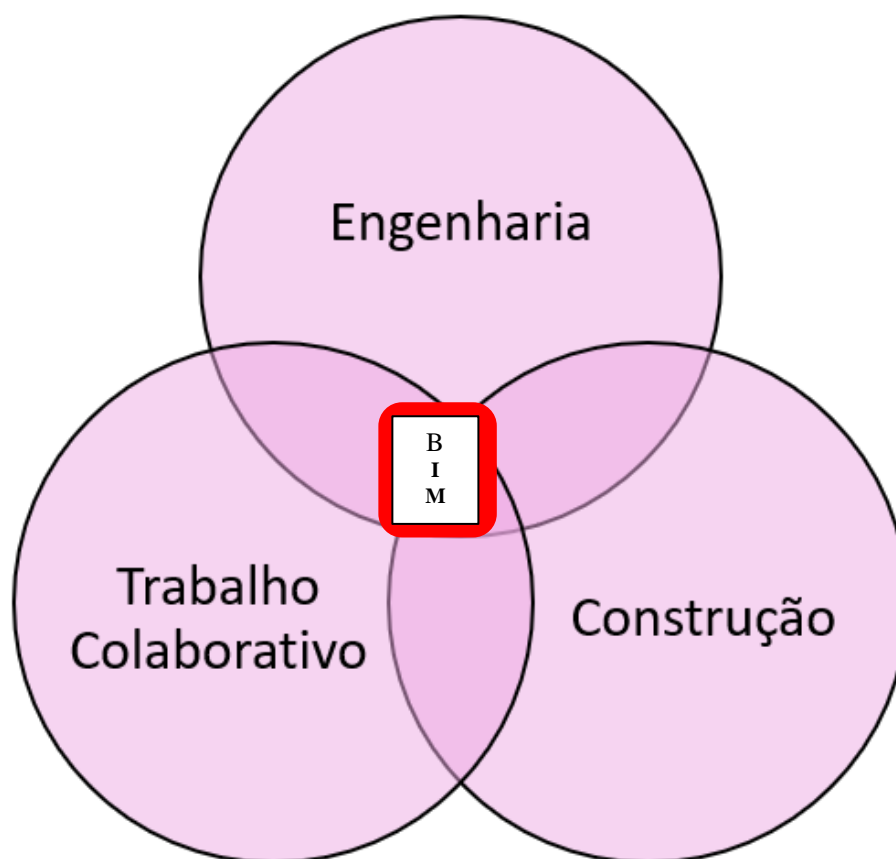
Assim sendo, a mudança cultural é essencial para garantir o sucesso da implementação do modelo BIM (Che Ibrahim et al., 2019). A cultura organizacional tem alto nível de influência e responsabilidade no desenvolvimento do trabalho colaborativo na empresa, pois envolve comportamentos ligados ao compartilhamento de informações. A cultura organizacional tem função essencial no destaque da contribuição coletiva do time e

envolvimento no ciclo de vida da construção para Che Ibrahim et al. (apud Trigunarsyah, 2017).

Ponderando as conclusões expostas em Zhang et al. (2017), contata-se que se existe uma área que envolve engenharia e construção abrangendo o trabalho colaborativo, a mais favorável metodologia de trabalho para garantir o sucesso do produto fornecido é o BIM, esse novo modelo possibilita a interseção entre os três fatores – conforme elucidado na Figura 10.

Segundo os artigos apresentados por Bellido-Montesinos et al. (2019) e Che Ibrahim et al. (2019), existem duas limitações na implementação do trabalho colaborativo: a cultura do não compartilhamento de informações (relações interpessoais; comportamentais) e a questão da interoperabilidade entre os *softwares* BIM (arquivos produzidos que se perdem na exportação e envio para outros membros da equipe que trabalham em outras disciplinas).

Figura 10 - Interface Engenharia Trabalho Colaborativo Construção



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Zhang et al. (2017)

O BIM proporciona um modelo visual colaborativo onde é possível observar a interface entre todas as disciplinas integradas ao modelo. Isto posto, a insuficiência de troca de informação dentro da cadeia hierárquica de funcionários se torna um problema na implementação do BIM, conforme a análise de Che Ibrahim et al. (2019).

As limitações de comunicação, apresentadas no modelo de trabalho convencional, estão ligadas ao modelo 2D e não devem ser trazidas para o BIM. Caso não haja uma mudança estrutural, existirá unicamente uma transformação na maneira de apresentar a geometria: o modelo com uma nova dimensão (3D), o que não corresponde às diretrizes do BIM.

A interferência do trabalho colaborativo na implementação BIM é direta, a limitação na prática do trabalho colaborativo implica em uma desaceleração da implementação BIM. O termo 3D colaborativo - Ambiente BIM, apresentado em Alazmeh et al. (2018), confirma a interferência direta do trabalho colaborativo na implementação BIM.

Esquadrilhando os estudos de caso de implementação BIM expostos em Alazmeh et al. (2018) e Che Ibrahim et al. (2019), identifica-se que este ambiente proposto para a implementação BIM deve ser colaborativo, ou seja, não seria possível implementar com êxito o novo modelo construtivo, senão, através de uma mudança na atmosfera de trabalho, nos processos, no curso da comunicação: no fluxo de trabalho da organização, abandonando o modelo individualista e separatista pregado pelo modelo tradicional de trabalho.

Em uma situação onde há a tentativa de implementação BIM e não há trabalho colaborativo, usufruir de todas as funções que o modelo tem a oferecer se torna uma missão difícil. E o resultado é o desperdício de tempo e mão de obra e uma frustração em direção ao modelo.

O BIM foi idealizado para ser um modelo integrado que confronta o desperdício, é rico em detalhes e origina um produto com informações que dão significado à geometria. Contudo, sem o trabalho colaborativo, o BIM rompe com sua finalidade inicial e é utilizado

unicamente para produção de modelos 3D e, no máximo, como ferramenta para detecção de interferências (Lu et al., 2019).

Percebendo a vitalidade da troca de informações para o sucesso do projeto nos padrões BIM, não se pode mais trabalhar de maneira individual e almejar uma interação funcional entre as disciplinas dado que estas são interdependentes e impactam diretamente umas nas outras. No geral, o trabalho colaborativo, que embasa o comportamento organizacional da empresa, é o maior responsável pelo sucesso da informação compartilhada, ou seja, da implementação BIM (Che Ibrahim et al. 2019). O trabalho colaborativo interfere nesta implementação a partir do instante em que o compartilhamento de informações entre os membros da equipe de projeto é imprescindível.

A construção é um domínio de trabalho formado por diferentes fases de projeto: implementação, design, operação e manutenção; estas, necessitam um nível de integração para garantir o sucesso da construção. Além disto, os projetos da construção civil são complexos e abrangem criação, compartilhamento de informações, documentos, usos, estudos e arquivamento. Desta maneira, uma comunicação fraca frequentemente leva a uma gestão de projeto ineficiente e a um projeto mal sucedido.

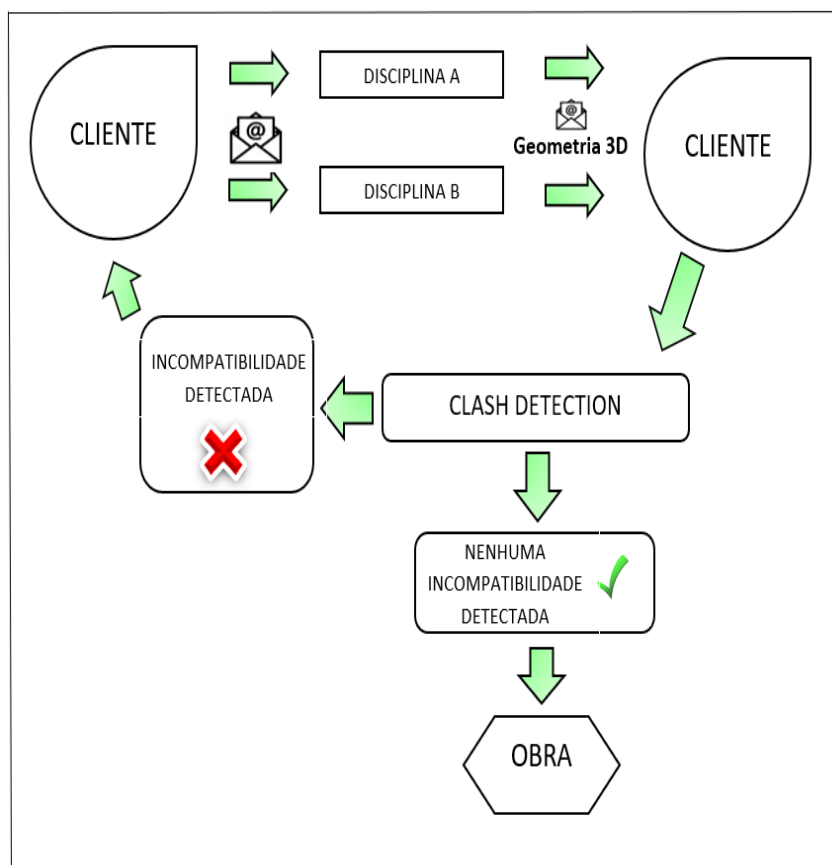
O trabalho coletivo evita que duas pessoas gastem tempo, energia e ideias para resolver o mesmo problema ou, até mesmo, pensando na mesma solução ou em soluções incompatíveis. A habilidade de integrar e gerenciar informações com uma colaboração ativa da equipe é uma das maneiras de aumentar o fluxo de troca de informações ao longo do projeto. Não é que o compartilhamento de informações e, por consequência, o trabalho coletivo seja obrigatório, porém ele possibilita o bom uso de todas as funcionalidades BIM do projeto.

Na Figura 11, há uma imagem que apresenta, de maneira abreviada, o funcionamento do BIM quando não há trabalho colaborativo. As disciplinas funcionam independentes e a comunicação é indireta e existe, fundamentalmente, o detentor de todas as informações. Apesar de poder gerar uma geometria em 3 dimensões e até uma detecção de incompatibilidade, os problemas do quadro 1 ainda não conseguem ser resolvidos: não há um modelo de armazenamento em nuvem ou compartilhamento de informações ou compreensão do potencial do BIM para a obra.

O trabalho colaborativo proporciona a implementação BIM e todas suas utilidades. Seguindo a lógica apresentada na Figura 12, percebe-se a integração entre as disciplinas e o cliente por meio de uma plataforma integrativa. Nesta plataforma, é possível detectar as interferências em paralelo à construção do modelo. Assim, o arquivo que chega na obra é dotado de informações completas e atualizadas.

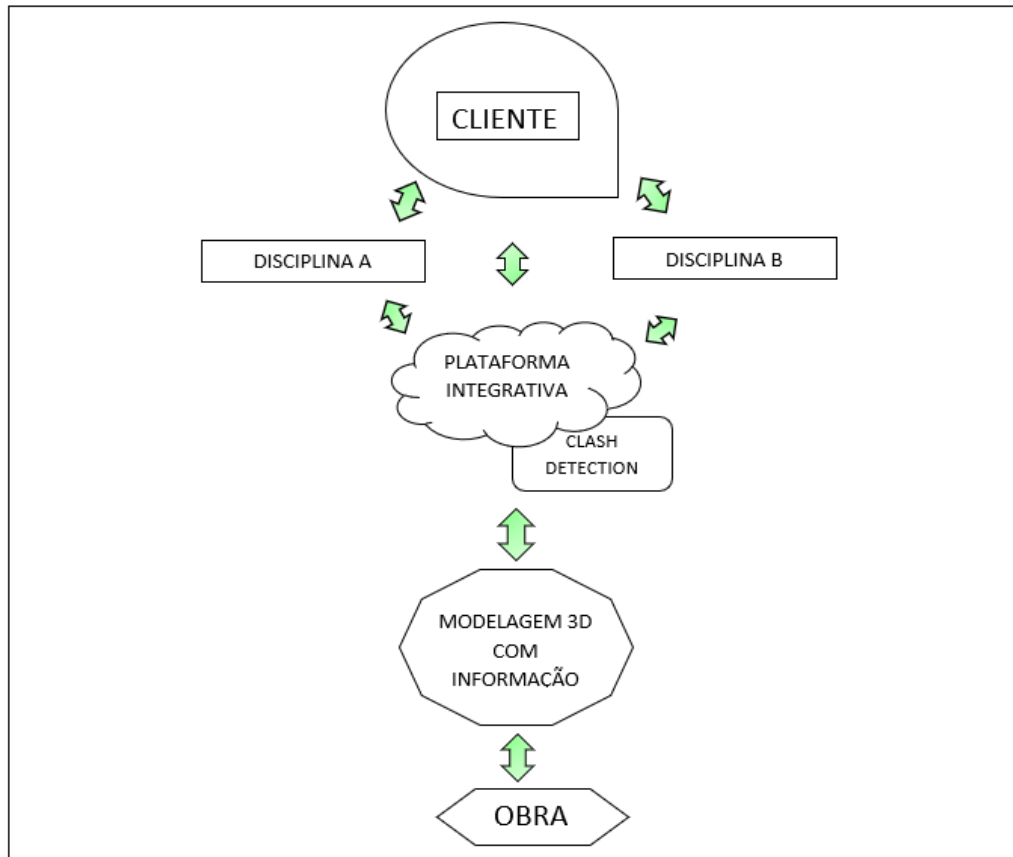
O compartilhamento de informações pode ser influenciado por sete fatores comportamentais: confiança, liderança, reciprocidade, responsabilidade, comunicação, cultura organizacional e compromisso (Che Ibrahim et al., 2019). Todos esses fatores comportamentais estão diretamente ligados ao trabalho colaborativo e ao sucesso da implementação BIM, reforçando o impacto de um sobre o outro. Segundo a literatura, se qualquer um dos itens acima estiver ausente em uma organização o compartilhamento de informações e, assim, o trabalho colaborativo não poderá ser desenvolvido.

Figura 11 – Funcionamento do Modelo BIM sem trabalho colaborativo



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Alazmeh et al. (2018) e Che Ibrahim et al. (2019)

Figura 12 - Funcionamento do Modelo BIM com trabalho colaborativo



Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Alazmeh et al. (2018) e Che Ibrahim et al. (2019)

A confiança é o ato de confiar algo sob cuidado de outro porque existe confiabilidade no outro. Liderança é liderar e gerenciar um time ou organização delegando funções e tarefas. Reciprocidade é a gratidão, é apreciar uma ação feita por terceiros ao ponto de querer tratá-lo igualmente. Responsabilidade é ser responsável por algo ou alguém. Comunicação é a troca de informação utilizando as diversas maneiras. Cultura organizacional são os princípios desenvolvidos no gerenciamento da equipe. Compromisso é habilidade de funcionar com eficácia como indivíduo e como parte de um grupo com a capacidade de se dedicar completamente à missão.

A existência de um ambiente que suporta o compartilhamento colaborativo de informações, eventualmente, influenciará a ação e a reação do comportamento humano,

pois, os empregados se comportam de acordo com um padrão particular de uma cultura organizacional (Hosseini et al., 2012).

O BIM é parte de uma tecnologia baseada em comunicação para compartilhamento de informações em um ambiente virtual (Mahamadu et al., 2013). É sobre se comunicar, compartilhar e trabalhar de maneira coletiva para atingir o máximo que o modelo pode oferecer. A falta das habilidades básicas de relacionamento na mão de obra geral da indústria da construção é um problema no sucesso da implementação do trabalho colaborativo dificultando a implementação BIM.

O comportamento de compartilhar não pode ser forçado ou obrigado - até mesmo porque o controle do nível da informação compartilhada em termos de totalidade de conhecimento compartilhado é utópico. A ideia do compartilhamento de informações deve ser estimulada e facilitada ajudando nas operações diárias da organização e, também, do indivíduo. A comunicação dentro da equipe melhora com a compreensão do modelo e seus benefícios porque o princípio do BIM abraça a colaboração (Che Ibrahim e al., 2019).

Eles são codependentes: Se não há colaboração no trabalho, não há BIM. Se há BIM, há trabalho colaborativo. O trabalho colaborativo e o uso da plataforma BIM aparecem no topo das competências e capacidades que um profissional deve ter para assumir um papel em uma empresa que pretende implementar o BIM, conforme as situações apresentadas nos casos de implementação BIM: Che Ibrahim et al., 2019; Muñoz-La Rivera et al., 2019; Bellido-Montesinos et al., 2019; Alazmeh et al., 2018; Zhang et al., 2017; Merschbrock et al., 2015 .

As tecnologias e ecossistemas de trabalho do *Building Information Modeling* corroboram para criação de um ambiente colaborativo. O sucesso do compartilhamento de informações no modelo BIM é um resultado de múltiplos fatores, inclusive, comportamentais que permitem a criação deste ambiente colaborativo fundamental para o sucesso do projeto. Se a empresa não apresenta uma cultura colaborativa, é imprescindível para a implementação que seja instaurada uma fase durante a implementação para treinar a equipe quanto aos princípios e meios do trabalho colaborativo.

Há mais de 15 anos, estudos, como o de Zaneldin et al. (2002), apresentam a associação do BIM com um sistema colaborativo. Todavia, com o desenvolvimento tecnológico acelerado, soluções propostas para a implementação e validação de um sistema

colaborativo sugeridos em tal época, como e-mails, se tornaram obsoletas e, hoje, são classificadas como parte do modelo de trabalho convencional - o que se opõe ao modelo integrativo proposto pela modelagem da informação na construção.

Na engenharia, a equipe de projeto e as organizações estão cooperando cada vez mais em um ambiente colaborativo que permite dividir riscos, informações e recursos, conforme apresentado em S. Zhang et al. (2017). Resolver dúvidas é um objetivo do BIM também. Assim, é importante que exista um canal de comunicação aberta entre os membros, este, garantido pelo método de trabalho colaborativo, para solucionar os problemas de ineficiência de projetos, presente na construção civil. Segundo F. Muñoz et al. (2019), as exigências para a adoção do BIM são detalhadas e consideram as funções da equipe de trabalho, tecnologia, distribuição espacial e um fluxo de trabalho baseado nas demandas BIM.

No modelo de fluxo de trabalho sob a metodologia BIM, percebe-se a colaboração entre todas as equipes e entre equipe e coordenadores de projeto garantindo a execução de um modelo de acordo com as necessidades do cliente, disponibilidade de insumos e garantindo a conformidade do projeto também no quesito compatibilização entre as disciplinas.

O modelo interdisciplinar de colaboração é necessário para possibilitar o desenvolvimento do BIM (Hung Min et al., 2014). Existe uma dependência entre as disciplinas estudadas no BIM e é essa questão que é considerada no dimensionamento do fluxo de trabalho BIM. O trabalho colaborativo dá vida à proposta do BIM quando permite que os conflitos sejam identificados ainda nos primeiros momentos do desenvolvimento do projeto. Com a identificação, vem a possibilidade de resolução de conflito antes de passar para uma próxima fase, reduzindo perdas, retrabalho e gastos.

Observando as assertivas propostas por Che Ibrahim et al. (2019), percebeu-se que um problema notável é o fato das empresas quererem adotar uma cultura colaborativa após a decisão de implantar BIM, ao invés de cultivar esse método de trabalho antes de tomar a decisão final de trabalhar com o modelo. Ou seja, a organização já apresenta vícios no trabalho desde os primeiros projetos trabalhados em BIM e, conseqüentemente, sua equipe também. É preciso convencer a equipe a reaprender a trabalhar, passando para membros da

equipe com 10, 15 anos de experiência ou mais que eles, agora, deverão instantaneamente modificar sua maneira de pensar e de se comportar no trabalho.

É preciso entender a necessidade de momentos para discutir e treinar as pessoas para trabalhar de forma colaborativa. Explicar a importância, os desafios, os impactos positivos à trazer e os resultados. Deve-se dar o mesmo nível de importância para a formação em BIM (uso, importância, meios, softwares, níveis, etc.) à formação comportamental, sobretudo, após a comprovação da interferência de um no sucesso do outro.

Para garantir o bom funcionamento do trabalho colaborativo, e o impacto positivo, na implementação BIM, é preciso explicitar o escopo de cada participante e apresentar um documento onde os membros atestem ciência e compreensão das suas funções e limites no trabalho. Um dos desafios é desenhar este limite e, mais ainda, fazer os participantes o compreenderem. Apesar do trabalho colaborativo dar a possibilidade dos diversos membros opinarem nas várias disciplinas, todas as mudanças e decisões devem ser previamente discutidas e acordadas entre os responsáveis.

Se existe um relacionamento fraco entre os membros da organização, em que eles não entendem o porquê ou o que fazem na empresa, sua importância, função e impacto, é difícil trazer um comportamento de abdicção do interesse próprio que quebre o modelo de trabalho tradicional e sua filosofia individualista (Alazmeh et al., 2018). Isto pode resultar em uma situação de risco onde o mercado e a organização sentem a necessidade da implementação BIM, contudo, os membros não compreendem ou aceitam o compartilhamento de informações.

Em uma empresa onde a comunicação entre a equipe é baixa ou inexistente outros problemas aparecem, desencorajando o engajamento da equipe. Ninguém se sentirá motivado para compartilhar seus conhecimentos, ideias e trabalhos se sentir que não vai haver reciprocidade; se todos não estiverem com o mesmo objetivo e as mesmas possibilidades de ganho segundo Che Ibrahim et al. 2019 (apud Garcia e Sayogo, 2016).

Sobretudo, se os líderes não seguirem o mesmo modelo de compartilhamento. Os líderes são responsáveis pelos seus liderados que são, muitas vezes, inspirados pelo comportamento dos chefes, assim, são estas atitudes que vão determinar a conduta dos

empregados. Contudo, cada membro tem a sua responsabilidade e deve ter compromisso, buscando o melhor para os funcionários de todos os níveis, a organização e o cliente.

No momento em que o trabalho da equipe é compartilhar informações uns com os outros para o sucesso do projeto BIM, o trabalho colaborativo se torna crucial para a implementação BIM; o ambiente deve estar preparado para receber o modelo que vai requisitar a colaboração e cooperação da equipe. Simplesmente, o projeto não consegue ser finalizado com perfeição, se não for feito de maneira colaborativa. É questão de uma necessidade criada por esse modelo virtual que se fundamenta em uma tecnologia baseada na comunicação.

A equipe profissional BIM deve funcionar em um ambiente de trabalho colaborativo ligado às outras disciplinas. E o que garante que essas informações vão ser compartilhadas em todos os âmbitos é o trabalho colaborativo. A compreensão da importância da participação de todas as equipes e do impacto no resultado do modelo, a confiança na equipe, o exemplo passado dentro da cultura organizacional e a definição dos papéis de cada membro do corpo técnico certificam o bom funcionamento do trabalho colaborativo e o êxito da modelagem de informação na construção civil.

A implementação BIM não modifica os padrões do projeto ou critérios de cálculo, mas reestrutura a maneira que os profissionais se comportam e desenvolvem este projeto bem como a maneira de interagir e compartilhar informação uns com os outros - inclusive quanto ao nível de detalhes, agora, compartilhados. O impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM depende também dos objetivos e expectativas da organização quando se fala em trabalhar em BIM.

O BIM é baseado em um design colaborativo que exige o compartilhamento de informações e, assim, demanda mudanças no modelo tradicional de trabalho e em suas práticas. Em muitas situações, o BIM não é utilizado na sua potência máxima porque as empresas insistem em continuar no método de trabalho individual ao invés de promover e encorajar a mudança cultural que estabelece um ambiente de trabalho colaborativo.

Se a empresa se limita a um modelo 3D, e ignora os verdadeiros problemas presentes na indústria da construção na atualidade: a não-compatibilização de projetos, a ausência de comunicação, os projetos desatualizados, as informações perdidas, o retrabalho e o descontrole de quantitativos e custo, realmente, a mudança no fluxo de trabalho não

condiz com o que a empresa espera entregar. Nitidamente, os resultados não são o produto que o BIM teria capacidade de apresentar e a empresa acaba renunciando as diversas capacidades que a modelagem de informações da construção oferece.

Se o trabalho colaborativo for aplicado, mas o compartilhamento de informações continuar inexistente, este torna-se tão eficiente quanto o método tradicional de trabalho. É o mesmo comparativo com o BIM: se a empresa detiver os softwares, as pessoas capacitadas, mas, não houver treinamento e mudança na maneira de trabalhar, o resultado, frequentemente, será um modelo 3D sem informações e, muitas vezes, não atualizado.

O BIM deve facilitar a comunicação entre todas as partes envolvidas, possibilitando o compartilhamento de informações, até mesmo em tempo real, mantendo o projeto sempre atualizado. Para efetivar este propósito, surge o trabalho colaborativo e a transformação no fluxo de trabalho da organização. O trabalho colaborativo faz parte da metodologia BIM que busca eliminar problemas de não-compatibilização entre as disciplinas.

O sucesso do BIM depende, numa visão geral, da eficiência da troca de informação gerada pelas diferentes disciplinas (Muñoz et al., 2018). Vincula-se, então, diretamente ao trabalho colaborativo dentro da organização. A implementação BIM requer uma adaptação total do fluxo de trabalho para garantir a colaboração entre as partes gerando um compartilhamento de informações com excelência.

O trabalho colaborativo no BIM envolve duas vertentes: relações interpessoais (comunicação, habilidades e comportamentos humanos) e a tecnologia (software e interoperabilidade). Estas vertentes juntas estabelecem o novo fluxo de trabalho proposto no qual os lados comportamentais e o tecnológico devem trabalhar em conjunto para que o modelo BIM atinja seu propósito.

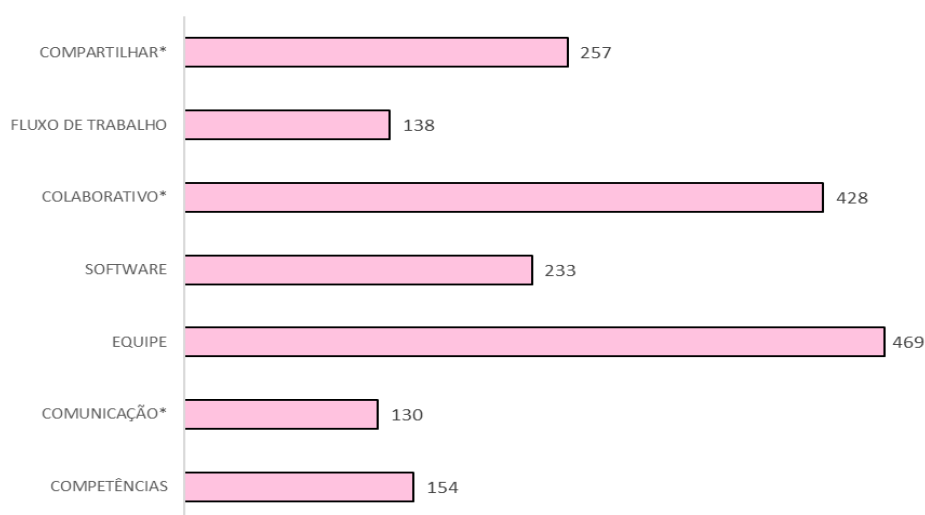
Pensando no trabalho colaborativo requisitado pelo modelo BIM, sete termos foram fixados para serem analisados numericamente nos artigos selecionados na revisão sistemática.

Seguindo as duas vertentes do trabalho colaborativo, as relações interpessoais e a tecnologia, os termos qualificados para o estudo foram: “compartilhar” (e suas variações), “fluxo de trabalho”, “colaborativo” (e suas variações), “software”, “equipe”, “comunicação” (e suas variações) e “competências”.

Criou-se um gráfico de barras, apresentado na Figura 13, que expõe a recorrência destas palavras nos artigos da revisão sistemática. As três palavras que aparecem com maior frequência são:

1. “Equipe”;
2. “Colaborativo” (e suas variações) ;
3. “Compartilhar” (e suas variações).

Figura 13 –Citação das Palavras Seleccionadas (Artigos da Revisão Sistemática)



Fonte: Desenvolvido pela autora

Filtrando a análise, repetiu-se a processo apresentado acima, porém, desta vez buscando apenas nos artigos que tratam de implementação BIM: Che Ibrahim et al., 2019; Muñoz-La Rivera et al., 2019; Bellido-Montesinos et al., 2019; Alazmeh et al., 2018; Zhang et al., 2017; Merschbrock et al., 2015.

As três palavras que apresentam maior recorrência são as mesmas da primeira análise, porém, em ordem diferente. Na análise feita apenas nos casos referentes à implementação BIM, “colaborativo” (e suas variações) supera “equipe”. Resultando na seguinte classificação:

1. “Colaborativo” (e suas variações) ;
2. “Equipe”;

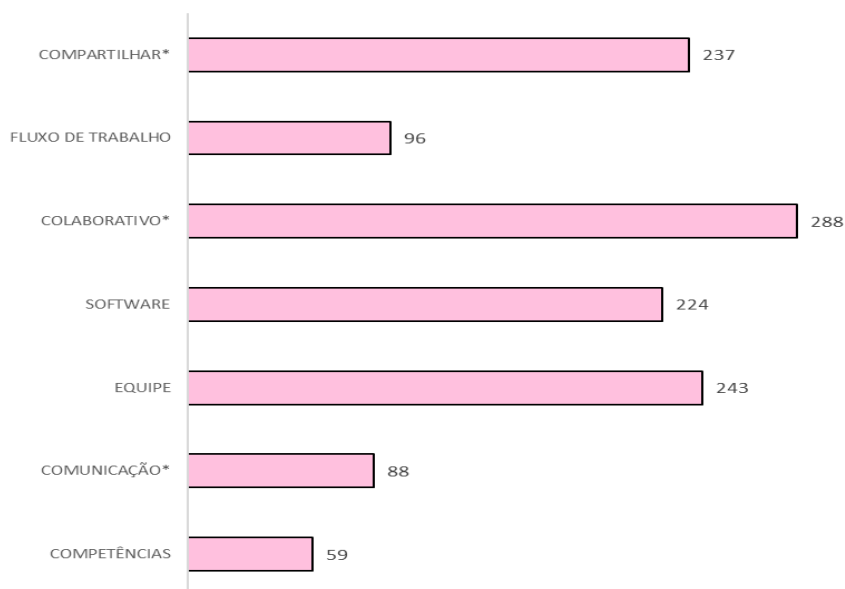
3. “Compartilhar” (e suas variações).

Todavia, sabe-se que todas as palavras estão relacionadas ao trabalho colaborativo e, comprovadamente, à implementação BIM. O trabalho colaborativo BIM é, na verdade, a junção da equipe que trabalha com softwares de maneira colaborativa e impacta a implementação do modelo BIM. Os resultados completos desta segunda análise estão expostos na Figura 15.

Verificou-se o impacto do filtro colocado na temática dos artigos, ou seja, a flutuação da repetição das palavras selecionadas nesta análise quando se considera apenas os estudos de caso de implementação BIM. Para quantificar o resultado do crivo imposto à análise numérica inicial, estabeleceu-se uma relação entre o número de ocorrências de cada uma das palavras no segundo e no primeiro momento.

O resultado é apresentado na Figura 15, com valores em porcentagem que exprimem esta relação. Esta representação quantitativa demonstra percentualmente a relação do termo com a implementação BIM. Assim sendo, quanto maior o valor em porcentagem, maior a relação da palavra com a implementação BIM.

Figura 14 –Citação das Palavras Selecionadas (Estudos de Caso de Implementação BIM)



Fonte: Desenvolvido pela autora

A Figura 15, portanto, apresenta o grau de afinidade dos termos com a implementação BIM quando comparada à sua conexão com o BIM em seus demais momentos.

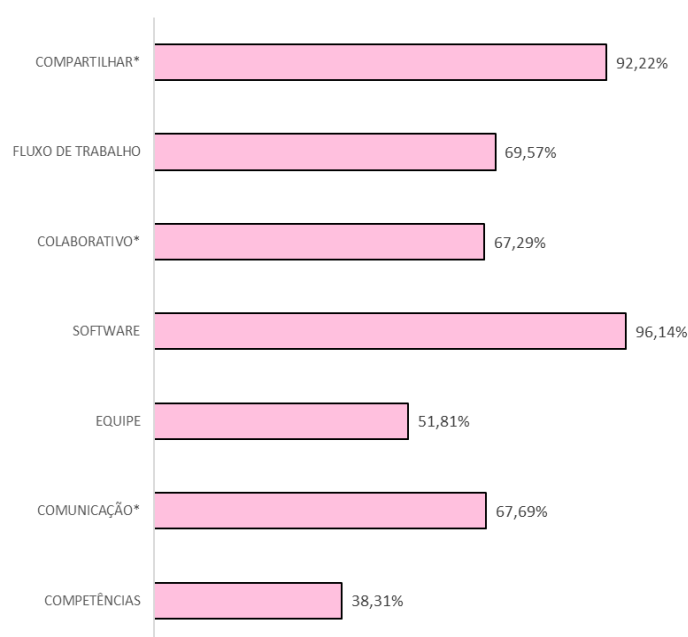
Os termos que apresentaram porcentagens mais altas, isto é, maior recorrência quando aplicado o filtro na temática dos artigos, foram “*software*” e “compartilhar” (e suas variações) comprovando sua importância para o BIM nos estudos científicos e análises da academia, e, especialmente, nos estudos de caso de implementação do modelo.

O gráfico, exposto na Figura 15, aponta que todos os vocábulos apresentam uma relação superior a 50%, com exceção de “competência”.

Sabendo que todos os termos estão ligados ao trabalho colaborativo proposto no BIM, o resultado comprova o impacto do trabalho colaborativo na implementação do BIM, pois, ainda que estes termos façam parte das diversas etapas do BIM é na implementação que eles se fazem mais presentes.

O resultado de “competências” não foi uma surpresa, o termo tem diferentes utilizações e abrangência. Apesar de estar extremamente conectado ao trabalho colaborativo, pois, existem habilidades específicas requeridas por este modelo de trabalho, o vocábulo também se conecta profundamente a outros elementos.

Figura 15 – Relação entre a diferença das análises de recorrência e a primeira análise

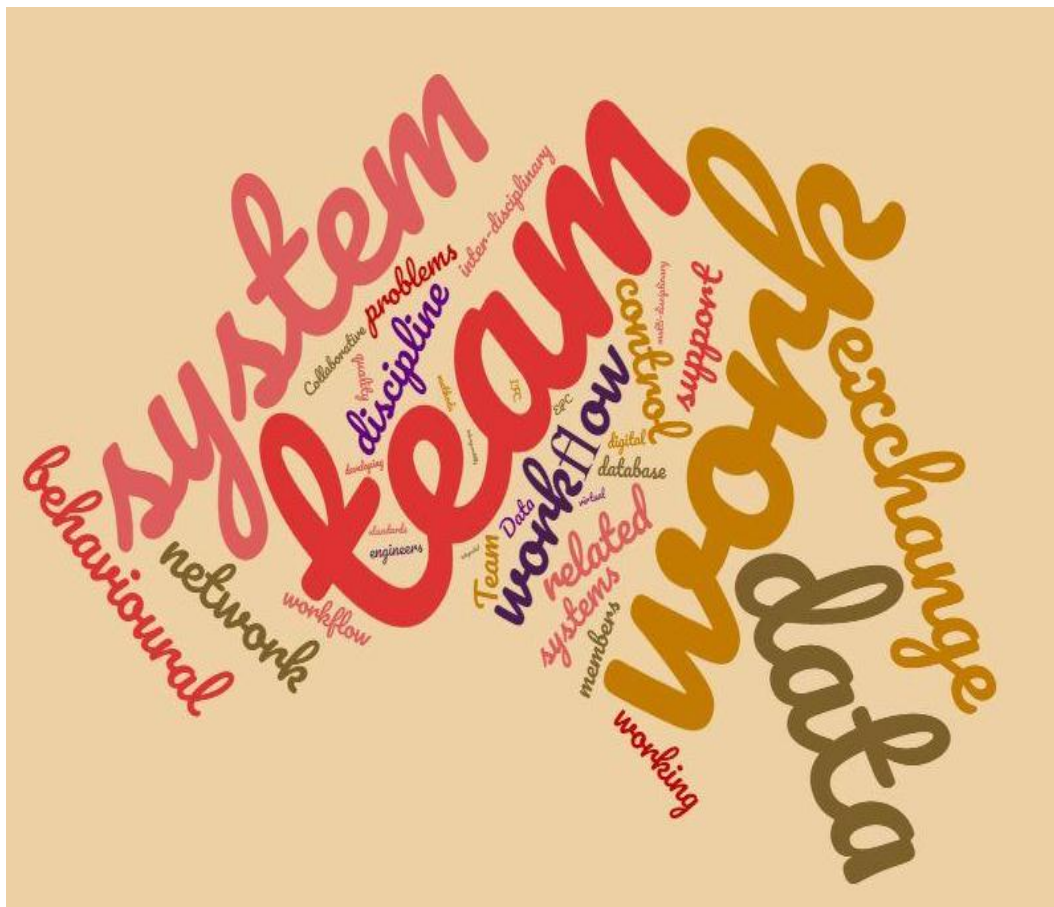


Fonte: Desenvolvido pela autora

Ratificando as conclusões produzidas a partir da Figura 13 e da Figura 14, foi elaborado uma *Tag Cloud*. Segundo IPSENSE (2019), “a Tag Cloud é um arranjo lógico de palavras-chave dentro de um conteúdo textual onde as palavras que representam os tópicos mais populares são destacadas usando fontes maiores, em negrito ou com maior saturação de cores para facilitar a sua visualização”.

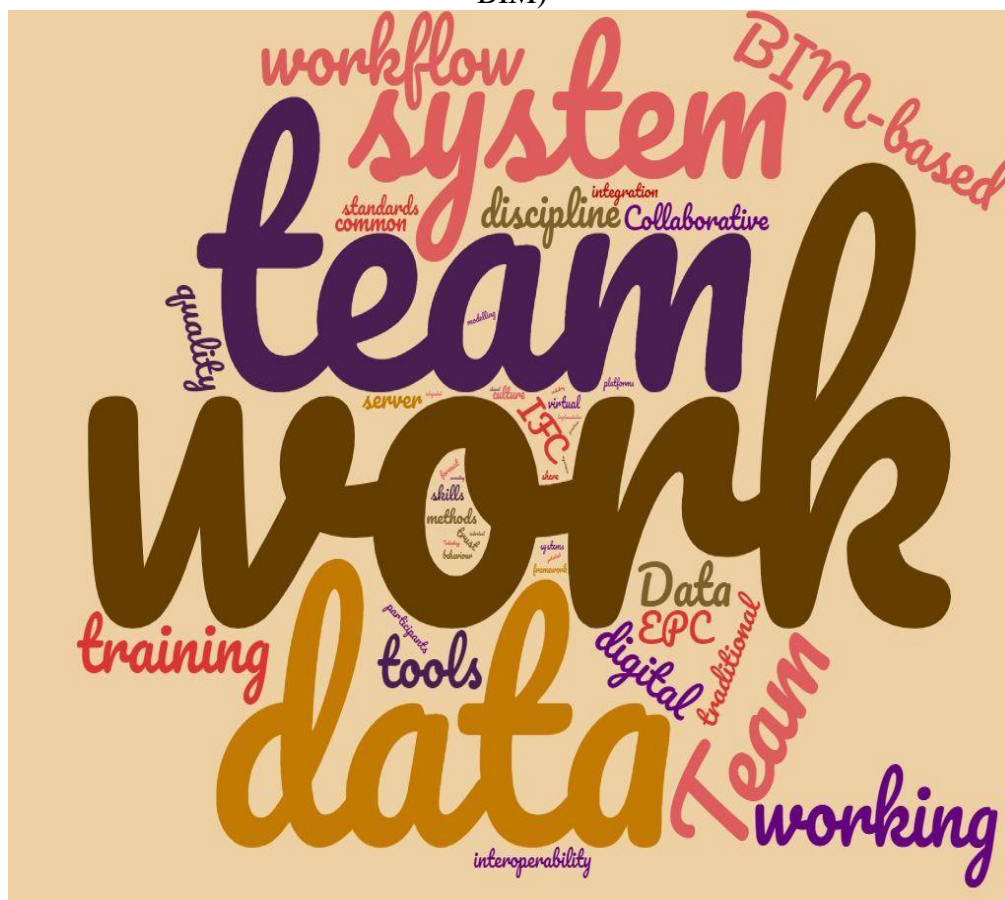
Para elaboração da *Tag Cloud*, foram utilizados os artigos selecionados na revisão sistemática em sua versão sem tradução, ou seja, em inglês. Aplicando a mesma metodologia das análises já realizadas, foi possível obter a Figura 16, correlacionada à Figura 13, e a Figura 17, consonante a Figura 14.

Figura 16 - *Tag Cloud* das Palavras Selecionadas (Artigos da Revisão Sistemática)



Fonte: Desenvolvido pela autora com auxílio de www.wordclouds.com

Figura 17 - Tag Cloud das Palavras Seleccionadas (Estudos de Caso de Implementação BIM)



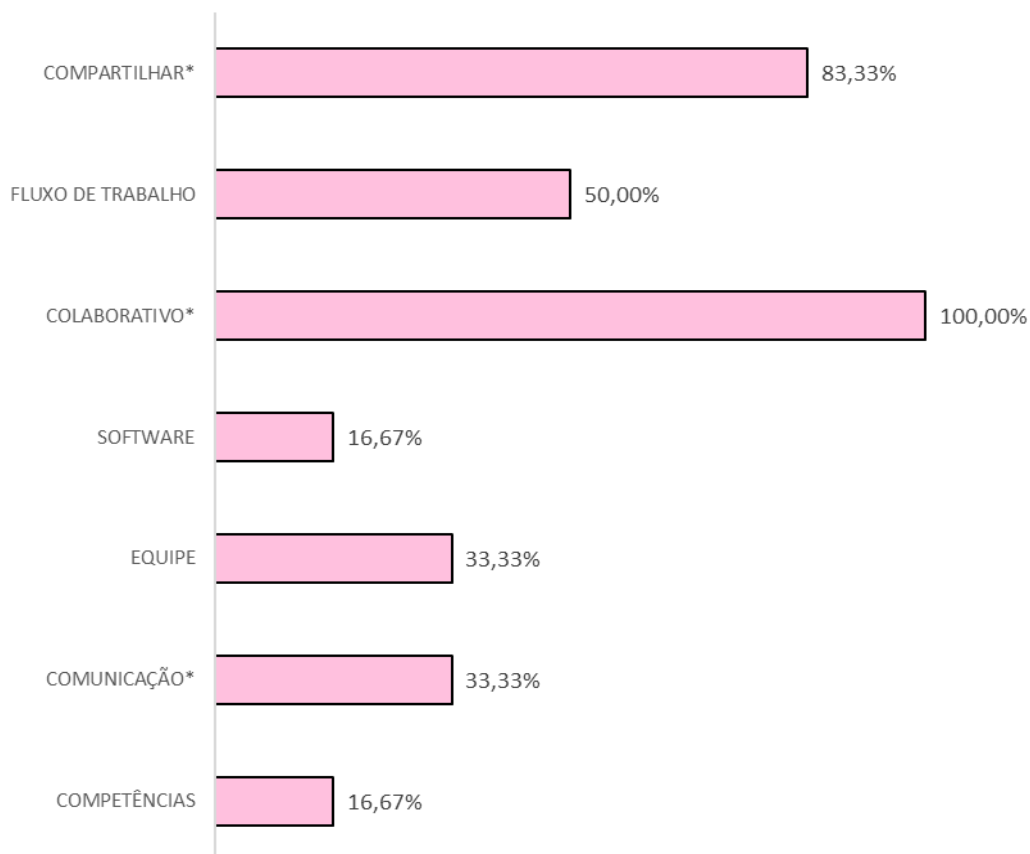
Fonte: Desenvolvido pela autora com auxílio de www.wordclouds.com

Para encontrar os estudos bibliométricos e sua interface com a implementação BIM, demonstra-se na Figura 18, uma relação entre a incidência destes termos nos títulos ou palavras-chaves, ou resumo dos artigos referentes à implementação BIM e a quantidade total de artigos desta categoria utilizados para estudo.

O Resultado da análise mais uma vez confirma o impacto da colaboração, isso é, do trabalho colaborativo, na implementação BIM. A palavra “colaborativo” (e suas variações) foi citada ou no título ou na palavra-chave ou no abstract de 100% dos artigos de implementação BIM que embasam a revisão sistemática desta pesquisa. Corroborando para a resposta positiva em termos de impacto da colaboração na implementação BIM. Todas as outras palavras, também ligadas ao trabalho colaborativo, apareceram, no mínimo, uma vez

no campo de pesquisa e validam o impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM.

Figura 18 – Relação entre a recorrência das palavras selecionadas em títulos ou palavras-chaves ou abstracts nos casos de implementação BIM



Fonte: Desenvolvido pela autora

4.2 BIM : O Trabalho Colaborativo e o Fluxo de Trabalho

Alguns, ou muitos, membros da organização apresentam resistência à mudança do trabalho individual convencional para o trabalho coletivo, todavia, estes membros também sentem que a participação e o compartilhamento de informações criam um ambiente positivo de trabalho conforme Che Ibrahim et al. (2019).

É uma questão verdadeiramente de educação, treinamento, motivação e compreensão da equipe sobre o processo para chegar na etapa do trabalho colaborativo e do apoio dado pela empresa para essa mudança cultural. Porque, mesmo que em um segundo

plano, as pessoas entendem a transformação positiva no ambiente que esse novo fluxo de trabalho traz.

Che Ibrahim et al. (2019) explicita como as pessoas relutam para compartilhar informações, também, porque acreditam que o outro é desonesto ou não-confiável. Assim, existe uma barreira no momento de compartilhar ideias e conhecimento, o que estraga o fluxo de informações em um projeto e dificulta o desenvolvimento da equipe e da empresa.

Em uma organização, um comportamento de um membro da equipe reflete o do seu superior e o deste do superior dele até chegar à representação dos valores da empresa. A maioria dos trabalhadores se sente encorajado pelo comportamento do chefe. Por exemplo, se o chefe compartilha informações com pessoas em uma posição hierárquica inferior à dele na empresa, isso repassa o exemplo de uma comunicação e confiança na equipe e, assim, a expressa maioria se sentirá influenciada e motivada a reproduzir o mesmo comportamento (Che Ibrahim et al., 2019).

Comunicação, responsabilidade e confiança são os três comportamentos que influenciam o sucesso do compartilhamento de informações, conforme exposto em Che Ibrahim et al. (2019). Esta partilha está diretamente ligada ao sucesso da implementação BIM. Para o bom funcionamento do trabalho colaborativo, é necessário entender que não mais existe o antigo controlador de documentos, em concordância com o artigo de Alazmeh et al. (2018). Nenhum membro detém unicamente uma tal informação, todas informações fazem parte do conhecimento compartilhado entre as equipes para que todos estejam no mesmo nível de ciência

É essencial construir uma relação entre a equipe através de estratégias sociais como a construção da confiança, treinamento e desenvolvimento de habilidades relacionais, consoante as informações dispostas em Che Ibrahim et al. (2019). Para atingir o tão desejado compartilhamento de informações entre as partes, é preciso encontrar a motivação, desenvolver uma cultura colaborativa e estabelecer interações estruturadas.

4.3 BIM: O Trabalho Colaborativo e As Tecnologias

É preciso entender o que cada *software* deve fazer para condizer com o modelo BIM e o formato que ele deve ser capaz de exportar e receber para realizar a conexão entre as

informações. O modelo 3D deve ter significado, o *software* precisa receber as informações que indiquem os diversos itens que compõem o projeto, seus materiais e dimensões e reconhecê-las.

Os *softwares* são canais de comunicação e de colaboração do projeto, porém, além da escolha correta do *software* também é necessário escolher um *hardware* compatível que facilite a modelagem. A escolha do *software* interfere no sucesso, ou insucesso, do ambiente de trabalho proposto pelo BIM (Bellido-Montesinos et al., 2019). É preciso que os programas funcionem bem uns com os outros, ou seja, que exista interoperabilidade entre os *softwares* usados em cada disciplina.

Existe o formato IFC utilizado para exportar o arquivo feito no *software* de modelagem para o *software* de cálculo estrutural, por exemplo. Alazmeh, N et al. (2018), Bellido-Montesinos et al. (2019), Merschbrock et Munkvold (2015) confirmam a utilização do formato IFC para compartilhamento das informações do modelo entre as disciplinas.

Todavia, este formato ainda está em desenvolvimento e pode apresentar falhas, e até perda de informações, durante o processo de transferência entre as disciplinas. Atualmente, conforme apresentado em Bellido-Montesinos et al. (2019), os usuários têm dado preferência ao uso de softwares com o mesmo provedor ou de provedores parceiros buscando garantir a eficácia do compartilhamento de informações entre as disciplinas.

Um grande desafio na implementação BIM é que o custo muito alto dos programas impossibilita o acesso de pequenas e médias empresas aos melhores softwares. Os desenvolvedores dos softwares, por sua vez, desejam que, sobretudo, a classe estudantil teste os programas, apresente um retorno e reconheça erros, possibilitando o aprimoramento dos softwares. Por isso, disponibilizam versões estudante e versões de teste, em muitos casos (Bellido-Montesinos et al., 2019).

Analisando os softwares ligados às edições do desafio BIM estudado por Bellido-Montesinos et al. (2018), foi possível listar os softwares utilizados em cada disciplina e apresentar algumas funções e particulares deles. Mesmo que as preferências, necessidades e possibilidades de aquisição dos softwares varie entre os países e, ainda mais, entre as empresas, a classificação concede um entendimento do que cada software deve apresentar para o bom funcionamento em cada disciplina.

4.3.1. Arquitetura

Os softwares ligados à disciplina de arquitetura, usados nas edições do desafio BIM estudado por Bellido-Montesinos et al. (2018), são: Revit, Aecosim, Allplan, Archicad, Sketchup, Building design, Grasshopper, Dyanamo e Rinocheros. Percebe-se um crescimento na utilização de softwares que fazem uso da parametrização.

É notória a interface com a tecnologia da informação, cada item do projeto deve ter um significado, conter informações, e passar uma mensagem para a equipe que deve estar pronta para recebê-la e interpretá-la utilizando-a para favorecer o sucesso do projeto.

4.3.2. Análise Estrutural

A quantidade de opções utilizadas para a disciplina de análise estrutural, de acordo com Bellido-Montesinos et al. (2018), é muito inferior àquela da arquitetura. Existem 4 utilizados no último desafio: Tricalc, Robot, Cype and Axis VM. *Softwares* com capacidade de executar as simulações e, também, realizar os desenhos da estrutura em um modelo compatível com os programas utilizados para as outras disciplinas, como o Cype, são os mais populares.

4.3.3. Eficiência Energética

Para a disciplina de eficiência energética, seguindo as informações apresentadas por Bellido-Montesinos et al. (2018), os softwares são, normalmente, extensões dos softwares de arquitetura como: REVIT-GBS e ARCHICAD-Eco. Porém, também existe: Vasari, Designbuilder e TCQ.

4.3.4. Estimativa de Quantidades e Custos

Os softwares utilizados em associação com o MS Project vêm caindo em desuso e vão dando lugar aos programas que permitem a realização completa da função. Segundo Bellido-Montesinos et al. (2018), as atualizações dos softwares têm permitido que o usuário trabalhe e resolva tudo diretamente em um único programa, sem a necessidade de integração com programas acessórios. Um software que vem ganhando popularidade é o

Arquimedes, o fato pode ser justificado pela boa comunicação que ele apresenta com o programa estrutural Cype.

4.3.5. Planejamento

Para o planejamento, o software mais popular ao longo dos anos é o Navisworks (Bellido-Montesinos et al., 2018). Todavia, houve uma queda, justificada pela necessidade do uso do MS project para o seu bom funcionamento, no número de usuários deste software. Essa interdependência possibilitou o crescimento do Synchro.

4.3.6. Instalações

No caso de softwares para instalações, Bellido-Montesinos et al. (2018) expõe que o Cype é bastante utilizado. A predileção é justificada pela qualidade do produto, mas, também pela semelhança com o programa estrutural e pela possibilidade de uma interoperabilidade de sucesso entre as demais disciplinas que utilizam Cype (ou programas do mesmo desenvolvedor). Todavia, o REVIT e o DDSCAD também aparecem como opção para solução nesta disciplina.

4.3.7. Coordenação

Os programas para coordenação de projeto mais citados são o Tekla BIM e o Solibri. Contudo, o Navisworks, BCF Manager, BIM Vision e o BIM sync também podem realizar as funções propostas pela disciplina (Bellido-Montesinos et al., 2018).

4.3.8. O Formato IFC

O formato IFC é o utilizado para garantir a interoperabilidade, ou seja, a comunicação entre os diversos programas e, assim, o trabalho colaborativo exigido pelo BIM. Não obstante, ainda existem alguns problemas sérios de comunicação entre os programas de fabricantes diferentes, por exemplo: Revit e Cype (Bellido-Montesinos et al., 2018).

O arquivo é exportado, mas não completamente. O que exige retrabalho e dificulta a colaboração entre as disciplinas; desacelerando o desenvolvimento do BIM nas empresas que se sentem desencorajadas quando pensam no custo de investir em: software, formação, hardwares, desenvolvimento do modelo e não conseguir utilizar a totalidade da proposta BIM.

5 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO COLABORATIVO BIM

Verificado o impacto do trabalho colaborativo no sucesso da implementação BIM e as vertentes deste: as relações interpessoais e a tecnologia, foi possível, por meio do estudo aprofundado dos artigos selecionados, desenvolver um plano de implementação do trabalho colaborativo compatível com o BIM para as empresas. O objetivo do plano é simplificar a metodologia de implementação do trabalho colaborativo.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) disponibiliza uma coletânea BIM composta de 5 (cinco) volumes onde no Volume 2: Implementação BIM encontramos um planejamento da implementação BIM. Todavia, o plano proposto neste trabalho antecede este planejamento de implementação BIM.

Após a análise dos diversos estudos de caso pertencentes à revisão sistemática: Che Ibrahim et al., (2019); Muñoz-La Rivera et al., (2019); Bellido-Montesinos et al., (2019); Alazmeh et al., (2018); Zhang et al., (2017); Merschbrock et al., (2015), foi possível observar a importância da implementação do trabalho colaborativo pré-BIM.

A antecipação da transição entre os modelos de trabalho dentro da empresa facilita a entrada do BIM. Como Che Ibrahim et al. (2019) expõe, muitos problemas surgem pela ausência da iniciativa de realizar a mudança cultural antes de implementar o BIM. Desta forma, o trabalho objetiva facilitar essa transição auxiliando na efetivação da cultura do compartilhamento antes de começar a trabalhar, efetivamente, com o BIM.

5.1 Etapas de Implementação do Trabalho Colaborativo na Metodologia BIM

A implementação do trabalho colaborativo deve seguir uma metodologia dividida em 6 etapas:

1. Definição do Objetivo da Implementação

Os membros devem começar a pensar na totalidade da empresa: nas possibilidades, limitações e pretensões da organização. Entender o porquê, os prazos e benefícios conforme os pontos expostos a seguir:

- Por que a empresa decidiu migrar para este método de trabalho?
- Em quanto tempo gostaria de implementá-lo?
- Quais os benefícios da nova metodologia para a empresa?

É preciso deixar a equipe ciente da importância, vantagens, sistemas, possibilidades e benefícios da migração de sistema. A equipe deve entender o que está sendo perdido ao longo do processo convencional: os contras de continuar fazendo "como sempre se fez". Além disso, é necessário ser honesto sobre as limitações, desafios e prazos.

Para poder compartilhar essas informações com todas as equipes, a empresa tem que ter estudado, pensado e definido estas questões, passando segurança e confiabilidade aos membros da organização. As empresas que têm sucesso no trabalho colaborativo são aquelas que explicam para os seus funcionários o significado e importância dessa mudança para o desenvolvimento da empresa.

2. Revisão e Análise Detalhada da Situação Atual da Organização

A fase de análise da empresa é muito importante, sobretudo, porque a necessidade de mudanças não implica em uma não conformidade em todos os processos e metodologias. Se assim fosse, a empresa não estaria funcionando no mercado.

Os itens que devem, sistematicamente, ser avaliados para a compreensão da empresa e definição de protocolo de implementação são: estrutura organizacional atual, processos, práticas, infraestrutura tecnológica e nível de conhecimento BIM, conforme expresso abaixo:

- Identificar o fluxo das informações dentro da empresa. Existe um detentor de todas as informações? Há uma plataforma para o compartilhamento? Existe uma hierarquia na comunicação?
- Qual o nível de entendimento sobre BIM e trabalho colaborativo? Fazer uma avaliação da empresa em sua totalidade e de cada equipe individualmente.
- Identificar os *softwares* utilizados na empresa. Os *softwares* são compatíveis com o modelo BIM?
- A equipe conhece o formato IFC?
- Avaliar *hardwares* da empresa. As máquinas suportam as demandas dos *softwares* compatíveis com o modelo BIM?

3. Desenvolvimento de Estratégia de Implementação baseada nos resultados dos itens 1 e 2. Para facilitar o estabelecimento da estratégia, foi desenvolvido um checklist, exposto no anexo A deste trabalho, que apresenta os cenários A e B, para as diversas questões levantadas no item 2 deste plano, com sugestões de recursos para solucioná-las.
4. Criação de um protocolo Padrão que explique o funcionamento da empresa para que qualquer novo funcionário, independente do momento de sua contratação, possa compreender o funcionamento ou possa ser treinado de acordo com os padrões da organização.

Um ambiente colaborativo de trabalho necessita de controle e exige um modelo de estruturas, regras e práticas a ser utilizado pela empresa. O protocolo padrão deve conter:

- Diretrizes e regras para o trabalho baseado no modelo BIM;
 - Funções e responsabilidades de cada membro e de cada área;
 - Explicação dos softwares utilizados, plataformas de compartilhamento e formato dos documentos entregues ao cliente;
 - Modelo de compartilhamento entre as disciplinas.
5. Definição de um projeto piloto para colocar em prática todas as mudanças, processos e regras estabelecidos ao longo dos itens passados. A criação de um projeto piloto traz confiança e desperta uma atitude positiva na equipe no momento de implantação do novo modelo colaborativo de trabalho, como exemplificado em Merschbrock et al. (2014).
 6. Ao final do projeto piloto, é preciso revisar o projeto. Deve ser feita uma avaliação do que foi realizado: conquistas, dificuldades, itens a melhorar, áreas que tiveram destaque. Pós-avaliação, implementa-se novos treinamentos que busquem corrigir os defeitos do projeto piloto. Este item deve se repetir em todos os projetos até que o modelo de trabalho esteja consolidado na empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho colaborativo impacta a implementação BIM. Inclusive, a implementação deste modelo de trabalho, que rompe com as convenções estabelecidas sobre os métodos de trabalho na construção, é uma etapa da implementação BIM. O sucesso de uma está atrelado ao êxito da outra; de forma que, sem uma estrutura que trabalhe de maneira colaborativa, o BIM não pode ser usado de maneira completa: colocando em prática todas as funcionalidades do modelo colaborativo.

Apesar do trabalho colaborativo está relacionado à todo o processo BIM, e fazer parte da sua definição, é na implementação BIM que os laços se estreitam e as práticas colaborativas se fazem vitais – conforme demonstrado nas análises numéricas deste trabalho.

Identifica-se, ainda, as duas vertentes do trabalho colaborativo para o BIM: as relações interpessoais e a tecnologia. Através de uma análise aprofundada, foram demonstrados critérios básicos para desenvolvimento das habilidades interpessoais, como: comunicação e confiança. É nítida a importância do treinamento para auxiliar a equipe nesse processo de mudança.

Quanto às questões tecnológicas, destacou-se a importância de uma plataforma colaborativa para compartilhamento de informações e, ademais, a escolha do *software* correto que permite a realização das funcionalidades BIM através da interoperabilidade. O formato de arquivo utilizado para essa troca de informações entre as disciplinas é, incontestavelmente, o IFC. Todavia, é preciso reforçar que o formato ainda está em desenvolvimento e apresenta falhas no momento de exportação. Para contornar a situação, uma das estratégias utilizadas é a escolha de programas, para as diversas disciplinas, com os mesmos desenvolvedores.

Finalizando as análises e estudos sobre o tema, tem-se um plano de implementação do trabalho colaborativo BIM que facilita e simplifica a execução das seis etapas que proporcionam a instauração do trabalho colaborativo nos moldes BIM em uma empresa. Contribuindo com o plano, há o arquivo de desenvolvimento de estratégia implementação

que ajuda a identificar a situação atual da empresa quanto à implementação do trabalho colaborativo e elucidar maneiras de resolver as situações não-conformes apresentadas.

6.1 Sugestão Para Trabalhos Futuros

- Estudar a do impacto do trabalho colaborativo na implementação BIM e o tamanho da empresa. Seria mais fácil realizar esta mudança em empresa pequenas ou grandes?
- Elaborar um estudo de caso baseado na aplicação do plano de implementação do trabalho colaborativo em uma empresa real e avaliar o seu desempenho e utilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SAEPRO. **O conceito BIM (Building Information Model)**. Disponível em <<https://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/>>. Acesso em: 13/07/2019.

SAEPRO. **Breve histórico do BIM**. Disponível em <<https://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/>>. Acesso em: 13/07/2019.

BIM LEVEL 2. **About BIM level 2**. Disponível em <<https://bim-level2.org/en/about/>>. Acesso em: 10/07/2019.

IPSENSE. **Tag Cloud: conheça 6 ferramentas para conseguir otimizá-la**. Disponível em <<https://www.ipsense.com.br/blog/tag-cloud-conheca-6-ferramentas-para-conseguir-otimiza-la/>>. Acesso em: 31/07/2019.

Succar, B., **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, 2009.

Charef, R., Alaka, H., Emmitt, S., **Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views**, Journal of Building Engineering, 2018.

Souza, M. T., da Silva, M. D., de Carvalho, R., **Revisão integrativa: o que é e como fazer**, Einstein, 2010.

Alazmeh, N., Underwood, J., Coates, P., **Implementing a bim collaborative workflow in the UK construction Market**, International Journal of Sustainable Development and Planning, 2018.

Lu, Q., Wong, Y. H., **A BIM-based approach to automate the design and coordination process of mechanical, electrical, and plumbing systems**, HKIE Transactions, 2019.

Merschbrock, C., Munkvold, B. E., **Effective digital collaboration in the construction industry - A case study of BIM deployment in a hospital construction Project**, Computers in Industry, 2015

Bellido-Montesinos, P., Lozano-Galant, F., Castilla, F. J., Lozano-Galant, J. A., **Experiences learned from an international BIM contest: Software use and information workflow analysis to be published in: Journal of Building Engineering**, Journal of Building Engineering, 2019

Muñoz-La Rivera, F., Vielma, J. C., Herrera, R. F., Carvallo, J., **Methodology for Building Information Modeling (BIM) Implementation in Structural Engineering Companies (SECs)**, Advances in Civil Engineering, 2019.

Che I., Che K. I., Mohamad S., Norsabrina A., Belayutham, S., Mahamadu, A., **Exploring behavioural factors for information sharing in BIM projects in the Malaysian construction industry**, Built Environment Project and Asset Management, 2019.

Zaneldin, E., Hegazy, T., Grierson, D., **Improving Design Coordination for Building Projects. II: A Collaborative System**, Improving Design Coordination for Building Projects. II: A Collaborative System, 2002.

Zhang, S., Pan, F., Wang, C., Sun, Y., Wang, H., **BIM-Based Collaboration Platform for the Management of EPC Projects in Hydropower Engineering**, Journal of Construction Engineering and Management, 2017.

Chen, H. M., Hou, C. C., **Asynchronous online collaboration in BIM generation using hybrid client-server and P2P network**, Automation in Construction, 2014.

ANEXO A

CHECKLIST PARA IMPLEMENTAÇÃO DE TRABALHO COLABORATIVO	
DEFINIR HORIZONTE DE IMPLEMENTAÇÃO	
DEFINIR OBJETIVOS	
INSTRUÇÕES PARA USO DO CHECKLIST: 1. PASSE POR CADA SEÇÃO COM CALMA E ATENÇÃO/ 2. DEFINA ENTRE AS COLUNAS "A" E "B" DE CADA SEÇÃO QUAL SE ENCAIXA MELHOR NA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA; 3. SIGA AS INSTRUÇÕES DA COLUNA CORRESPONDENTE ATÉ CHEGAR AO PRÓXIMO ITEM;	
FLUXO DE INFORMAÇÃO	
A	B
Todas as equipes conhecem e entendem a responsabilidade de cada área e compartilham informações diretas das demais disciplinas e/ou cliente e/ou obra.	Apenas os chefes de cada disciplina compartilham informações diretas das demais disciplinas e/ou cliente e/ou obra.
	Reuniões de Apresentação com as equipes para que todos os membros entendam e saibam quem procurar quando precisarem compartilhar ou requisitar uma informação.
	Treinamento da equipe sobre o novo fluxo de informações. Como funciona? O que muda? Quais os benefícios para a empresa?
	Mudança no fluxo de informações.
DETENTOR DE INFORMAÇÕES	
A	B
Uso de plataforma colaborativa para compartilhamento de informações.	Existe um responsável pelo recebimento/encaminhamento de todos os projetos, informações da obra e do cliente.
	Estudo de viabilidade para decidir melhor plataforma colaborativa a ser implementada. Avaliar estrutura e objetivos da empresa.
	Treinamento da equipe para uso da plataforma colaborativa. Por que usar? O que oferece? Como usar? Quais os benefícios para a empresa?
	Implementação de plataforma colaborativa. Livre Acesso às Informações.
HIERARQUIA NA COMUNICAÇÃO	
A	B
Oportunidade de compartilhar ideias, sugestões e informações igual em todos os cargos.	Oportunidade de compartilhar ideias, sugestões e informações diferente de acordo com o cargo.
	Treinamento da Equipe sobre a importância da opinião de todos os membros. Por que opinar? Quando dar ideias?
	Fim da Hierarquia da comunicação. Todos tem as mesmas oportunidades de compartilhar ideias, sugestões e informações independente do seu cargo.
NÍVEL DE ENTENDIMENTO DO IMPACTO DO TRABALHO COLABORATIVO NA IMPLEMENTAÇÃO BIM	
A	B
Entende, mas nunca trabalhou.	Não entende a relação.
Treinamento sobre como se trabalhar de maneira colaborativa.	Fomação sobre o impacto do trabalho colaborativo no BIM.
Implementação da Metodologia Colaborativa.	Treinamento sobre como se trabalhar de maneira colaborativa.
	Implementação da Metodologia Colaborativa.
NÍVEL DE MATURIDADE BIM	
A	B
Conhece, mas nunca trabalhou	Não conhece
Treinamento sobre como se trabalhar em BIM: Softwares compatíveis? Formato de Entrega de Documentos?	Fomação sobre BIM: o que é? Como funciona na empresa? Por que usar? Quais os benefícios? O que muda?
Implementação do modelo BIM.	Treinamento sobre como se trabalhar em BIM: Softwares compatíveis? Formato de Entrega de Documentos?
	Implementação do modelo BIM.
SOFTWARES	
A	B
Todos os Softwares são compatíveis com o modelo BIM.	Um ou mais software não são compatíveis com o modelo BIM
	Estudo de viabilidade para determinar o(s) melhor(es) softwares à implementar. Avaliar estrutura e objetivos da empresa.
	Instalação dos Softwares BIM.
FORMATO IFC	
A	B
Conhece, mas nunca trabalhou	Não conhece
Treinamento sobre como trabalhar com o formato IFC: Softwares compatíveis? O que o arquivo representa? O que o fazer com o arquivo?	Treinamento sobre IFC: O que é? Como funciona? O que muda? Quais os benefícios?
Implementação do formato IFC.	Treinamento sobre como trabalhar com o formato IFC: Softwares compatíveis? O que o arquivo representa? O que o fazer com o arquivo?
	Implementação do formato IFC.
HARDWARES	
A	B
Todos os Hardwares são compatíveis com os Softwares BIM.	Um ou mais Hardwares não são compatíveis com os Softwares BIM.
	Estudo de viabilidade para determinar o(s) melhor(es) hardwares à implementar. Avaliar estrutura e objetivos da empresa.
	Instalação dos Hardwares BIM.