



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**WESLEY EUNATHAN FERNANDES LIMA**

**PROPOSIÇÃO DE UM CENÁRIO EDUCACIONAL PARA ENSINO DO BIM NUMA  
PERSPECTIVA DE ENSINO HÍBRIDO**

**NATAL/RN**

**2020**

WESLEY EUNATHAN FERNANDES LIMA

PROPOSIÇÃO DE UM CENÁRIO EDUCACIONAL PARA ENSINO DO BIM NUMA  
PERSPECTIVA DE ENSINO HÍBRIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – ênfase em Processos Construtivos.

Orientador: Prof. Dr. Reymard Sávio Sampaio de Melo.

NATAL/RN

2020

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Lima, Wesley Eunathan Fernandes.

Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido / Wesley Eunathan Fernandes Lima. - 2020.

158 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Natal, RN, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Reymard Sávio Sampaio de Melo.

1. Ensino do BIM - Dissertação. 2. Ensino híbrido - Dissertação. 3. Engenharia civil - Dissertação. I. Melo, Reymard Sávio Sampaio de. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 624:37

WESLLEY EUNATHAN FERNANDES LIMA

PROPOSIÇÃO DE UM CENÁRIO EDUCACIONAL PARA ENSINO DO BIM NUMA  
PERSPECTIVA DE ENSINO HÍBRIDO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Reymard Sávio Sampaio de Melo – Orientador (UFRN)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Josyanne Pinto Giesta – Examinador Interno (UFRN)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Regina Mizrahy Cuperschmid – Examinador Externo (UNICAMP)

**Natal, 10 de junho de 2020.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que em sua infinita misericórdia e cuidado permitiu que eu chegasse até aqui.

À minha família, pelo apoio incondicional e cuidado em todos os momentos da minha vida. Em especial à minha mãe, minha maior inspiração, que apesar das dificuldades sempre esteve ao meu lado, dando-me o apoio necessário.

Aos meus amigos, pelo incentivo em todos os momentos desse mestrado, em especial à minha amiga Luane Assunção, cuja amizade iniciada no mestrado estendeu-se para além desse. Agradeço por todo o apoio durante essa caminhada.

Aos estudantes, monitores e professores das disciplinas onde a pesquisa foi desenvolvida, agradeço pela abertura e confiança em mim depositada. Estendo o agradecimento aos docentes que participaram da avaliação desse cenário educacional.

Ao meu professor e orientador Reymard Sávio, por me aceitar como orientando e trabalhar com esse tema de pesquisa. Agradeço por todo o tempo dedicado na minha formação enquanto docente e pesquisador, pela disponibilidade, apoio e dedicação ao longo de todo o processo.

À banca examinadora, pelas contribuições ao trabalho. A todos que fazem parte do programa de pós-graduação em Engenharia civil (PEC- UFRN), em especial aos docentes que contribuíram para o meu aprendizado ao longo das disciplinas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado que viabilizou a realização dessa pesquisa.

Por fim, gostaria de agradecer aos leitores deste trabalho, pelo interesse e tempo dedicado. Aos professores, desejo que esse cenário educacional possa inspirá-los na construção de aulas pautadas em metodologias de aprendizagem ativa e desse modo contribua para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais centrado nos estudantes.

Aquilo que escuto eu esqueço, aquilo que vejo eu lembro, aquilo que  
faço eu aprendo.

Confúcio

## RESUMO

Dada a demanda por profissionais com competências em Modelagem da Informação da Construção (BIM), o ensino desse paradigma nos cursos de graduação em engenharia civil, deixa de ser uma opção e torna-se uma necessidade. Além disso, a inserção de metodologias de aprendizagem ativa torna-se importante tendo em vista a obrigatoriedade de sua inserção conforme preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. O objetivo deste trabalho é propor um cenário educacional para ensino do BIM sob a perspectiva do ensino híbrido. Para isso, foi utilizado como método de pesquisa a *Design Science Research*, através da experiência prática em duas disciplinas do curso de engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) onde foi inserido o ensino de BIM através de duas modalidades do ensino híbrido: rotação por estações e sala de aula invertida. Nesse sentido, foram desenvolvidas três versões do cenário educacional, em cada uma dessas versões houve um refinamento em relação à versão anterior. O desenvolvimento desse cenário educacional contribui para o ensino do BIM e do ensino híbrido nos cursos ligados à Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e contribuiu para o fortalecimento do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes através de uma metodologia de aprendizagem ativa.

Palavras-chave: Ensino do BIM. Ensino Híbrido. Engenharia Civil.

## **ABSTRACT**

Given the demand for professionals with Building Information Modelling (BIM) competences, the teaching of this paradigm in Civil Engineering undergraduate courses is no longer an option and becomes a necessity. Besides, the insertion of active learning methodologies becomes essential, given the mandatory insertion recommended by the National Curriculum Guidelines for the Undergraduate Engineering programs. This research aims to propose an educational scenario for BIM teaching from the perspective of blended learning. Design Science Research was adopted as a research method, through practical experience in two courses of the Civil Engineering program of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), where BIM teaching was inserted through two modalities of blended learning: station rotation and the flipped classroom. In this sense, three versions of the educational scenario were developed; there was a refinement in each of these versions concerning the previous version. The development of this educational scenario contributed to the BIM teaching and blended learning courses linked to Architecture, Engineering, and Construction (AEC) and contributed to strengthening the teaching-learning process of students through active learning.

**Keywords:** BIM Teaching. Blended Learning. Civil Engineering.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Síntese dos passos por etapa .....	23
Figura 2 - Amostra de trabalhos .....	25
Figura 3 - Distribuição dos artigos ao longo do tempo .....	27
Figura 4 - Publicações por país.....	27
Figura 5 - Filiação dos autores .....	28
Figura 6 - Modelos de ensino híbrido.....	51
Figura 7 - Modelo de rotação por estações.....	52
Figura 8 - O modelo de sala de aula invertida.....	53
Figura 9 - O modelo laboratório rotacional .....	54
Figura 10 - O modelo de rotação individual.....	55
Figura 11 - Delineamento da pesquisa .....	58
Figura 12 - Resposta dos professores à pergunta “O que é BIM para você?” .....	62
Figura 13 - Resposta dos professores à pergunta “Qual nota você atribuiria ao seu conhecimento sobre BIM numa escala de 0 a 10?” .....	63
Figura 14 - Resposta dos professores à pergunta “Quais barreiras você entende que existem para a implantação do ensino de BIM no curso de engenharia civil da UFRN?” .....	63
Figura 15 - Disciplinas cuja categorização foi respondida pelos respectivos docentes .....	64
Figura 16 - Análise da matriz curricular do curso de engenharia civil e as interfaces com o ensino de BIM .....	65
Figura 17 - Componentes curriculares que apresentaram interface com o BIM.....	66
Figura 18 - Versões do Cenário Educacional .....	68
Figura 19 - Você prefere qual tipo de atividade? .....	72
Figura 20 - Nas atividades realizadas em grupo, você prefere que os componentes sejam escolhidos por você ou pelo professor? .....	73
Figura 21 - Qual tipo de escola você concluiu o seu ensino médio?.....	73
Figura 22 - Questionário 04: O que é BIM para você? .....	74
Figura 23 - Disposições da sala de aula.....	76
Figura 24 - Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? .....	76
Figura 25 - De que maneira você acredita aprender melhor durante as aulas? .....	77
Figura 26 - Atividades online - Sala de aula invertida .....	78
Figura 27 - Primeira versão do Cenário Educacional.....	80
Figura 28 - Uso do <i>Kahoot</i> no início da aula.....	81

Figura 29 - Roteiro da Rotação por Estações .....	83
Figura 30 - Qual das estações te fez compreender melhor o que foi estudado fora da sala de aula?.....	85
Figura 31 - O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje? .....	86
Figura 32 - 2º versão do Cenário Educacional .....	90
Figura 33 - Roteiro da Rotação por Estações .....	91
Figura 34 - Cenário das videoaulas .....	94
Figura 35 - Avaliação final do Cenário educacional .....	97
Figura 41 - Versão final do Cenário Educacional .....	100
Figura 36 -Em qual ano do curso você está?.....	101
Figura 37 - Qual a sua experiência em BIM?.....	102
Figura 38 - Onde foi o seu primeiro contato com BIM? .....	102
Figura 39 - Algum professor já utilizou alguma metodologia de aprendizagem ativa nas suas aulas, durante o curso de Engenharia Civil?.....	103
Figura 40 - Qual das metodologias de ensino ativo abaixo você já utilizou? .....	103
Figura 42 - Roteiro da Rotação por Estações .....	105
Figura 43 - Qual das estações te fez compreender melhor o que foi estudado fora da sala de aula?.....	106
Figura 44 – O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje? .....	106

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Teses e dissertações relacionadas ao ensino do BIM no Brasil .....	20
Quadro 2 - Estratégia de pesquisa .....	24
Quadro 3 - Publicações por autor .....	29
Quadro 4 – Publicações por periódico.....	30
Quadro 5 - Descrição das categorias .....	33
Quadro 6 - Evolução das publicações ao longo do tempo.....	34
Quadro 7 - Tipos de artefato.....	57
Quadro 8 - Descrição dos questionários desenvolvidos .....	71
Quadro 9 - Questionário 05: O que você espera da inserção do BIM na disciplina de Gestão da Construção? .....	75
Quadro 10 - Quais os pontos positivos e de melhoria relacionadas a rotação por estações? ..	87
Quadro 11 - Descrição dos 10 participantes considerados no grupo focal.....	96
Quadro 12 - Quais os pontos positivos e de melhoria relacionadas a rotação por estações? .	108

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.3 OBJETIVOS DE PESQUISA .....	19
1.3.1 Objetivo geral .....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
<b>2 PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO ENSINO DO BIM</b> .....	<b>20</b>
2.1 ENSINO DO BIM.....	20
2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE EDUCAÇÃO BIM .....	23
2.2.1 Planejamento .....	24
2.2.2 Condução da RSL .....	25
2.2.3 Análise bibliométrica dos trabalhos .....	26
2.2.4 Análise do Conteúdo dos artigos.....	32
<b>3 METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA</b> .....	<b>49</b>
3.1 METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA E ENSINO DO BIM.....	49
3.2 ENSINO HÍBRIDO.....	50
<b>4 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>56</b>
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA .....	56
4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	58
4.2.1 Conscientização do problema .....	58
4.2.2 Sugestão .....	59
4.2.3 Desenvolvimento do artefato .....	59
4.2.4 Avaliação.....	60
4.2.5 Conclusão .....	61
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>62</b>
5.1 CONSCIENTIZAÇÃO .....	62
5.1.1 Interfaces entre o curso de engenharia civil da UFRN e BIM: uma análise da matriz curricular .....	62
5.2 SUGESTÃO DO ARTEFATO .....	67
5.3 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO .....	69
5.3.1 Primeira versão do Cenário Educacional .....	69
5.3.2 Elaboração dos questionários .....	70

5.3.3 Atividades online e presenciais .....	77
5.3.4 Resultados dos questionários 03 .....	85
5.3.5 Segunda versão do Cenário Educacional .....	89
5.4 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO.....	95
5.5 VERSÃO FINAL DO CENÁRIO EDUCACIONAL.....	98
5.5.2 Ensino online- Sala de aula invertida .....	103
5.5.3 Ensino presencial- Rotação por Estações.....	104
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES.....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTES DO GRUPO FOCAL.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE E – FICHA DE PERFIL DO PARTICIPANTE DO GRUPO FOCAL ....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CENÁRIO EDUCACIONAL.....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE G – ROTEIRO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES .....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO DA TURMA COM RELAÇÃO AO BIM E METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: FUNDAMENTOS DO BIM.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: BIM PARA ORÇAMENTAÇÃO E PLANEJAMENTO.....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA: VIDEO AULAS DE FERRAMENTAS BIM.....</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICE M – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO DE ESTUDANTES DE DESENHO DE PROJETOS ASSISTIDO POR COMPUTADOR .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE N – DIAGNÓSTICO COM RELAÇÃO AO BIM E METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA TURMA DE DESENHO DE PROJETOS ASSISTIDO POR COMPUTADOR. ....</b>	<b>152</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização da pesquisa

A construção civil apresenta diversos problemas estruturais pela forma com a qual se organiza e mesmo pela complexidade do produto resultante da sua atuação. Diversos são os esforços para minimizar os desperdícios envolvidos e maximizar a melhoria contínua dos seus processos. Nesse aspecto, a modelagem da informação da construção, também conhecida pelo acrônimo *Building Information Modelling* (BIM) surge como um verdadeiro catalisador nesse processo de mudança estrutural.

O BIM força a organização, o ajuste, e sequenciamento dos passos que formam o processo da concepção de uma obra de construção civil, levando em consideração todo o ciclo de vida da edificação. Isso acaba fomentando a formação de um ambiente extremamente organizado e colaborativo, onde as informações, além de modeladas, ficam arquivadas de maneira organizada e de fácil acesso. Desse modo, Siqueira (2017) afirma que o BIM pode contribuir para solucionar a fragmentação das informações, responsável pelo desencadeamento de problemas como falta de compatibilidade entre os projetos de arquitetura e engenharia, perda de documentos e baixa produtividade.

Segundo Penttilä (2006), o BIM pode ser entendido como uma metodologia que permite o gerenciamento do projeto, construção ou empreendimento, ao passo que permite a criação de um modelo digital em todo o ciclo de vida da edificação. De acordo com Succar (2009), o BIM está baseado em um conjunto de políticas, processos e tecnologias. No manual de BIM, Eastman et al (2014) afirmam que a tecnologia BIM, proporciona a criação de um modelo virtual preciso da edificação na forma digital. Esse modelo, quando completo, contém a geometria exata e os dados relevantes necessários para dar suporte à construção, fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para construção da edificação.

Apesar do BIM ser um caminho sem volta e com crescente expansão e utilização (SUCCAR, 2009), sua utilização encontra-se de maneira difusa na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Ademais, a falta de profissionais com habilidades BIM foi relatada por Sacks e Barak (2010) como uma limitação e restrição ao uso do BIM pela indústria da construção civil. Ainda segundo esses autores, sem a introdução do BIM nos currículos de graduação em engenharia civil, esses profissionais não terão as habilidades necessárias para atender a uma indústria da construção na qual modelos tridimensionais são o principal meio de expressão e comunicação da intenção do projeto e a base para a análise de engenharia.

A partir de 2003 o ensino do BIM passa a ser inserido internacionalmente, de forma mais abrangente, nos cursos relacionados à Indústria da Arquitetura e Construção (BARISON E SANTOS,2011). No Brasil, segundo Ruschel et al. (2013) as experiências se deram em momentos distintos entre 2006 e 2011.

No tocante às estratégias para inserção do BIM nos cursos de graduação, duas são as mais comumente utilizadas: **adoção pontual** em uma ou duas disciplinas e a **adoção integrada** em diversos componentes curriculares (BARISON E SANTOS, 2011, CHECCUCCI;2014,). Sendo essa última, de acordo com Checcucci (2014), mais abrangente e propícia para uma formação mais consistente, já que o tema pode ser trabalhado com diferentes professores, abordando um maior número de questões que envolvem o paradigma BIM, em diversos momentos da formação do estudante.

## 1.2 Justificativa

No Brasil, o poder público assume parte da responsabilidade de disseminar o BIM pelo país. Através do Decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018, que institui a estratégia nacional de disseminação da modelagem da informação da construção, demonstrando o interesse do poder público no tocante à utilização e à aplicação do BIM, no prazo de 10 anos, nas obras públicas. Nesse contexto, foi criado o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling – CE-BIM para formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e as iniciativas do setor público e do setor privado, impulsionando a utilização do BIM no país.

Essa estratégia encontra-se endossada em: finalidades, objetivos, ações, indicadores e metas. No tocante ao objetivo IV, este visa “estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura” (BRASIL, 2018). Ainda nessa perspectiva, Lockley (2011), Ruschel, Andrade, e Morais (2013) e Suwal et al. (2014) destacam que as universidades têm um papel fundamental na mudança de paradigma pela qual a próxima geração de profissionais passará a entender o BIM como um processo que sustenta o trabalho em colaboração e como estratégia fundamental para o desenvolvimento tecnológico do setor da AEC.

Nesse contexto, onde o ensino do BIM se torna necessário, surge uma outra demanda aos cursos de Engenharia civil, com a Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia). Dentre as mudanças propostas nessa resolução encontra-se a inserção de

**metodologias de aprendizagem ativa**, como indicado no parágrafo sexto: ”§ 6º Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (BRASIL, 2019b). Para atendimento dessa e das outras diretrizes os cursos em exercício possuem um prazo de 3 (três) anos para implementação.

Somado aos dois pontos destacados acima, encontra-se o cenário da educação no Brasil, em 2020, o qual em razão da pandemia do COVID-19 tem se limitado ao ensino remoto emergencial. O que aponta para a seguinte pergunta: como se dará os processos de ensino e aprendizagem nos cursos ligados a AEC no período pós- pandemia? O modelo de ensino tradicional vai persistir? Apesar de ainda não existir uma resposta para essas perguntas, esse trabalho se coloca como uma alternativa ao modelo tradicional de ensinar e aprender BIM, ao passo que propõe um cenário educacional centrado no ensino híbrido.

Com relação ao cenário internacional, a pesquisa relacionada ao ensino do BIM ainda é incipiente, como demonstrado por Santos et al. (2017). Esses autores, através de uma revisão de literatura sobre BIM, encontraram apenas três trabalhos, dos 381 artigos internacionais, relacionados ao ensino do BIM. Sendo essa, uma lacuna de pesquisa apontada pelos autores e com necessidade de investigação.

Ainda no contexto internacional, Peterson et al (2011) apresentaram experiências e lições aprendidas durante a introdução do BIM em cursos relacionados à gestão da construção. Os autores apontaram que a introdução de ferramentas de gerenciamento de projetos baseadas em BIM permitiu o desenvolvimento mais realista de projetos. Esses autores destacam a falta de avaliação dessa experiência, pelos estudantes, como uma limitação do trabalho. Ademais, eles sugerem que, nas próximas pesquisas, leve-se em consideração a opinião dos estudantes como fator importante para implementação do BIM.

Em âmbito nacional, poucas teses, dissertações e artigos publicados em periódicos trazem o relato de experiências de inserção do BIM em ambientes de ensino-aprendizagem. Nesse viés, Mattana (2017) investigou a contribuição do BIM na extração de quantidades para orçamentação, na disciplina Tecnologia das edificações IV, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), destacando-se como “o primeiro trabalho brasileiro a abranger a introdução de BIM com uso de ferramentas 3D e 5D no plano de ensino dessas disciplinas de gestão de custos, com aplicações em ambiente de ensino” (MATTANA, 2017, p 201).

Nessa conjuntura, poucas pesquisas consideram o uso de metodologias de aprendizagem ativa na inserção do ensino do BIM. Alguns trabalhos como os desenvolvidos por Checcucci (2014), Godoy (2014) e Siqueira (2017) utilizam o *Problem Based Learning*

(PBL) como metodologia de aprendizagem ativa, através de investigação teórica e/ou na percepção de professores e estudantes quanto à viabilidade de sua inserção nos currículos. Esses estudos demonstram um significativo avanço nessa discussão e apontam a necessidade de incentivo a trabalhos que relatem experiências de ensino-aprendizagem utilizando dessas metodologias de aprendizagem ativa no contexto de inserção do BIM.

De acordo com Checcucci (2014), o BIM envolve questões que perpassam diferentes áreas de conhecimento, demandando o desenvolvimento de novas metodologias e técnicas de ensino-aprendizagem para serem integradas aos processos formativos dos profissionais da construção civil. A autora acrescenta que os “[...] métodos de ensino-aprendizagem que trabalham com foco maior nos estudantes e permitem que eles tenham uma participação mais ativa na sua formação são mais adequados para tratar de BIM” (CHECCUCCI, 2014).

As metodologias de aprendizagem ativa levam em consideração que os estudantes aprendem de maneira diferenciada, em ritmos e formas de assimilar os conteúdos trabalhados nas aulas (CHRISTENSEN, HORN e STAKER; 2013, BACICH, TANZI NETO e TREVISANI; 2015).

Dentre as pesquisas que relatam experiências de inserção do BIM fazendo uso das metodologias de aprendizagem ativa, Cuperschmid e Castriotto (2018) relataram a experiência de ensino na disciplina, “AU191 - Teoria e Projeto: Ateliê Vertical 1”, ministrada no segundo ano do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Essa experiência utilizou a sala de aula invertida, um dos modelos de ensino híbrido, como metodologia de aprendizagem ativa, através da qual foram ensinadas aos estudantes, de forma online, algumas ferramentas BIM, deixando para os encontros presenciais as discussões teóricas e esclarecimento de dúvidas técnicas. Apesar da contribuição deste trabalho, não foi relatada uma avaliação da experiência pelos estudantes.

Nas pesquisas supracitadas, que relacionam o ensino do BIM utilizando metodologias de aprendizagem ativa, o ensino híbrido ainda é pouco explorado. Para Bacich (2016), o ensino híbrido é uma das metodologias de aprendizagem ativa que fomentam a personalização e torna o aluno protagonista do seu processo de aprendizagem, sendo desse modo uma alternativa ao modelo tradicional de ensino. Existem quatro modelos de ensino híbrido: sala de aula invertida, rotação por estações, rotação laboratorial e rotação individual. Nessa pesquisa foram explorados os dois primeiros modelos.

Com relação à sala de aula invertida, Bacich (2016) aponta a possibilidade do aluno estudar o conteúdo, disposto em um ambiente virtual de aprendizagem, antes do encontro presencial como uma das vantagens desse modelo. Tal procedimento favorece o

aprofundamento das discussões e esclarecimento de pontos em aberto sobre o que foi estudado previamente aos encontros presenciais, permitindo que os estudantes desenvolvam senso de atuação e propriedade no próprio progresso, tornando-os capazes de conduzirem a própria aprendizagem em um ritmo individual (OSMUNDO, 2017). Relacionado ao ensino do BIM, essa modalidade pode contribuir para o ensino online das ferramentas BIM, como realizado por Cuperschmid e Castriotto (2018). Desse modo a carga horária presencial dedicada ao ensino dessas ferramentas passa a ser utilizada para discussão da teoria relacionada ao paradigma BIM.

Com relação à rotação por estações, não foram encontrados estudos relacionados ao ensino de BIM que utilizassem esse modelo de ensino híbrido. Nesse modelo, os estudantes passam por estações com atividades e tempo de duração bem definidas sobre determinada temática. Esse é um dos modelos de ensino híbrido mais favorável à personalização do aprendizado, uma vez que oferece aos estudantes diferentes maneiras de aprender um mesmo conteúdo.

A integração dessas duas modalidades de ensino híbrido abre a possibilidade de complementação uma da outra, uma vez que a utilização da sala de aula invertida proporciona aos estudantes uma aproximação prévia com os conteúdos que serão trabalhados em sala de aula, permitindo que a prática da rotação por estações seja mais efetiva. No sentido inverso a percepção das formas com as quais os estudantes mais aprendem pode direcionar o formato (vídeos, artigos, livros etc.) dos conteúdos e atividades a serem desenvolvidas fora do ambiente presencial da sala de aula.

Para inserção dessas metodologias de aprendizagem ativa faz-se necessário o planejamento de um cenário educacional. Este pode ser compreendido como ambientes pensados para levar os estudantes a desenvolverem uma atividade propícia para que determinado objetivo pedagógico seja alcançado (TCHOUNIKINE, 2011). No tocante ao ensino do BIM, trabalhos que relatam experiências sob a perspectiva de um cenário educacional possibilitam a reprodutibilidade em contextos semelhantes e ajuste para aplicação em contextos distintos.

Apesar de sua importância, a proposição de um cenário educacional para o ensino do BIM não tem sido alvo de pesquisas relacionadas a esse tema, principalmente quando construído sob a perspectiva do ensino híbrido e quando se leva em consideração a avaliação dos estudantes nessa construção.

Nesse sentido, esse trabalho se justifica tanto do ponto de vista teórico quanto pelo prático. Do ponto de vista teórico procura preencher uma lacuna de pesquisa referente à

escassez de trabalhos que fazem a proposição de um cenário educacional para o ensino do BIM utilizando metodologias de aprendizagem ativa, além de avaliá-lo na perspectiva dos estudantes, de modo a aperfeiçoá-lo.

Do ponto de vista prático, esse cenário educacional que utiliza o ensino híbrido, pode permitir e acelerar a inserção do BIM nos cursos de engenharia civil. Uma vez que permite uma otimização da carga horária existente, sem exigir o aumento desta. Permitindo assim, a inserção de conteúdos BIM em disciplinas que possuem interface com o paradigma.

Durante a etapa de concepção dessa pesquisa, a seguinte questão principal de pesquisa foi levantada:

- Como propor um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva do ensino híbrido?

A partir da questão principal, as seguintes questões secundárias foram definidas:

- Quais são as interfaces entre as disciplinas existentes da matriz curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o BIM?
- Qual é a percepção dos estudantes do curso de Engenharia Civil da UFRN durante a construção do cenário educacional proposto?

### **1.3 Objetivos de pesquisa**

#### 1.3.1 Objetivo geral

Propor um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva do ensino híbrido.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar as interfaces entre as disciplinas existentes da matriz curricular do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o BIM.
- Verificar a percepção dos estudantes do curso de engenharia civil da UFRN durante a construção do cenário educacional proposto.

## 2 PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO ENSINO DO BIM

### 2.1 Ensino do BIM

O ensino do BIM tem ganhado notoriedade pela sua importância estratégica na difusão desse novo paradigma uma vez que, possibilita a formação e o aperfeiçoamento dos profissionais da AEC para utilizarem em suas práticas profissionais.

No âmbito nacional, ao realizar uma busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes nas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, foram encontrados 193 trabalhos que continham a palavra BIM, quando selecionada a opção de pesquisa por todos os campos (título, autor, assunto). Após realizar a leitura do título, resumo e palavras-chave desses trabalhos, foram identificadas 07 pesquisas relacionadas com o ensino do BIM, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Teses e dissertações relacionadas ao ensino do BIM no Brasil

<b>Trabalho</b>	<b>Autores (ano)</b>	<b>Tipo de Trabalho</b>	<b>Universidade</b>	<b>Metodologia de Aprendizagem Ativa</b>
Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura.	Caixeta (2013)	Tese	UNB	-
Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto.	Checcuci (2014)	Tese	UFBA	PBL
Introdução de modelagem da informação da construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista.	Barisson (2015)	Tese	USP	-
Contribuições para o ensino do projeto arquitetônico: por um novo paradigma	Godoy (2014)	Dissertação	UEL	PBL e PjBL
Integração de Projeto de Arquitetura e Estruturas no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN e da UFPB.	Medeiros (2015)	Dissertação	UFRN	Ensino misto
Aplicação das metodologias building information modeling (BIM) e aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de graduação em engenharia civil / UFES: diagnóstico e recomendações.	Siqueira (2017)	Dissertação	EFES	PBL
Contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos.	Mattana (2017)	Dissertação	UFSC	-

Fonte: Autor (2020)

Caixeta (2013) investigou a possibilidade das ferramentas BIM serem utilizadas oficialmente como instrumento na prática do ensino de projetos de arquitetura nas faculdades brasileiras. Para isso, utilizou o método de pesquisa, de investigação de campo, de observação e de entrevista dos estudantes e dos professores de três instituições de ensino superior IES. Entre suas conclusões, destacam-se a necessidade de domínio das ferramentas BIM, pelos docentes, e que o uso dessas ferramentas proporciona aos estudantes uma melhor compreensão e propriedade conceitual dos elementos estruturais do projeto.

Checucci (2014) realizou uma análise de experiências nacionais e internacionais de ensino-aprendizagem sobre o BIM. De modo a contribuir para a adoção de BIM (Modelagem da Informação da Construção) nos cursos de graduação em Engenharia Civil. Para isso, utilizou a pesquisa exploratória, qualitativa e, de natureza fenomenológica o paradigma da complexidade. Dentre os resultados encontrados destacam-se: necessidade de atualização dos cursos de engenharia civil com relação à adoção do paradigma BIM; as experiências de sucesso realizadas em âmbito nacional e internacional demonstram a possibilidade de trabalhar esse tema na graduação e traz vantagens para o aprendizado de conteúdos de engenharia e promoção do desenvolvimento cognitivos dos estudantes; o planejamento de implementação do BIM deve levar em consideração o contexto específico de cada instituição e curso; o processo de ensino-aprendizagem de BIM será mais sólido se for continuado durante toda a formação do estudante, por último, considera as metodologias de aprendizagem ativa como mais adequadas para uma formação em BIM. Outra, importante contribuição da tese, foi o desenvolvimento de um método capaz de auxiliar a identificação de interfaces existentes do BIM com disciplinas da matriz curricular dos cursos.

Godoy (2014) considera o BIM como instrumento de um paradigma eficiente para o ensino do projeto arquitetônico. Além de considerar o uso das metodologias ativas PBL e PjBL como importantes ferramentas para o ensino deste projeto.

Medeiros (2015) com o objetivo de estudar a integração de projetos de arquiteturas e estruturas adotando BIM, analisou diferentes experiências desenvolvidas nos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN E UFPB, apontando potencialidades e limitações em disciplinas nessas instituições. Concluindo que no curso de arquitetura e Urbanismo da UFRN formam-se modeladores de BIM capazes de extrair quantitativos e acelerar a produção, enquanto que na UFPB a falta de disciplinas obrigatórias sobre BIM gera desconhecimento e insegurança no uso das ferramentas e processos na maioria dos estudantes. Além da necessidade de maior conceituação BIM e melhor utilização das ferramentas nas duas instituições.

Barisson (2015) por meio de uma pesquisa da literatura técnica e internacional propôs uma forma de introduzir o BIM nos cursos de engenharia civil e arquitetura, através do método de pesquisa: análise de conteúdo analisou 408 documentos. Dentre as contribuições deste trabalho destacam-se: identificação de 12 tipos de especialidade BIM; a elaboração de um modelo de fluxo de trabalho BIM; implementação de um instrumental para o planejamento de disciplinas BIM capaz de auxiliar os professores que desejam introduzir BIM em suas disciplinas.

Siqueira (2017) contribuiu para o ensino do BIM nos cursos de engenharia através de um diagnóstico e de recomendações de inserção do BIM no currículo junto da aprendizagem baseada em problemas na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Para isso, em sua pesquisa, foi utilizado o estudo de caso como método de pesquisa, onde foram elaborados e aplicados questionários com os estudantes e entrevistas com os professores. Ao término de sua pesquisa ela pôde propor recomendações para implementação de novas metodologias de ensino-aprendizagem no curso de engenharia civil, considerando que não existe um modelo único a ser seguido por todas as IES uma vez que estas devem considerar os objetivos e projetos dos cursos em questão. A autora concluiu que a maneira mais eficiente de abordar BIM na graduação é através da integração das disciplinas, pois permite uma formação mais abrangente e em um processo contínuo durante todo o curso, para isso a utilização da Aprendizagem baseada em problemas se torna oportuna ao passo que as habilidades dos discentes são desenvolvidas através da resolução de problemas, com maior participação dos envolvidos.

Por fim, nas teses e nas dissertações encontradas, Mattana (2017) pesquisou sobre a contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos, através de uma experiência prática na disciplina de Tecnologia das Edificações IV, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Na pesquisa conduzida por Mattana (2017), com o objetivo de analisar a contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos, foi realizada uma experiência de ensino com BIM para estudantes de graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na disciplina de Tecnologia das Edificações IV com o objetivo de realizar o levantamento de quantidades usando o BIM para fins de orçamentação. Uma das contribuições do trabalho traz contribuições do BIM para o levantamento de quantitativos em três vertentes: para o ensino, mercado profissional e para os casos que foram estudados pela autora.

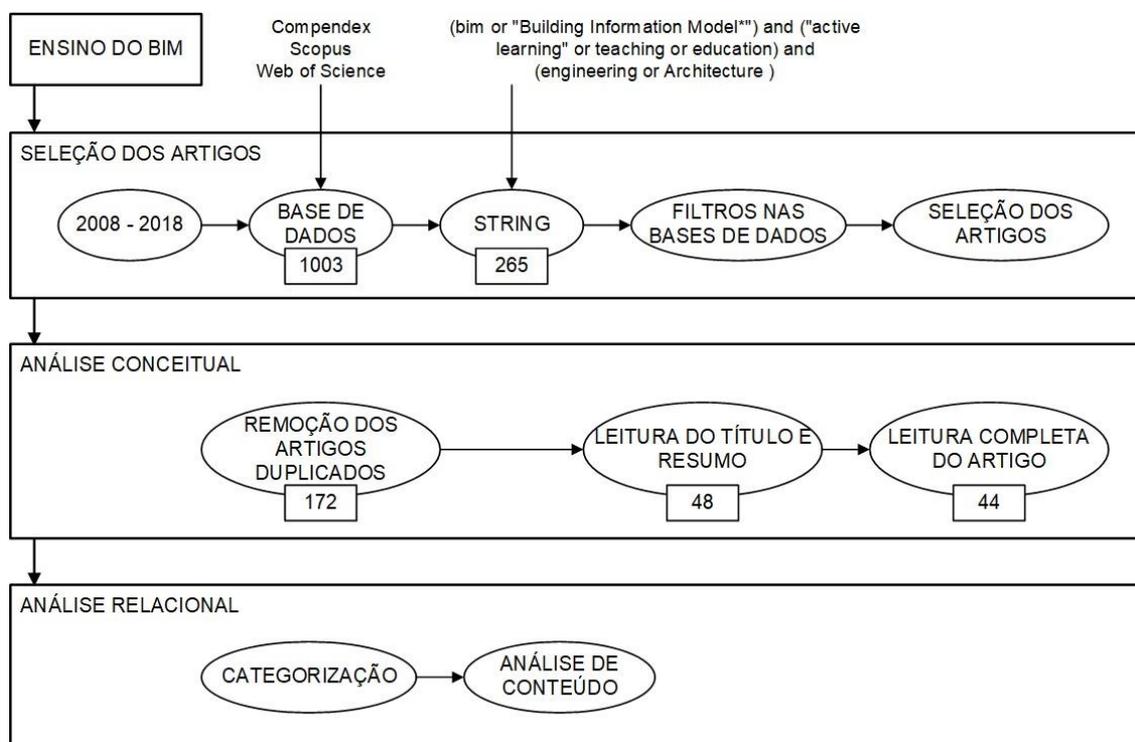
No ensino dentre essas contribuições estão: aumento da possibilidade de trabalho interdisciplinar; introdução de novas tecnologias na formação dos futuros profissionais; aquisição de habilidades espaciais; noções de execução de obras e fluxo de trabalho em BIM; potencializa o entendimento do aluno pela visualização 3D e facilita a extração de quantidades de maneira precisa quando o modelo é de qualidade.

Para identificação das pesquisas relacionadas ao ensino do BIM em âmbito nacional foi realizada uma revisão sistemática da literatura, cujos resultados são apresentados no próximo tópico.

## 2.2 Revisão Sistemática da Literatura sobre Educação BIM

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, área temática ou fenômeno de interesse (Kitchenham e Charters, 2007). Esta RSL segue as etapas propostas por Kitchenham e Charters (2007), a fim de garantir rigor e qualidade. A Figura 1 resume as etapas adotadas nas etapas de planejamento, realização e publicação dos resultados.

Figura 1 - Síntese dos passos por etapa



Fonte: Autor (2020)

### 2.2.1 Planejamento

Esta etapa começou com a identificação de uma questão de pesquisa ainda em aberto: “Como está a produção científica em educação BIM? ” RSLs anteriores lidavam com o BIM como um todo ou com seus usos específicos. No entanto, não foi encontrado nenhuma que tratasse da Educação BIM com uma análise bibliométrica e de conteúdo (categorização da pesquisa).

Com base nessa necessidade, a sequência de pesquisa foi formulada e três bancos de dados foram selecionados: Scopus, Compendex e Web of Science. Além disso, foi definido um período de 2008 a 2018 para analisar a evolução da produção. O Quadro 2 resume as estratégias de busca e os principais resultados necessários para a seleção dos estudos primários:

Quadro 2 - Estratégia de pesquisa

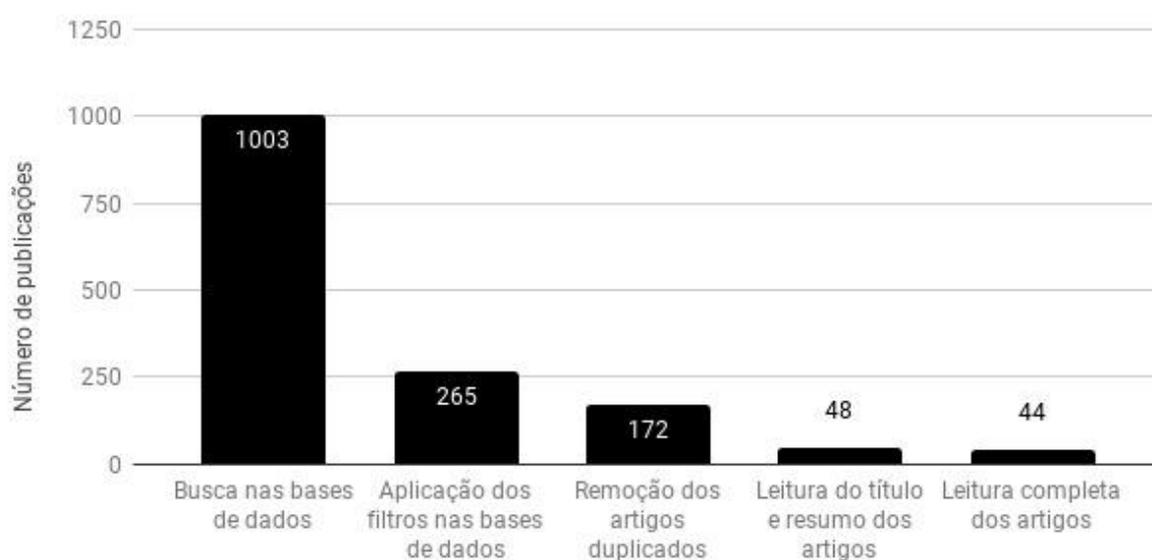
<b>Estratégia de busca</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Decisões de Pesquisa</b>
1. Definição dos termos de busca	Definir termos que representem o tema de pesquisa e que possibilitem retornar na busca artigos relevantes para a pesquisa	Termos: BIM, <i>Building Information Modelling</i> , <i>teaching</i> , <i>education</i> , <i>architecture</i> , <i>engineering</i>
2. Deleção das bases de dados	Selecionar bases de dados que retornem a maior quantidade de trabalhos relevantes sobre o tema estudado; definir as condições de contorno da busca.	Bases: Compendex, Scopus e Web of Science.
3. Formulação de <i>string</i> de busca	Formular uma <i>string</i> que representa os termos de busca e que possibilita retornar trabalhos importantes sobre a temática da pesquisa.	<i>String</i> : (BIM or " <i>Building Information Model*</i> ") and (" <i>active learning</i> " or <i>teaching</i> or <i>education</i> ) and ( <i>Engineering</i> or <i>Architecture</i> )

Fonte: Autor (2020)

### 2.2.2 Condução da RSL

De modo a reunir uma amostra de trabalhos para essa RSL, conforme mostrado na Figura 02, ainda nas bases de dados, foram utilizados filtros os seguintes para seleção dos trabalhos: espaço temporal de 2008- 2018; artigos em inglês, publicados em periódicos e disponíveis na íntegra.

Figura 2 - Amostra de trabalhos



Fonte: Autor (2020)

Após a etapa anterior, 265 artigos foram importados para *State of the Art through Systematic Review* (StArt). Essa ferramenta foi desenvolvida na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) para apoiar revisões sistemáticas (ZAMBONI et al., 2010). Nela foram removidos 172 artigos duplicados, resultando em 93 artigos submetidos à leitura do título e resumo. Foram selecionados 48 artigos para a amostra de revisão após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Esta amostra foi submetida a uma leitura completa pelos autores, a fim

de alcançar a adequação para responder à pergunta da pesquisa, resultando em uma amostra final de 44 artigos.

Nessa última etapa de leitura dos trabalhos completos foram estabelecidos os parâmetros bibliométricos abaixo:

- Evolução temporal das publicações;
- Autores e coautores;
- Filiação dos autores (os autores do mesmo artigo, mas de instituições em países diferentes foram agrupados na categoria colaboração internacional);
- Países onde as pesquisas foram realizadas;
- Periódicos de publicação

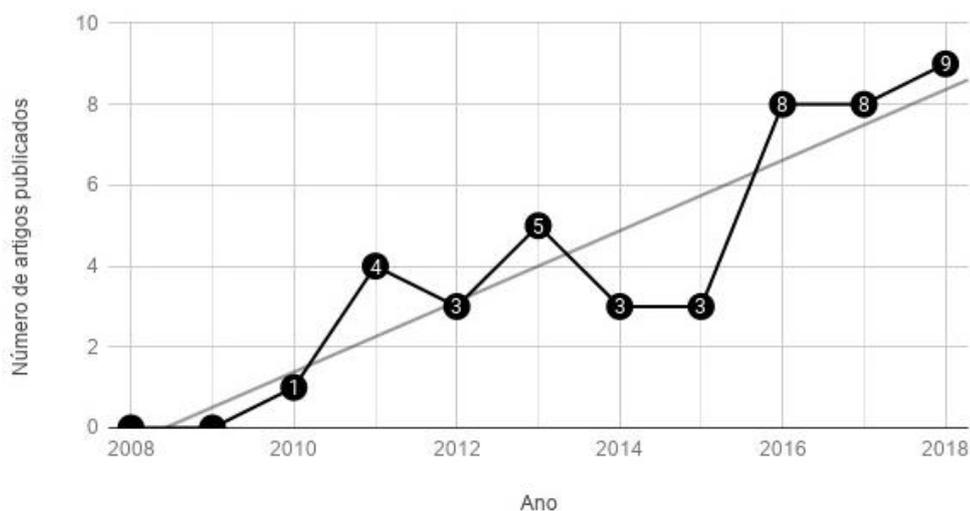
Após análise dos indicadores bibliométricos, analisou-se o conteúdo dos 44 artigos. Diante dos objetivos e resultados dos estudos, foram definidas seis categorias para análise do conteúdo dos artigos. Para que um artigo se enquadrasse em uma dessas categorias, foi necessária a aprovação de todos os autores, a fim de garantir a confiabilidade da decisão. Após essa etapa de definição das categorias, foram realizadas análise de conteúdo e síntese narrativa dos 44 artigos, além da identificação de tendências e lacunas de pesquisa em Educação BIM.

## 2.2.3 Análise bibliométrica dos trabalhos

### 2.2.3.1 Publicações por ano

O gráfico da Figura 3 mostra a distribuição das publicações ao longo do recorte temporal (2008-2018) escolhido nesta pesquisa. Percebe-se nos anos de 2008 e 2009 ausência de publicações sobre o tema, sendo os últimos três anos os que concentram a maior parte delas.

Figura 3 - Distribuição dos artigos ao longo do tempo

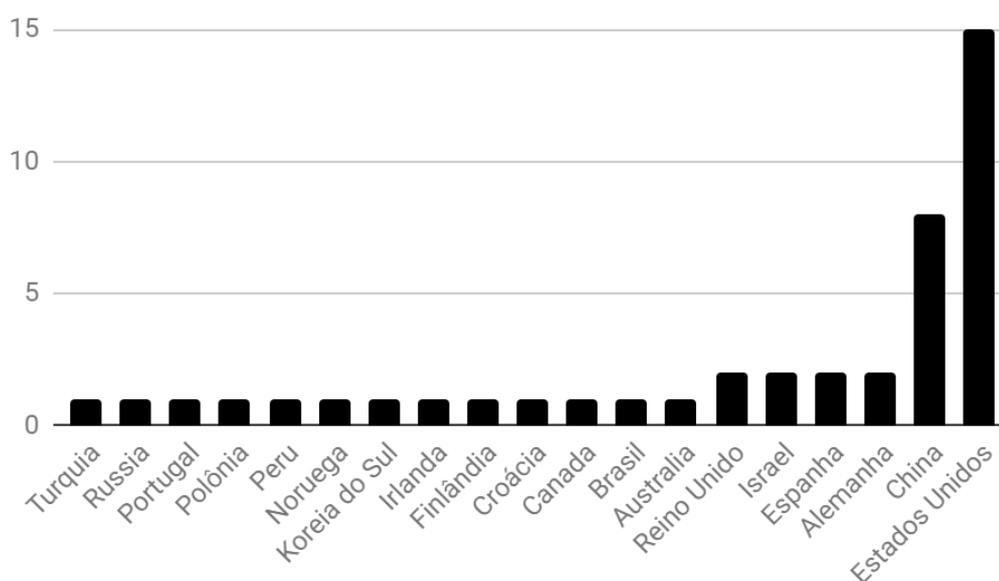


Fonte: Autor (2020)

### 2.2.3.2 Publicações por país

A Figura 4 apresenta a distribuição de publicações por país e continente. Sendo os Estados Unidos o país com maior número de publicações, seguido da China. O que demonstra interesse desses dois países no ensino e implementação do BIM dentro de suas universidades. Desses dados constata-se que embora estejam mais concentrados em países desenvolvidos e que já estão em níveis mais avançados do BIM, as pesquisas relacionadas ao ensino do BIM apresentam boa abrangência.

Figura 4 - Publicações por país

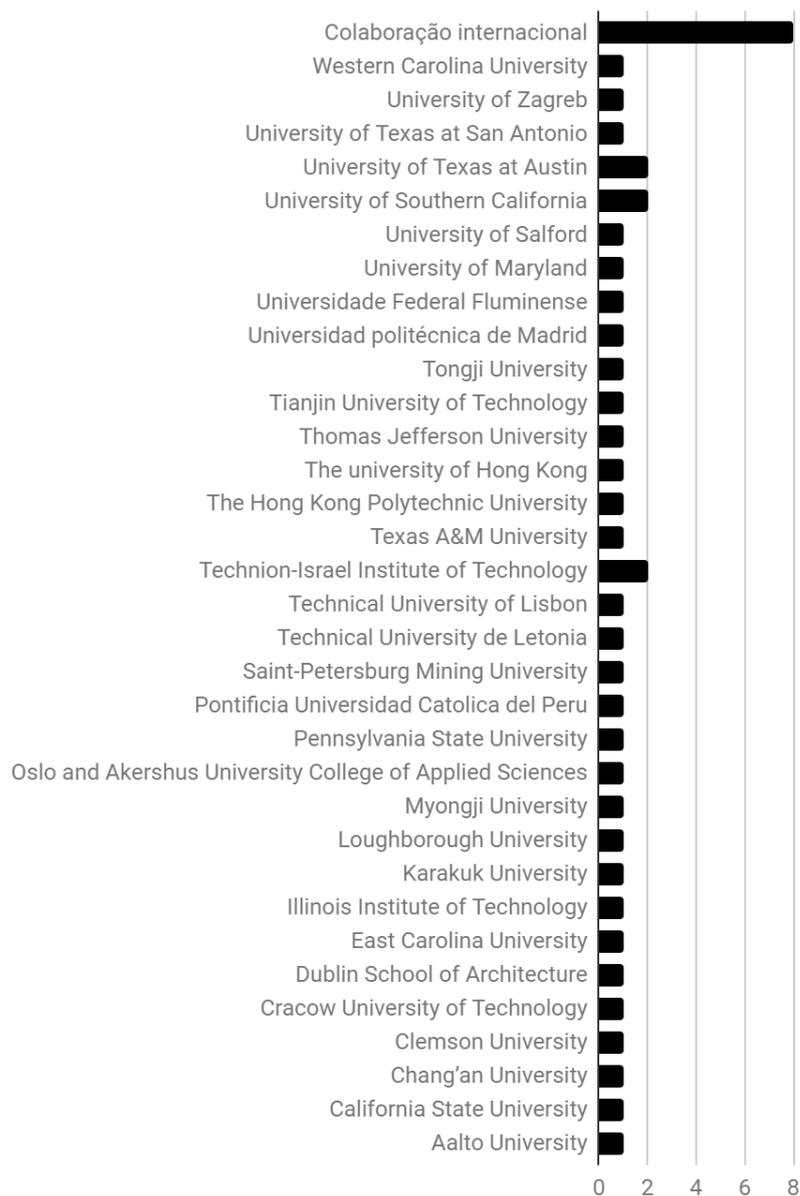


Fonte: Autor (2020)

### 2.2.3.3 Publicações por instituição

Dentre as universidades que mais publicaram suas pesquisas, destacam-se: Chang'an University, University of Southern California, The University of Texas at Austin, Technical University of Lisbon, a Figura 5 mostra a quantidade de publicações por universidade.

Figura 5 - Filiação dos autores



Fonte: Autor (2020)

#### 2.2.3.4 Publicações por autor

Para análise dos autores que mais publicam foi realizada contagem do total de publicações que estes tinham relacionadas ao tema, fosse como autor principal como coautor em outros artigos aqui analisados. A partir daí foi elaborado o Quadro 3, entre os pesquisados destaca-se ZHANG, da Chang'an University.

Quadro 3 - Publicações por autor

Autores			Total
	Primeiro autor	Co-autor	
Jingxiao Zhang	3	0	3
Hui Li	0	3	3
Yi Peng	0	3	3
Burcin Becerik-Gerber	2	0	2
Fernanda Leite	1	1	2
Rafael Sacks	1	1	2
Thomas Wunsch Alvarenga	1	1	2
Chung-Suk Cho	0	2	2
Kihong Ku	0	2	2

Fonte: Autor (2020)

#### 2.2.3.5 Publicações por periódico

A Quadro 4 apresenta os periódicos que mais contribuem para divulgação das pesquisas relacionadas ao ensino do BIM, dessa relação destaca-se o Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice (09 publicações) com maior número de publicações, em seguida: Journal of Information Technology in Construction (06 publicações) e International Journal of Engineering Education (03 publicações).

Quadro 4 – Publicações por periódico (continua)

<b>Veículo de Publicação</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Architectural Technology</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2.27%
<i>Automation in Construction</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4.55%
<i>Canadian Journal of Civil Engineering</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>Computer Applications in Engineering Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>EGA Revista de Expression Grafica Arquitectonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>Electronic Journal of Information Technology in Construction</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2.27%
<i>Engineering, Technology &amp; Applied Science Research</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>European Journal of Engineering Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>Global Journal of Engineering Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2.27%
<i>Industry &amp; Higher Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>International Journal of Architectural Computing</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2.27%
<i>International Journal of Engineering Education</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	6.82%
<i>International Journal of Geo-Information</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>International Journal of Sustainable Development and Planning</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2.27%
<i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2.27%
<i>Journal of Asian Architecture and Building Engineering</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2.27%
<i>Journal of Construction Engineering and Management</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4.55%
<i>Journal of Information Technology in Construction</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	6	13.64%

Quadro 5 – Publicações por periódico (conclusão)

<b>Veículo de Publicação</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<i>Journal of Mining Institute</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice</i>	0	0	1	0	2	2	2	0	1	0	1	9	20.45%
<i>Organization, Technology and Management in Construction</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>Sustainability</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2.27%
<i>Tehnicki V Jesnik -Technical Gazette</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2.27%
<i>Universal Access in the Information Society</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2.27%
<i>World Transactions on Engineering and Technology Education</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2.27%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Autor (2020)

#### 2.2.4 Análise do Conteúdo dos artigos

Após as etapas de seleção, extração e análise de todos os trabalhos, foi proposta a categorização das pesquisas, de modo a facilitar a discussão dos resultados e oferecer uma análise qualitativa das pesquisas aqui reunidas, isso se deu através de uma análise de conteúdos de todos os artigos, de modo a entender como que eles têm contribuído para o ensino do BIM num cenário internacional.

A inserção dos artigos dentro das categorias foi realizada com base na concordância de todos os autores que aquele artigo se encaixava na categoria. Os parâmetros escolhidos para criação das categorias foram os objetivos e resultados dos artigos, identificados após a leitura de todos os trabalhos os 44 artigos. Dessa forma, foram criadas 06 categorias: (i) Relato de experiência de implementação do ensino do BIM, (ii) Proposição de um modelo do BIM na matriz curricular, (iii) Avaliação da implementação do BIM (estudantes e/ou professores), (iv) Ensino integrado do BIM com conteúdos relacionados ao setor da AEC, (v) Caracterização do estágio do ensino do BIM, (vi) Diagnóstico da matriz curricular. No Quadro 5, encontra-se a descrição dessas categorias, enquanto no Quadro 6 tem-se a evolução das publicações dos artigos de cada categoria ao longo da última década.

Quadro 6 - Descrição das categorias

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nº</b>
Relato de experiência de implementação do ensino do BIM	Estudos primários que relatam uma experiência prática de ensino do BIM.	19
Proposição de um modelo do BIM na matriz curricular	Estudos primários que propõem um método de matriz curricular que contemple o BIM em seus componentes curriculares.	10
Avaliação da implementação do BIM (estudantes e/ou professores)	Estudos primários que avaliam uma implementação do ensino do BIM nas universidades pelo ponto de vista dos estudantes e/ou autores.	6
Ensino integrado do BIM com conteúdos relacionados ao setor da AEC	Estudos primários dedicados a relatar experiências nas quais a inserção de alguma ferramenta BIM potencializou a aprendizagem de conteúdos relacionados ao setor da AEC.	4
Diagnóstico da matriz curricular	Estudos primários que avaliam uma matriz curricular existente, de modo a sugerir alterações nestas para inserção do BIM.	3
Caracterização do estágio do ensino do BIM	Estudos primários que fazem um diagnóstico da inserção do BIM em universidades, de modo a demonstrar o estágio de adoção do BIM.	2

Fonte: Autor (2020)

Quadro 7 - Evolução das publicações ao longo do tempo

<b>Categorias</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Relato de experiência de implementação do ensino do BIM	0	0	1	1	2	2	2	2	4	3	2	19	43.18%
Proposição de um modelo do Ensino de BIM na matriz curricular	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	4	10	22.73%
Avaliação da implementação do BIM (estudantes e/ou professores)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	6	13.64%
Ensino integrado do BIM com conteúdos relacionados ao setor da AEC	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	4	9.09%
Diagnóstico da matriz curricular	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	6.82%
Caracterização do estágio do ensino do BIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4.55%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	<b>100.00%</b>

Fonte: Autor (2020)

#### 2.2.4.1 Categoria 01: Relato de experiência de implementação do ensino do BIM

Esta categoria concentra o maior número de estudos sobre Educação BIM (43,18%). Observa-se que as experiências de ensino têm uma prevalência significativa nos países desenvolvidos, algo que pode ser correlacionado com a maturidade que eles têm em relação ao estágio de adoção do BIM pelo setor de AEC. Vale ressaltar que praticamente todos os estudos partem da necessidade de profissionais qualificados em BIM, principal justificativa para a implementação da educação em BIM. Esse achado sugere que a educação em BIM parte da necessidade de profissionais demandados pelo mercado.

Em relação à adoção, independentemente da estratégia adotada em cada universidade, há uma tendência a uma adoção integrada e diluída de um currículo existente com pesquisas limitadas que reporte uma adoção pontual a uma determinada disciplina ou mesmo sem a proposta se estender a outras disciplinas do currículo. Em relação à estratégia de adoção, segue a parte mais utilizada:

- Algumas universidades buscaram parcerias com profissionais que já usavam ferramentas e processos BIM;
- Uso de estúdios e módulos que integram várias disciplinas, onde os estudantes trabalhavam dentro de um modelo virtual;
- Aplicado nos cursos de engenharia e/ou arquitetura;
- A maioria das implementações usa abordagens tradicionais de ensino.

Na primeira experiência relatada, Sacks e Barak (2010), apontam como a falta de profissionais com habilidade BIM prejudica sua disseminação na indústria da construção civil. Com o objetivo de minimizar esse problema, eles relatam a experiência, de quatro semestres, curso BIM denominado “*Communicating Engineering Information*”, ofertado de forma obrigatório a todos os estudantes do primeiro ano do curso de engenharia civil. Atingindo de forma direta 315 estudantes, os autores enfatizam que o BIM pode e deve ser ensinado por si só, e não como uma extensão do CAD uma vez que o curso mostrou que os estudantes não precisam de CAD para aprender BIM; e depois de aprenderem o BIM, eles não precisam de CAD.

Wong et al. (2011) relatam a experiência de implementação do ensino do BIM da *Hong Kong Polytechnic University* (PolyU). Nesta universidade, foi adotada uma abordagem integrada à educação em BIM, na qual aspectos do BIM estão sendo gradualmente introduzidos aos estudantes em vários cursos. Para medir a eficácia dessa abordagem, os

autores aplicaram questionários que mediam a eficácia do ensino com base no *feedback* dos estudantes. As respostas dos estudantes apontaram que eles tiveram uma melhora significativa na compreensão da construção e aumentaram a confiança na candidatura a posições competitivas no mercado de trabalho.

Becerik-Gerber et al. (2012) trazem a experiência de implementação em uma disciplina de pós-graduação voltado para *Construction Engineering and Management* (CEM) que reuniu estudantes de duas universidades. Os estudantes tiveram a oportunidade de trabalhar em colaboração entre si. Embora a maioria dos estudantes tenha habilidades BIM muito limitadas, eles foram divididos em equipes de 06 estudantes. A experiência foi centrada na colaboração virtual, aprendizado baseado em projetos e aprendizado orientado a problemas e baseado em funções. Esta introdução do BIM permitiu que os instrutores planejassem um curso usando cenários mais realistas que simulassem melhor os desafios do mundo real.

Kim (2012) apresentou a eficácia do BIM como uma ferramenta integrada de aprendizagem na educação para a construção. Para isso, iniciou a abordagem com o entendimento dos modelos físicos para edifícios residenciais, por meio de um modelo (2D) usando os programas tradicionais de desenho assistido por computador (CAD). Em sequência, ele propôs o desenvolvimento de um modelo BIM tridimensional (3D), em que os estudantes entendessem melhor os edifícios em detalhes e determinassem com precisão as quantidades de material. O resultado dessa experiência mostrou que a melhor estratégia nem sempre é o uso direto de um modelo tridimensional no BIM, mas que a abordagem tradicional no CAD pode ser aprimorada com o uso da modelagem 3D no BIM.

Mathews (2013) investigou a influência da colaboração no BIM na aprendizagem dos estudantes em um curso de tecnólogos em arquitetura, com base em um projeto de grupo de estúdio. Seu objetivo era disseminar o conhecimento adquirido em um novo ambiente de aprendizado facilitado pelas propriedades colaborativas do software BIM. Um dos resultados da pesquisa foi o mapeamento da complexa interação entre os participantes durante as etapas do projeto de design colaborativo. É evidente que esse novo ambiente de aprendizado criado no cenário de estúdio facilitou o aprendizado por meio das ferramentas de colaboração e da metodologia do conjunto de trabalho do aplicativo BIM.

Pikas et al. (2013) apresentou um conjunto de diretrizes para a integração de tópicos BIM nos currículos da CEM, sendo desenvolvido e testado no Instituto de Tecnologia Technion-Israel. Essas intervenções educacionais do BIM em quatro dos sete cursos foram planejadas, implementadas e avaliadas em três semestres. As experiências demonstraram que o BIM deve ser introduzido não apenas como um tópico por si só, mas mais importante, como

uma ferramenta para executar as tarefas de engenharia ensinadas nos cursos de design, análise e gerenciamento.

Solnosky et al. (2014) descreveram o desenvolvimento, implementação e resultados de uma implementação BIM durante um período de três anos. Sendo o programa piloto de uma equipe multidisciplinar em engenharia arquitetônica (AE) da *Penn State University*, cobrindo os cursos de estruturas, mecânica, disciplinas de iluminação / elétrica e engenharia de construção, com foco nas necessidades da indústria de AEC. Os estudantes tiveram contato com profissionais que trabalham na AEC e, assim, puderam acessar os desafios do setor. Essa combinação de profundidade técnica e colaboração multidisciplinar integrada produziu resultados consistentes com os desafios lançados pelos construtores aos estudantes.

Wang e Leite (2014) descreveram a implementação de um curso de pós-graduação chamado “Modelagem de Informações da Construção para Projetos de Capital” na Universidade do Texas. Por meio de pesquisas na indústria da construção e questionários aplicados aos estudantes, os autores utilizaram uma aplicação de uma metodologia ativa baseada na adoção de ferramentas BIM com o uso na modelagem e compreensão do processo, ou seja, aprendizado baseado em projetos. Como resultado, eles relataram que houve uma melhor disseminação do processo envolvendo o BIM. Os estudantes podem desenvolver um senso crítico das ferramentas. Foi possível perceber uma melhor compreensão do BIM, seu funcionamento e sua importância para o desenvolvimento da modelagem do processo de aprendizagem, bem como a compreensão dos estudantes.

İyican et al. (2015) implementaram técnicas de modelagem paramétrica no ensino de graduação, com o objetivo de responder onde e quando deve ser ministrado. Para isso, foi utilizada uma abordagem aos estudantes de arquitetura da Universidade de Karabük, onde eles tiveram contato com o software BIM e uma ferramenta CAD, em uma prática de estúdio, dentro do contexto do projeto arquitetônico. Dessa forma, os autores mostraram as vantagens desse uso mesmo nos primeiros anos de formação dos estudantes.

Sampaio (2015) trouxe a educação BIM para o ambiente acadêmico através de pesquisas que o orientam no nível de mestrado e doutorado. Os seus orientadores oferecem cursos de curta duração em BIM para estudantes da Universidade de Lisboa e para a comunidade fora da universidade. Essa estratégia se torna oportuna nas universidades onde o corpo docente tem pouco domínio sobre BIM ou certa resistência à educação em BIM.

Um estudo realizado por Palomera-Arias e Liu (2016), com foco na experiência de ensino do BIM, focado nos sistemas MEP. Os autores apresentaram as vantagens dessa implementação e as principais dificuldades no uso do software BIM no ensino. Finalmente, o

artigo discutiu adições futuras, mudanças e melhorias nos exercícios do BIM no laboratório do curso, bem como outras mudanças na organização do curso e os tópicos abordados que podem facilitar a inclusão do BIM na sala de aula.

Bozoglu (2016) relatou a abordagem da educação BIM no Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Ambiental do Instituto de Tecnologia de Illinois (IIT), com base em módulos. Os módulos de BIM Learning foram planejados e criados para abranger as habilidades e resultados esperados ou realizados pelos estudantes (como futuros profissionais de design e construção), ao usar ferramentas e fluxos de trabalho BIM. Nesses módulos, o ensino é baseado em algumas habilidades, tais como: Coordenação 3D, Estimativa de Custos, Planejamento de Utilização do Local, Avaliação de Sustentabilidade etc.

Adamu e Thorpe (2016) discutiram a experiência de uma grande escola multidisciplinar de engenharia civil e construção no Reino Unido, que adotou como opção, integrar o BIM em disciplinas existentes no currículo. Para esse fim, foi desenvolvido um plano de implementação de três anos (2014 - 2016), no qual 26 módulos prioritários tiveram seus resultados de aprendizado existentes atualizados para atender à educação BIM. O conteúdo foi ensinado e avaliado através de três níveis de aprendizado e envolveu vários agentes, como professores, estudantes e profissionais que utilizaram o BIM na indústria. O conteúdo relacionado à modelagem foi disponibilizado na Web, aprimorado com base no feedback dos estudantes.

Leite (2016) destaca-se entre os estudos anteriores pelo uso de um aprendizado ativo e pelo ensino do BIM visto como uma ferramenta, mas como um processo integrado a todo o ciclo de vida do edifício. O objetivo do artigo foi descrever as experiências de um curso universitário em BIM desenvolvido para educar gerentes de construção na Universidade do Texas. Por meio de questionários aplicados aos estudantes, a aprendizagem baseada em problemas foi a metodologia usada para o ensino de BIM, os estudantes formaram um grupo para o semestre e, ao longo das disciplinas que estavam aprendendo, para integrar as ferramentas aos diferentes ciclos de vida de um edifício. Os resultados obtidos apontaram para uma melhor compreensão sobre o BIM e seu processo envolvido, para que os estudantes tivessem pleno conhecimento da filosofia por trás do BIM e não apenas o conhecimento do uso da ferramenta.

Ferrandiz et al. (2017) discutiram uma experiência de implementação de BIM motivada pela necessidade da indústria de construção de Dubai que sinalizou a necessidade de profissionais com habilidades em BIM. Para esse fim, foi iniciado um teste com a implementação do *Autodesk Revit* em Engenharia Arquitetônica (EA) na Universidade dos

Emirados Árabes Unidos (EAU) nos cursos de construção. Este teste demonstrou que a ferramenta BIM pode reduzir problemas relacionados ao desempenho do aluno, além de aumentar sua motivação e satisfação.

Lyubov'A e Orlov (2017), diante da demanda da federação russa por profissionais que dominam o BIM, apresentaram um conceito de criação de um programa educacional para a formação de estudantes no curso de engenharia, com foco no conhecimento sistematizado no BIM. Neste estudo, é relatada uma experiência de inserção deste pacote de treinamento, em que os estudantes evoluem do uso do CAD para uma ferramenta BIM para modelagem 3D. À medida que os estudantes evoluíram no curso, eles implementaram outros usos do modelo. No final do curso, eles recebem um certificado de habilidades BIM, se atenderem a todos os requisitos necessários.

Kolarić et al. (2017) depois de identificarem que não havia informações precisas sobre o ensino do BIM nas universidades croatas, eles implementaram o BIM em duas universidades do país e descobriram os esquemas atuais que permitiam aos estudantes entender o conceito de BIM e como o BIM muda e promove o trabalho. processos em projetos de construção.

Zhang e Li (2018) discutiram uma experiência de ensino BIM usando a pedagogia de aprendizagem baseada em equipe (TBL) e alinham os resultados de aprendizagem do aluno no BIM com a hierarquia definida pela taxonomia de objetivos educacionais de Bloom em um Engenharia e Gerenciamento Civil (CEM). Dessa forma, traz evidências empíricas sobre a eficácia da pedagogia da TBL na educação BIM universitária, sendo uma boa referência para mais programas de CEM que buscam integrar experiências de equipe interdisciplinar colaborativa na educação BIM para cultivar uma força de trabalho BIM mais competente.

Wang et al. (2018) desenvolveram um sistema imersivo com a incorporação da tecnologia de realidade virtual (RV) ao BIM para a prática e educação de levantamento de quantidades em projetos de construção na Universidade Huaqiao em Xiamen, China. Uma proposta e aplicação de um modelo de curso foram feitas usando ferramentas nas quais a tecnologia VR os ajudou na visualização e análise da construção que estava sendo trabalhada. Como resultado, concluiu-se que os estudantes demonstraram melhores resultados usando o sistema de RV desenvolvido do que os livros para aprendizado. 3/4 da turma concordaram que o uso da RV na turma ajudou muito no aprendizado e que a metodologia BIM será uma ferramenta muito importante para sua carreira.

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Pesquisa que relate todo o processo de planejamento, implementação e avaliação dessa implementação a longo prazo e para cobrir todo o currículo da AEC.
- Pesquisa com o objetivo de integrar vários usos do BIM, uma vez que a maioria das pesquisas apresentadas aqui se concentra principalmente na modelagem 3D, planejamento e orçamento;
- Relatórios de implementação em usos mais específicos do BIM, como usos para simulação de energia e segurança do trabalho, por exemplo.
- Pesquisa que explora outras metodologias ativas de aprendizagem, diferentes da aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em projetos.

Apesar desta categoria ter o maior número de estudos sobre educação em BIM, pesquisas adicionais poderiam explorar utilmente a educação em universidades com sede em países que não possuem um nível avançado de maturidade em relação à implementação de BIM no mercado de AEC e, conseqüentemente, em suas universidades.

#### *2.2.4.2 Categoria 02: Proposição de um modelo do BIM na matriz curricular*

Proposição de um modelo do BIM na matriz curricular é segunda categoria mais representativa (22.73%), nelas foram inseridos os artigos que propõem estratégias para inserção do ensino do BIM em universidades que não o utilizam. Assim como na primeira categoria, a maior parte dos artigos foram publicados nos últimos anos, sendo que 50% dos artigos dessas categorias foram publicados em 2018, apontando para um crescente interesse dos pesquisadores sobre essa temática.

Como pioneiros dessa categoria temos Yan et al. (2011), que desenvolveram um processo baseado em um jogo para ensino do design, utilizando a ferramenta de suporte BIM-Game para melhorar o design arquitetônico e visualização do projeto. Esperando por meio dessa estratégia integrar o BIM ao currículo, sob uma abordagem da aprendizagem baseada em jogos. Os autores acreditam que essa inserção fomentaria o despertar dos estudantes para compreensão da construção sustentável desempenho e suas formas.

No ano seguinte, Ambrose (2012), buscou descrever um modelo de estúdio com o uso de novos métodos ativos para explorar uma arquitetura que abrace as mudanças necessárias para desenvolver processos que promovam novas formas de conciliar as tradições de abstração e as oportunidades de simulação sintética, oferecidas pelo uso do BIM. Para isso,

desenvolveram uma proposição teórica de um modelo de estúdio para o curso de arquitetura da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, chegando à conclusão de que os educadores da área de BIM precisam buscar por novas metodologias educacionais que usem métodos criativos, com aulas que relacionam design, informação e comunicação.

Posteriormente, Ahn et al. (2013) propõe o desenvolvimento de um novo curso, denominado: "*BIM in Construction Management*", voltado para estudantes de graduação em engenharia usando uma abordagem sistemática de desenvolvimento de curso, composta por três estágios: (1) preparação, (2) desenvolvimento e (3) melhoria. O novo curso BIM equipará os estudantes de construção com os conhecimentos e habilidades necessários para utilizar o BIM efetivamente e entender a importância e aplicabilidade do BIM em projetos de construção, a oportunidade potencial de um sistema integrado de entrega de projetos e as direções futuras do BIM na indústria da construção.

Dois anos depois, Lucas (2016), buscou identificar quais os objetivos de aprendizagem, tanto o conhecimento conceitual e as habilidades técnicas, seriam mais adequados para incluir no currículo do *Clemson University Department of Construction Science and Management (CSM)*, baseado na demanda da indústria e nas expectativas dos estudantes com relação ao curso. Após fazer esse diagnóstico, propôs o desenvolvimento de módulos de aprendizado para introdução aos estudantes, concluindo assim que está se tornando cada vez mais importante preparar os estudantes para a entrada na força de trabalho em termos de exposição formal à tecnologia em sala de aula com conhecimento em BIM, uma vez os empregadores estão à procura desses estudantes .

No ano seguinte, Zhang et al. (2017) propõem um projeto BIM interdisciplinar para ensino da engenharia de gestão e construção, por meio de um sistema curricular baseado nas seguintes características: processo de ensino e fases de aprendizagem BIM, conexões entre o BIM e diferentes disciplinas dos principais currículos do CEM, e aprendizagem baseada em projetos. Além disso, buscaram responder à questão de como organizar um quadro de gestão viável, repetível e operável para a integração do conhecimento baseada em competências BIM.

Jung et al. (2018) propôs a implementação de BIM e Gerenciamento de Construção na Universidade de Myongji por meio de um projeto fundamental para o programa de arquitetura de 5 anos. Este estúdio foi intitulado estúdio CM & BIM, com foco em três objetivos em estúdios de design; planejamento, integração do ciclo de vida e BIM. As apresentações finais dos estúdios da CM & BIM foram submetidas a críticas oficiais de professores e arquitetos convidados e os comentários provaram que os estúdios tiveram

sucesso o suficiente em termos de requisitos educacionais e habilidades práticas. Assim, os autores acreditavam que essa era uma boa estratégia e que outras instituições podem usar e melhorar com outros usos do BIM.

Hijazi et al. (2018) exploraram a integração BIM / GIS para facilitar o gerenciamento de ativos. Os autores desenvolveram um curso de mestrado para estudantes de Geoinformática, focado nas competências necessárias para obter a integração BIM / GIS como um processo que fornece uma perspectiva única sobre o currículo e as disciplinas. Boton et al. (2018) realizaram uma pesquisa sobre as estratégias e habilidades BIM esperadas para os estudantes e, em seguida, propuseram a estrutura para a implementação BIM no ensino de engenharia.

Xu et al. (2018) propuseram uma implementação BIM em cursos sobre gerenciamento de projetos de engenharia. Esta proposta dedicou mais atenção ao desenvolvimento de um *software* virtual de ensino de simulação BIM, à introdução de oficinas BIM e ao uso de *sandbox* eletrônico para que os estudantes pudessem combinar teoria e prática no gerenciamento de projetos. Para o ensino de ferramentas BIM (Autodesk Revit, 3D Max, Project 2003, P3 etc.), os autores propuseram a produção de videoaulas.

Cascante e Martínez (2018) apresentaram um currículo BIM para os cursos de arquitetura, com foco na visualização de modelos BIM. Essa proposta é baseada em uma experiência de implementação interdisciplinar e colaborativa do BIM, por meio de um Projeto de Inovação Educacional que foi concebido, promovido, liderado e dirigido pelas disciplinas de expressão gráfica.

Dentro dessa categoria, uma forte tendência de pesquisa se concentra nos cursos relacionados à gestão da construção, com alguns que se destacam na arquitetura, a maioria das estratégias propostas, são pontuais e divididos entre os cursos de graduação e pós-graduação. Outro aspecto dentro dessa categoria que merece destaque está relacionado ao uso da aprendizagem ativa nas implementações de ensino BIM, que aponta que a educação em BIM também permite mudanças na maneira tradicional de ministrar cursos relacionados ao setor de AEC.

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Estudos que analisam o currículo para introduzir a educação BIM;
- Estratégias para a educação BIM em todo o currículo da AEC.
- Proposições que buscam integrar diferentes usos do BIM além da modelagem 3D e usos para gerenciamento de construção.

### 2.2.4.3 Categoria 03: Avaliação da implementação do BIM

Esta categoria contém apenas 6 artigos (13,64%) publicados nos últimos 4 anos. Um ponto que merece destaque nesta categoria é a necessidade de ensinar aspectos relacionados aos fundamentos teóricos do BIM, como colaboração, fluxos de trabalho do BIM e a visão do paradigma como um processo. Outro ponto em comum é a necessidade de treinar estudantes que não apenas sabem usar as ferramentas, mas que entendem o que estão fazendo ao usar o software.

Wu et al. (2015) investigaram as lacunas entre o alcance educacional e os requisitos de emprego na indústria da construção australiana. Os autores concluíram que as lacunas mais significativas estão relacionadas a: resolução de problemas em contextos da vida real através do trabalho em equipe e comunicação; lacunas técnicas (estimativa de construção, planejamento de custos, processo de construção) e lacunas gerenciais (gerenciamento de relacionamento industrial, gerenciamento de negócios, gerenciamento de projetos, gerenciamento de riscos).

Jagiello-Kowalczyk e Jamroz (2016), relataram a educação de arquitetos no campo da tecnologia BIM na *Cracow University of Technology*, Polônia. Através de análises literárias e dados obtidos a partir de estudos e observações em aulas de ensino BIM na universidade, foi relatado que o uso da ferramenta BIM está se tornando cada vez mais importante, sua implementação na Polônia provavelmente será a mais rentável no caso de pequenas práticas.

Alvarenga et al. (2017) se concentraram nos sistemas de aprendizagem das duas técnicas (BIM e *Lean Construction*) para o benefício da indústria educacional, além de avaliar seu nível de reconhecimento. Utilizando um questionário enviado a universidades públicas (estaduais e federais), os autores concluíram que (i) o conteúdo que envolve conceitos, princípios, técnicas e ferramentas é ensinado em níveis muito baixos (ii) a Universidade tem uma alta percepção da importância do BIM (iii) é muito importante disseminar conceitos, técnicas e ferramentas de BIM para profissionais de engenharia e estudantes de graduação.

López-Zaldívar et al. (2017) analisaram o grau de competência no uso e entendimento de BIM de estudantes de construção da Universidade Politécnica de Madri. Seus resultados mostraram que o nível de conhecimento do BIM é inferior a 43% e 18% dos estudantes entrevistados disseram não saber o que era o BIM. Apesar do baixo percentual de conhecimento, existe muita motivação, pois mais de 98% manifestou interesse em aprender a usá-lo.

Suwal e Singh (2017) apresentaram uma abordagem com integração entre o BIM em um curso de gerenciamento de projetos de construção por meio de uma plataforma online. Além disso, a pesquisa avaliou a percepção de integração entre a plataforma de ensino on-line do BIM como um recurso de ensino e aprendizagem. O principal resultado do estudo mostrou que a plataforma de ensino on-line é uma boa ferramenta de ensino, pois os estudantes são capazes de aprender no seu próprio ritmo, além de permitir maior desenvolvimento de suas habilidades e resultar em maior engajamento e aprendizado.

Lassen et al. (2018), procurou aumentar a compreensão de como o BIM pode ser integrado de forma eficiente como parte de um currículo de engenharia, usando dados coletados de um questionário de rede e uma avaliação do curso, que utiliza o método de aprendizagem enquanto participa, com a participação de 212 estudantes, organizados em 40 equipes, que realizaram seis aulas práticas de duas horas no uso do *Autodesk Revit* e cada membro de cada grupo assume um papel na equipe de design. Após concluir as lições do *Autodesk Revit*, as equipes modelam seus desenhos em 3D. Os autores concluíram que a maioria dos estudantes nunca havia usado modelagem 3D antes, eles concordam que o BIM é um conhecimento necessário para o mercado de trabalho e que será muito importante para suas carreiras profissionais. Algumas lacunas encontradas nos trabalhos estudados, referentes a essa categoria foram:

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Necessidade de trabalhar com conceitos, técnicas e ferramentas utilizadas em sala de aula;
- Instalação de problemas com base na vida profissional;
- Treine os estudantes que não apenas usam o software, mas que têm conhecimento para que saibam o que estão fazendo;
- Desenvolver um melhor trabalho em equipe entre os estudantes;
- Oferecer incentivo e aprendizado mais eficiente aos estudantes, a fim de desenvolver mais interesse no aprendizado BIM;
- Necessidade de abordar a educação BIM durante os cursos de graduação da AEC;
- Abordar as necessidades do mercado de trabalho com a graduação.

#### 2.2.4.4 Categoria 04 - Ensino integrado do BIM com conteúdos relacionados ao setor de AEC

Os artigos desta categoria lidam com experiências nas quais a educação de uma ferramenta BIM aprimorou o aprendizado do conteúdo relacionado à AEC (9,09%). Um destaque está relacionado à educação BIM por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem, com a proposição de problemas e projetos baseados na prática profissional do setor de AEC. Além disso, os artigos relatam experiências de educação BIM em um período intermediário da graduação dos estudantes. As atividades propostas seguiram a linha de gerenciamento da construção, orientada à proposta de buscar conflitos de projetos, quantificação de materiais, orçamento e definição do cronograma do projeto.

Peterson et al. (2011) apresentaram as experiências e lições aprendidas durante o processo de introdução do BIM no curso de gerenciamento de projetos de engenharia de construção da Universidade de Stanford. Como resultado principal, através de um questionário, os estudantes responderam que a educação em BIM facilitou a aprendizagem dos conteúdos tradicionalmente vistos durante o curso.

Da mesma forma, Lu et al. (2013) demonstraram os benefícios do BIM como uma ferramenta de aprendizado em tarefas de construção baseadas em problemas reais. O autor concluiu que identificar e medir os benefícios do BIM como ferramenta de aprendizado oferece valores acadêmicos e práticos, inclusive melhorando a compreensão das pessoas sobre o BIM e ajudando a justificar seu investimento nele.

Wang et al. (2014) propuseram uma estrutura para uma plataforma de educação integrada baseada no BIM para o curso de Engenharia Civil da Universidade de Tongji, China. Os autores concluíram que a educação BIM baseada no gerenciamento de projetos ajuda a facilitar a aprendizagem dos estudantes devido ao uso de problemas reais de gerenciamento de projetos, para que haja uma melhor base para os cursos e seu enriquecimento.

Por fim, Brioso et al. (2017) apresentaram estratégias para o uso do BIM para suportar o sistema *Last Planner*. O curso proporcionou uma compreensão do planejamento e programação através de palestras, workshops, simulações e períodos de discussão. O autor observou que os estudantes desconheciam a existência de conflitos no processo de construção devido às limitações visuais inerentes à análise 2D.

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Pesquisas adicionais podem explorar os benefícios que o BIM oferece para melhorar a comunicação entre os diferentes participantes do projeto e

como ele suporta o desenho de classes que facilitam o aprendizado do gerenciamento disciplinar dos projetos distribuídos;

- Procurar novos métodos para abordar o conteúdo;
- Utilizar instrumentos que permitam a coleta de mais dados estatísticos em pesquisa;
- Estudos que não apenas mostrem como o BIM pode apoiar o design e o aprendizado em ambientes educacionais, mas também forneçam evidências de que os estudantes que aprendem com o BIM têm melhor desempenho em seus trabalhos práticos.
- Buscar novas metodologias que reflitam as mudanças pedagógicas representadas no BIM;
- Buscar novos modelos educacionais que demonstrem criatividade em novas metodologias;
- Concentrar-se em novas maneiras de ensinar e abordar métodos e processos emergentes de projeto digital que envolvem e tiram proveito crítico de seus efeitos e possibilidades imediatos na produção arquitetônica.

#### *2.2.4.5 Categoria 05: Diagnóstico da matriz curricular*

Nesta categoria, foram encontrados 03 artigos (6,82%). Apesar de relevante, esse tema tem sido pouco explorado na última década. Portanto, é essencial avaliar os currículos existentes, para que novas possibilidades de currículo envolvendo BIM possam ser propostas.

Becerik-Gerber (2011) enfrentou a necessidade da inclusão de BIM e sustentabilidade nos currículos da AEC. Para esse fim, este estudo examinou 101 programas de AEC dos EUA com foco em áreas emergentes de BIM e sustentabilidade. Os autores apresentam uma referência para a adoção e o planejamento desses tópicos em currículos altamente restritos e revelam as principais diferenças na maneira de conduzir essa inserção da sustentabilidade integrada do BIM nos programas de AEC.

Lee et al. (2013) advogaram uma integração mais ampla do BIM no currículo do CEM. Os autores concluíram que o ensino deve ser baseado em um usuário BIM capaz de extrair informações dos modelos BIM e facilitar o processo de construção, não apenas criando modelos 3D. Portanto, uma abordagem mais prática para o ensino do BIM apresentaria sua melhor integração nos cursos convencionais da CEM.

Zhang et al. (2016) abordaram a identificação sistemática de prioridades para o desenvolvimento curricular bem-sucedido da CEM usando a implantação da função de qualidade (QFD) como orientação. Seu principal resultado mostra uma relação entre as áreas de gestão, contrato e direito, tecnologia civil e tecnologia da informação e gestão. Além disso, o estudo fornece informações sobre o impacto relacionado ao BIM nos cursos da CEM.

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Pesquisas adicionais podem explorar como ensinar BIM e outros conhecimentos interdisciplinares (como análise de risco, gerenciamento de ativos, análise estrutural) nos currículos da AEC.

#### *2.2.4.6 Categoria 06: Caracterização do estágio de ensino BIM*

Esta categoria possui dois (4,55%) artigos. Um número ainda baixo quando se considera a auto-análise dos cursos de ensino superior. Além disso, as publicações estão concentradas nos últimos 2 anos do período, o que pode representar uma maior tendência sobre o tema, desde a primeira publicação em 2017.

Shelbourn et al. (2017) passa a estudar uma perspectiva dos estudantes com relação às mudanças no ensino de BIM em trabalhos colaborativos, descrevendo ou realizando comentários com seu grupo focal nos EUA e no Reino Unido, fornecendo uma visão associada à aprendizagem do BIM em ambos os países. Os seus resultados principais mostram que é necessário saber ou que está sendo feito em outros cursos, visto que são como pessoas que trabalham no futuro, além de promover espaços dedicados ao trabalho em grupos interdisciplinares / colaboradores.

Shelbourn et al. (2017) focaram na perspectiva dos estudantes em relação às mudanças na educação BIM no trabalho colaborativo, descrevendo o feedback fornecido com seu grupo focal nos EUA e no Reino Unido. Esses grupos focais permitiram aos autores propor algumas recomendações para a inserção da educação em BIM, como: trabalho em grupo interdisciplinar / colaborativo, usando ferramentas apropriadas de BIM para apoiar o aprendizado; aprender software relevante da indústria é importante para todos os participantes e o aprendizado ponto a ponto é importante para entender as decisões de design, especialmente para os estudantes de arquitetura.

Deniz (2018) analisou a perspectiva de seus estudantes em relação aos cursos de CAD e BIM. O autor observou que os estudantes não consideravam necessária a experiência anterior em AEC para atender aos requisitos dos cursos de CAD e BIM. Ele concluiu que o resultado mais importante de todo o processo é a necessidade de adotar o CAD e o BIM no

currículo da AEC, seguindo os resultados e diretrizes apresentados no estudo de desenvolvimento dos cursos de CAD / BIM.

As principais lacunas de conhecimento encontradas nesta categoria são:

- Analisar se as práticas de ensino adotadas estão atendendo às necessidades do mercado de trabalho;
- Comparar as perspectivas de ensino de professores e estudantes para entender as disparidades e divergências nos dois pontos de vista abordados.

### 3 METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

#### 3.1 Metodologias de Aprendizagem ativa e ensino do BIM

Diante dos desafios interpostos à educação superior em formar profissionais com competências alinhadas às necessidades de um mercado de trabalho que vem exigindo destes, além de habilidades técnicas outras de ordem comportamental, torna-se oportuno uma discussão sobre a prática pedagógica baseada em metodologias de aprendizagem ativa. Isso fica ainda mais evidenciado quando se leva em consideração o perfil do aluno do século XXI, imerso nas tecnologias de informação e comunicação (TIC).

Nesse sentido, “os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil” (MORAN, 2015, p.16). Atualmente, pelo perfil dos estudantes e das competências demandadas destes pelo mercado de trabalho, os métodos de aprendizagem ativa oferecem aos estudantes a oportunidade de serem protagonistas do seu processo de aprendizagem e desenvolver competências que o método tradicional não permitiria.

No contexto do ensino de BIM, estudos anteriores apontam para uma relação sinérgica entre o ensino do BIM e as metodologias de aprendizagem ativa, como observado nas pesquisas de Checcucci (2014), Godoy (2014), Siqueira (2017) e Cuperschmid e Castriotto (2018).

Checcucci (2014), Godoy (2014), Siqueira (2017), Barison e Santos (2011b), trazem em seus trabalhos o *Problem based learning* (PBL) como estratégia de aprendizagem. Para Checcucci (2015), o PBL, está baseado no desenvolvimento de projetos ou na resolução de problemas complexos relacionados com a prática profissional. Alinhado a esse conceito, Barison e Santos (2011b), consideram essa metodologia apropriada para o desenvolvimento de projetos BIM, onde o professor assume o papel de gerente BIM e coordena as equipes formada por estudantes.

Cuperschmid e Castriotto (2018) relatam sua experiência de utilização da sala de aula invertida, numa disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, essa modalidade de ensino híbrido permitiu dispor em um ambiente online, criado pela docente responsável pela disciplina, vídeos tutoriais para aprendizagem das ferramentas BIM de modo que na sala de aula os estudantes tiveram a oportunidade de discutirem as dúvidas relacionadas ao que estudaram em casa e dos conceitos teóricos relacionados ao BIM. Para esses autores os ambientes híbridos permitem aos estudantes expandirem seus conhecimentos sobre BIM.

A seguir será explorado com mais detalhes o ensino híbrido, especialmente por ser a metodologia de aprendizagem ativa utilizada nesta pesquisa.

### 3.2 Ensino Híbrido

Apesar de não haver um consenso sobre a definição de ensino híbrido, entre os pesquisadores que trabalham com essa metodologia ativa de ensino, neste trabalho será adotado o conceito do *Clayton Christensen Institute*. Responsável pela realização de uma pesquisa que catalogou mais de 100 exemplos de modelos de ensino híbrido nos Estados Unidos.

Segundo Christensen, Horn e Staker (2013) o ensino híbrido ou *blended learning* é o programa de educação formal que reúne o ensino on-line e o ensino presencial. Trata-se de uma abordagem metodológica na qual o aluno aprende por meio do ensino online, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o modo e o ritmo de estudo e aprende em uma localidade física, supervisionada, ou seja, na escola.

A definição acima está embasada em três pilares: no ensino online, a presença de um local físico supervisionado e na experiência de aprendizagem integrada. Portanto, partindo desses três pilares, pode-se dizer que é preciso oferecer ao aluno controle sobre o tempo, pois cada um possui um ritmo de aprendizagem diferente, e oferecer um espaço supervisionado fora de casa, em que o aluno pode, sempre que necessário, ter a figura do professor para ajudá-lo a construir o conhecimento (OSMUNDO, 2017). A mesma autora afirma que os ambientes onde o aluno estuda, sejam eles virtuais ou presenciais, devem oferecer conteúdos integrados ou unificados para que, assim, promova-se o aprendizado do aluno.

Bacich (2016) afirma que nessa modalidade de ensino, há a convergência de dois modelos de aprendizagem: o modelo tradicional, envolvendo a aprendizagem em sala de aula e o modelo on-line, onde as tecnologias digitais são usadas na promoção do ensino.

Desse modo, o ensino híbrido está emergindo como uma inovação sustentada em relação à sala de aula tradicional. Esta forma híbrida é uma tentativa de oferecer “o melhor de dois mundos” — isto é, as vantagens da educação online combinadas com todos os benefícios da sala de aula tradicional (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p.3).

Existem alguns modelos de ensino híbrido, conforme mostra a Figura 6. Esses modelos podem apresentar-se de modo sustentado (Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida) ou disruptivo (Rotação Individual, modelo Flex, modelo A La Carte e modelo Virtual Enriquecido) em relação à sala de aula tradicional.

De acordo com Christensen, Horn e Staker (2013) os modelos sustentados caracterizam-se por manter elementos da sala de aula tradicional, procurando oferecer “o melhor dos dois mundos”, enquanto que nos modelos disruptivos não é incluído a sala de aula tradicional na sua forma plena, dificultando sua implementação de início em escolas que não experimentaram antes outras modalidades sustentadas de ensino híbrido.

Figura 6 - Modelos de ensino híbrido



Fonte: Christensen, Horn e Staker (2013)

Nessa pesquisa serão utilizados os modelos de rotação por estações e sala de aula invertida. Escolhidos por possuírem uma solução híbrida, ao passo que combinam a sala de aula tradicional com o ensino online, além disso, esses dois modelos:

“[...] podem ser implementados sem grandes mudanças na alocação de recursos e outros processos já estabelecidos em uma escola. Nenhum dos modelos requer uma completa mudança de instalações físicas ou corpo de profissionais. Cada um deles introduz uma solução híbrida que combina a sala de aula tradicional com uma nova tecnologia — o ensino online — para criar algo com melhor desempenho, [...]” (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p.31)

O modelo de rotação por estações (Figura 7) é aquele onde os estudantes revezam entre estações dentro do ambiente de uma sala de aula, para Bacich (2016, p 75):

Os estudantes são organizados em grupos e cada um desses grupos realiza uma tarefa de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras, entre outras. Um dos grupos estará envolvido com propostas on-line que, de certa forma, independem do acompanhamento direto do professor. É importante valorizar momentos em que os estudantes possam trabalhar de forma colaborativa e aqueles em que possam fazê-lo individualmente. Em um dos grupos, o professor pode estar presente de forma mais próxima, garantindo o acompanhamento de estudantes que precisam de mais atenção. A variedade de recursos utilizados como vídeos, leituras, trabalho individual e colaborativo, entre outros, também favorece a personalização do ensino, pois, como sabemos, nem todos os estudantes aprendem da mesma forma. Após um determinado tempo, previamente combinado com os estudantes, eles trocam de grupo, e esse revezamento continua até todos terem passado por todos os grupos. O planejamento desse tipo de atividade não é sequencial e as atividades realizadas nos grupos são, de certa forma, independentes, mas funcionam de forma integrada para que, ao final da aula, todos tenham tido a oportunidade de ter acesso aos mesmos conteúdos.

Figura 7 - Modelo de rotação por estações



Na Sala de aula invertida (Figura 8) a rotação ocorre entre atividades presenciais supervisionadas pelo professor na escola e outra localidade fora da escola onde o aluno estuda de modo individual através de aplicação do conteúdo e lições online, de acordo com BACICH (2016, p.77):

Nesse modelo, a teoria é estudada em casa, no formato on-line, e o espaço da sala de aula é utilizado para discussões, resolução de atividades, entre outras propostas. O que era feito na sala de aula (explicação do conteúdo) é agora feito em casa e, o que era feito em casa (aplicação, atividades sobre o conteúdo), é agora feito em sala de aula. Esse modelo é valorizado como a porta de entrada para o Ensino Híbrido e há um estímulo para que o professor não acredite que essa é a única forma e que ela pode ser aprimorada.

Figura 8 - O modelo de sala de aula invertida



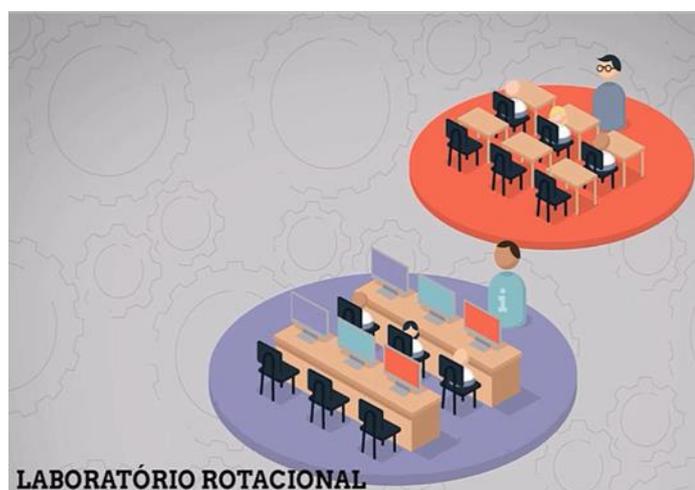
Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação ([www.ensinohibrido.org.br](http://www.ensinohibrido.org.br))

Outra modalidade de ensino híbrido é o **laboratório rotacional**, ilustrado na Figura 9:

O modelo de Laboratório Rotacional começa com a sala de aula tradicional, em seguida adiciona uma rotação para um computador ou laboratório de ensino. Os laboratórios rotacionais frequentemente aumentam a eficiência operacional e facilitam o aprendizado personalizado, mas não substituem o foco nas ações convencionais que ocorrem em sala de aula. O modelo não

rompe com o ensino considerado tradicional, mas usa o ensino *on-line* como uma ação sustentada para atender melhor às necessidades dos estudantes. Nesse modelo, portanto, os estudantes que forem direcionados ao laboratório trabalharão nos computadores, de forma individual e autônoma, para cumprir os objetivos fixados pelo professor que estará, com outra parte da turma, realizando sua aula da maneira que achar mais adequada (BACICH, 2016, p.76).

Figura 9 - O modelo laboratório rotacional

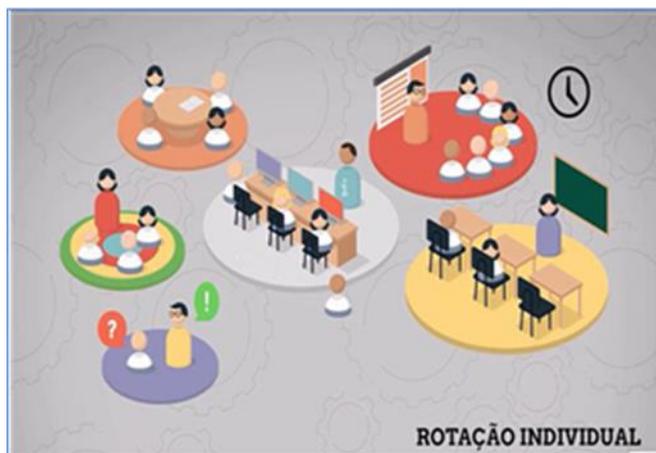


Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação ([www.ensinohibrido.org.br](http://www.ensinohibrido.org.br))

Por fim, o modelo de rotação individual (Figura 10) caracteriza-se por ser disruptivo com relação a sala de aula tradicional, segundo Bacich (2016, p.79), nesse modelo:

Cada aluno tem uma lista das propostas que deve contemplar em sua rotina para cumprir os temas a serem estudados. Aspectos como avaliar para personalizar devem estar muito presentes nessa proposta, uma vez que a elaboração de um plano de rotação individual só faz sentido se tiver como foco o caminho a ser percorrido pelo estudante de acordo com suas dificuldades ou facilidades.

Figura 10 - O modelo de rotação individual



Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação ([www.ensinohibrido.org.br](http://www.ensinohibrido.org.br))

## 4 MÉTODO DE PESQUISA

### 4.1 Estratégia de pesquisa

Uma vez que esta pesquisa parte da necessidade de resolução de um problema do ponto de vista prático e teórico, a *Design Science Research* (DSR) foi o método de pesquisa adotado para a condução deste trabalho.

Do ponto de vista teórico, não foi encontrada nenhuma pesquisa com a proposição de um cenário educacional para implementação do ensino de BIM na graduação de engenharia civil, utilizando metodologias de aprendizagem ativa e avaliado na perspectiva dos estudantes.

Com relação à natureza prática, dois desafios apontam para a necessidade dessa pesquisa. O primeiro relacionado ao desafio de inserir o BIM nos cursos de graduação em engenharia civil que apresentam uma matriz curricular existente, e por vezes sobrecarregada. Além disso, tem-se a necessidade de inserção de metodologias de aprendizagem ativa nesses cursos, demandada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharias.

Nas pesquisas conduzidas pela DSR, a definição da classe de problemas é fundamental, tendo em vista que o produto desse método de pesquisa é um artefato passível de avaliação e generalização a uma classe de problemas.

Nesse trabalho, apesar de não existir uma definição conceitual sobre Classes de Problemas, adotou-se o entendimento de Lacerda et al. (2013) “a organização de um conjunto de problemas, práticos ou teóricos, que contenha artefatos avaliados, ou não, úteis para a ação nas organizações”. Partindo desse entendimento, a classe de problemas dessa pesquisa é a educação BIM nos cursos relacionados à AEC numa respectiva do ensino híbrido.

De acordo com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), enquanto método de pesquisa, a DSR deve buscar reduzir o distanciamento entre a teoria e a prática, sem alterar o rigor necessário para garantir a confiabilidade dos resultados. Tendo como objetivo “Projetar e construir artefatos, prescrever soluções, estudar, pesquisar e investigar o artificial e seu comportamento” (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015). Logo, fica claro que o produto desse método são os artefatos criados.

Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) afirmam que um artefato pode ser compreendido como uma criação do homem e que faz uma interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema. Eles podem ser modelos, construtos, métodos e instanciações (MARCH e SMITH, 1995). O Quadro 7, explicita os tipos de artefatos.

Quadro 8 – Tipos de artefato

<b>Tipo de artefato</b>	
Constructo	Essa categoria corresponde àqueles artefatos desenvolvidos e avaliados pela pesquisa que são apresentados na forma de um constructo. Isto é, elementos conceituais que podem ser empregados para a descrição de problemas dentro do domínio e/ou para especificar as respectivas soluções. Estes artefatos podem ser apenas mencionados, descritos ou, ainda, explicados ao longo do texto.
Modelo	Essa categoria corresponde àqueles artefatos desenvolvidos e avaliados pela pesquisa que são apresentados na forma de um modelo. Ou seja, um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos, servindo como uma descrição ou representação de como as coisas são. Estes artefatos podem ser apenas mencionados, descritos ou, ainda, explicados ao longo do texto.
Método	Essa categoria corresponde àqueles artefatos desenvolvidos e avaliados pela pesquisa que são apresentados na forma de um método. Isto é, uma sequência de passos lógicos que auxiliam para a realização de alguma atividade. Estes artefatos podem ser apenas mencionados, descritos ou, ainda, explicados ao longo do texto.
Instanciação	Essa categoria corresponde àqueles artefatos desenvolvidos e avaliados pela pesquisa que são apresentados na forma de uma instanciação. Ou seja, a implementação do artefato (constructo, modelo ou método) em um contexto real. Estes artefatos podem ser apenas mencionados, descritos ou, ainda, explicados ao longo do texto.

Fonte: Dresch; Lacerda; Antunes Junior (2015)

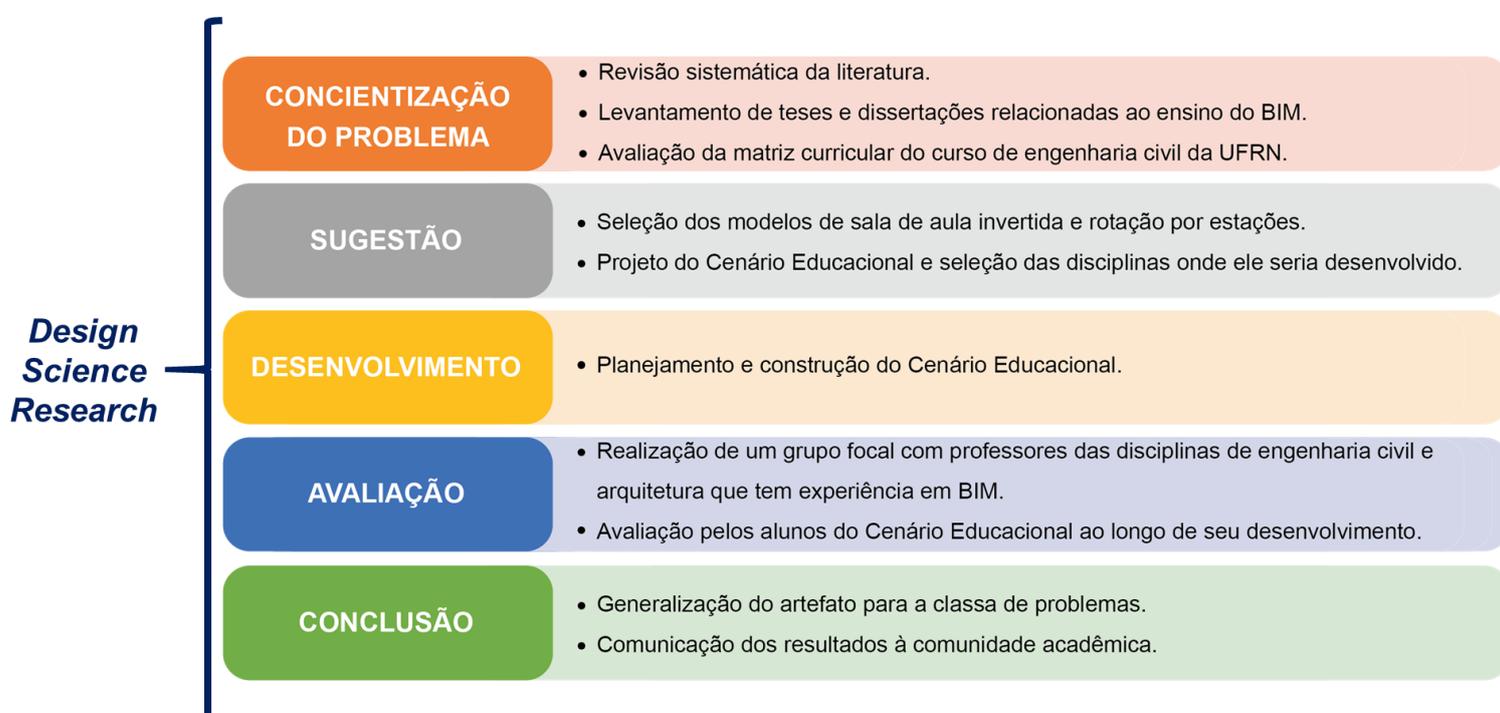
Uma vez apoiada no método de pesquisa *Design Science Research*, foi desenvolvido um método, enquanto artefato, denominado ao longo da pesquisa como cenário educacional para o ensino do BIM, sob uma perspectiva do ensino híbrido. Para a construção desse método foram utilizadas duas disciplinas do curso de engenharia civil da UFRN como recorte metodológico.

## 4.2 Delineamento da pesquisa

Diversos autores propuseram e formalizaram diferentes métodos para a condução das pesquisas fundamentadas na DSR, existindo algumas similaridades entre eles que podem ser tipificadas nas seguintes fases de delineamento da pesquisa: conscientização do problema, sugestão, desenvolvimento do artefato, avaliação e conclusão (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Diante disso, a Figura 11 apresenta o delineamento escolhido nessa pesquisa<sup>1</sup> envolvendo cinco etapas citadas anteriormente. Sendo descritas as decisões de pesquisas que foram adotadas.

Figura 11 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autor (2020)

### 4.2.1 Conscientização do problema

A primeira etapa dessa pesquisa consistiu na conscientização do problema a ser estudado. Para isso, conforme já apresentado no capítulo 2, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, no cenário internacional, sobre educação BIM e uma busca na BDTD por pesquisas que se relacionassem ao ensino do BIM no Brasil. Com isso, foi possível justificar a necessidade de desenvolvimento do cenário educacional.

<sup>1</sup> Este projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CAAE 18721819.8.0000.5292). Número do Parecer: 3.726.117.

Ainda nessa etapa, o método proposto por Checcucci (2014) foi aplicado para avaliação da matriz curricular do curso de engenharia civil da UFRN, a fim de identificar as interfaces dos componentes curriculares com o BIM.

#### 4.2.2 Sugestão

Nessa etapa, tomando como base o método científico abduutivo, o pesquisador deve se utilizar essencialmente de sua criatividade e seus conhecimentos prévios para transformar o conhecimento descritivo em princípios para a construção do artefato (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Segundo Lacerda et al. (2013), essa etapa da DSR traz como resultado o conjunto de possíveis artefatos e a escolha de um, ou mais, para serem desenvolvidos.

Tendo em vista que o artefato a ser desenvolvido consiste na proposição de um cenário educacional para ensino do BIM, sob a perspectiva do ensino híbrido, nessa fase foi realizada a definição das duas modalidades de ensino híbrido usadas nessa pesquisa (sala de aula invertida e rotação por estações). Ademais, nessa etapa definiu-se quais as prováveis disciplinas que seriam utilizadas como recorte metodológico e algumas estratégias de implementação do ensino do BIM nessas disciplinas que já possuíam outros objetivos pedagógicos.

#### 4.2.3 Desenvolvimento do artefato

Nesse momento, as definições pensadas na etapa anterior foram operacionalizadas e implementadas a partir dos modelos de ensino híbrido (sala de aula invertida e rotação por estações), sendo observada ao longo de toda a experiência a perspectiva dos sujeitos envolvidos para posterior avaliação do artefato produzido.

Após avaliação da matriz curricular foram escolhidas duas disciplinas para o desenvolvimento do artefato: Gestão da Construção e Desenho de Projetos Assistido por Computador.

#### 4.2.4 Avaliação

##### 4.2.4.1 Grupo Focal

De acordo com Lacerda et al. (2013), a estratégia de utilização dos grupos focais pode ser utilizada como método de avaliação mais eficaz para a pesquisa da DSR, uma vez que permite uma discussão profunda e colaborativa em relação aos artefatos desenvolvidos.

Essa reunião é guiada por um moderador que, segundo Cooper e Schindler (2003), tem a função de apresentar o artefato desenvolvido e incentivar a discussão entre os participantes, todavia isso deve ser realizado sem que o moderador tome partido na discussão, sendo, portanto, imparcial nesse processo.

Com relação à quantidade de participantes no grupo focal, Barbour (2009), informa que o grupo focal pode ser composto de dez a doze pessoas, enquanto Freitas e Oliveira (2006) orientam que ele seja constituído por um grupo entre seis a dez pessoas. Ainda de acordo com esses últimos, o grupo deve ser satisfatoriamente pequeno, de modo a permitir que todos os participantes partilhem as suas percepções e grande o bastante para fornecer diversidade de percepções.

Nessa pesquisa, houve um total de 11 participantes, sendo consideradas para a discussão as contribuições de 10 participantes que se enquadravam no perfil requerido: ser professor de uma instituição de ensino superior (IES) de cursos de engenharia civil (EC) e/ou arquitetura e urbanismo (AU). Dessa forma, o participante de número 06 foi excluído por não se enquadrar nesses critérios, sendo, portanto, consideradas as contribuições de 10 participantes.

A avaliação do cenário educacional foi realizada tomando por base os seguintes critérios, propostos por March e Smith (1995):

- Operacionalidade: análise da funcionalidade do cenário educacional;
- Generalidade: delimitação do uso deste cenário (se somente aplicado aos cursos de engenharia civil ou poderá ser aplicado nos cursos de arquitetura e urbanismo; se apenas aplicado a disciplinas relacionadas ao BIM 4D E 5D ou para outras disciplinas dos cursos de graduação);
- Facilidade de uso: observação da usabilidade do cenário educacional no curso de engenharia civil.

O grupo focal foi realizado no II Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (SBTIC), na cidade de Campinas –SP, por apresentar uma oportunidade de reunir os participantes supracitados.

Com relação às etapas do grupo focal, este teve uma duração de 60 minutos, onde os 20 minutos iniciais foram destinados à apresentação; e os últimos 40 minutos para a discussão e conclusão das contribuições dos participantes, que serão apresentadas no próximo capítulo.

Para orientar as discussões e avaliação os participantes preencheram duas fichas, a primeira de identificação e a segunda com quatro perguntas que foram avaliadas com notas entre 0 (nenhuma), 1 (pouca), 2 (média) e 3 (muita). Os participantes responderam a estas quatro questões e justificaram no debate as suas escolhas. Essas duas fichas encontram-se no Apêndice A.

Previamente, ao início do grupo focal os participantes receberam e assinaram os termos de autorização para uso de imagens, termo consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o termo de autorização para gravação de voz. Esses termos encontram-se no Apêndice A e foram preconizados pelo comitê de ética, ao qual esse trabalho encontra-se consubstanciado,

Em posse das fichas e das gravações em áudio, as falas dos participantes foram transcritas e compiladas de modo a permitir a avaliação e o refinamento do cenário educacional.

#### *4.2.4.2 Avaliação sob a perspectiva dos estudantes*

Além da avaliação pelos professores, o artefato, à medida que foi sendo desenvolvido, também foi avaliado pelos estudantes, por meio de questionários eletrônicos e das discussões realizadas ao final de cada intervenção em sala de aula; momento em que os estudantes demonstraram suas impressões sobre o cenário e sugestões de melhorias.

#### **4.2.5 Conclusão**

De acordo com Lacerda et al. (2013), a etapa de conclusão deve sintetizar o que se aprendeu em todas as fases do projeto, bem como justificar a contribuição do trabalho.

Desse modo, nessa fase da pesquisa generalizou-se o artefato para a classe de problemas da pesquisa, apontando as contribuições práticas e teóricas. A finalização dessa etapa deu-se por meio da comunicação dos resultados da pesquisa à comunidade científica.

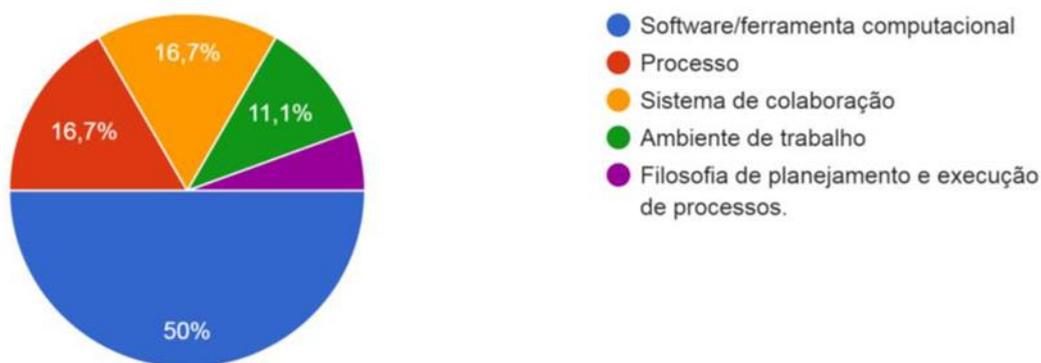
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Conscientização

#### 5.1.1 Interfaces entre o curso de engenharia civil da UFRN e BIM: uma análise da matriz curricular

Primeiramente, apresentam-se as respostas às perguntas iniciais do questionário acerca da compreensão do tema BIM e das dificuldades do seu ensino. Foram obtidas 18 respostas de professores efetivos do curso de engenharia civil da UFRN. Quanto ao entendimento dos docentes com relação ao que seria BIM, metade deles o compreende como Software/ferramenta computacional (Figura 12), o que apresenta um cenário de visão limitada, uma vez que o ensino de BIM deve perpassar por conceitos como coordenação, integração e colaboração, sendo estes essenciais para uma prática de projeto baseada no BIM (RUSCHEL, ANDRADE E MORAIS, 2013). Além disso, o conceito de BIM passa pelo entendimento que não o limita como sendo uma ferramenta, mas como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos que objetivam produzir, comunicar e analisar modelos de construção (EASTMAN et al., 2011).

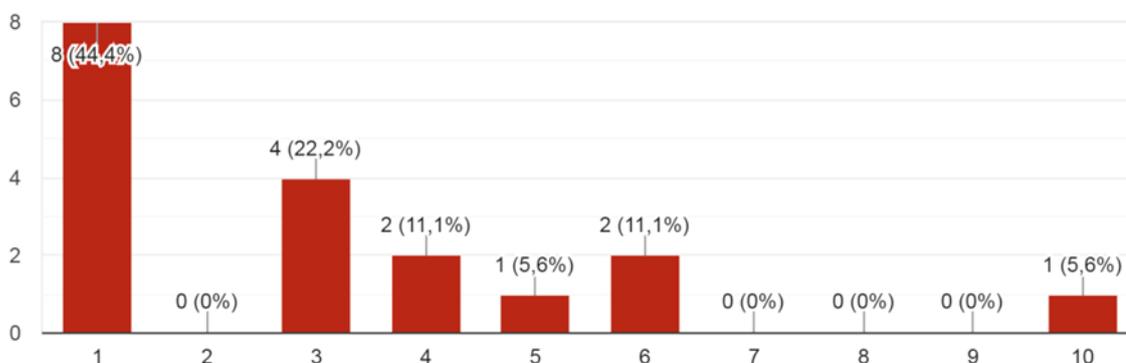
Figura 12 - Resposta dos professores à pergunta “O que é BIM para você?”



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

No que diz respeito à auto avaliação dos docentes sobre seu nível de conhecimento em BIM, 44,4% atribuiria uma nota 1 numa escala de 0 a 10 (Figura 13). Dessa maneira, nota-se a importância de capacitação para o corpo docente da UFRN, viabilizando uma implementação mais eficaz do ensino de BIM.

Figura 13 - Resposta dos professores à pergunta “Qual nota você atribuiria ao seu conhecimento sobre BIM numa escala de 0 a 10?”

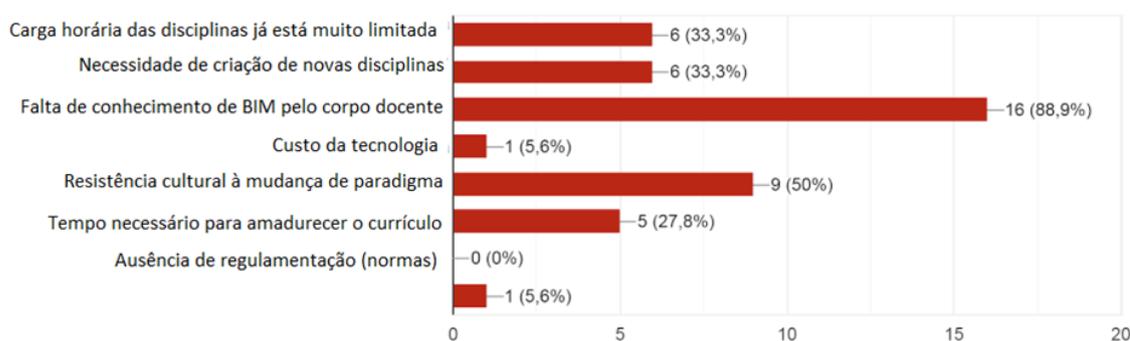


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Além disso, foram questionadas quais barreiras seriam visualizadas com relação ao ensino de BIM na universidade (Figura 14). As duas maiores dificuldades apontadas estão em consonância com os resultados apontados previamente, que seriam a falta de conhecimento de BIM pelo corpo docente (88,9% das respostas) e a resistência cultural à mudança de paradigma. Em seguida, foram apontadas as questões relativas à alta carga horária das disciplinas (não haveria tempo para inserção de conteúdos relacionados ao BIM) e à necessidade de criação de novas disciplinas.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a metodologia utilizada neste trabalho propõe uma adoção integrada do ensino de BIM, de forma que os conteúdos são diluídos e inseridos dentro das ementas de cada disciplina, o que contribui para suplantar tais dificuldades.

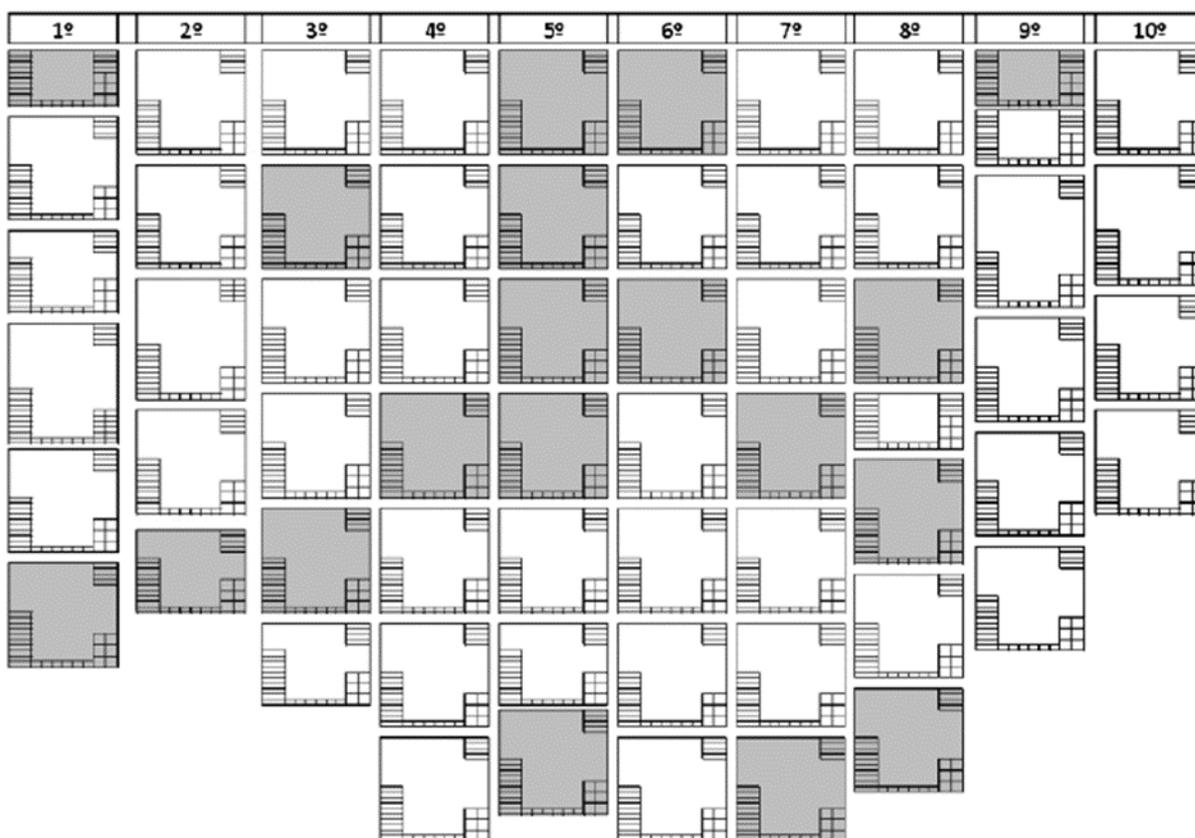
Figura 14 - Resposta dos professores à pergunta “Quais barreiras você entende que existem para a implantação do ensino de BIM no curso de engenharia civil da UFRN?”



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

No que diz respeito à análise de cada componente curricular, apresenta-se primeiramente a classificação dos componentes obrigatórios. As disciplinas obrigatórias objeto de respostas pelo questionário estão representadas na Figura 15, representando cerca de 30% do total da matriz. A categorização foi realizada pelos autores tomando por base a contribuição dos professores nas disciplinas categorizadas por eles. A classificação das demais disciplinas se deu com base em análise por recomendações da literatura.

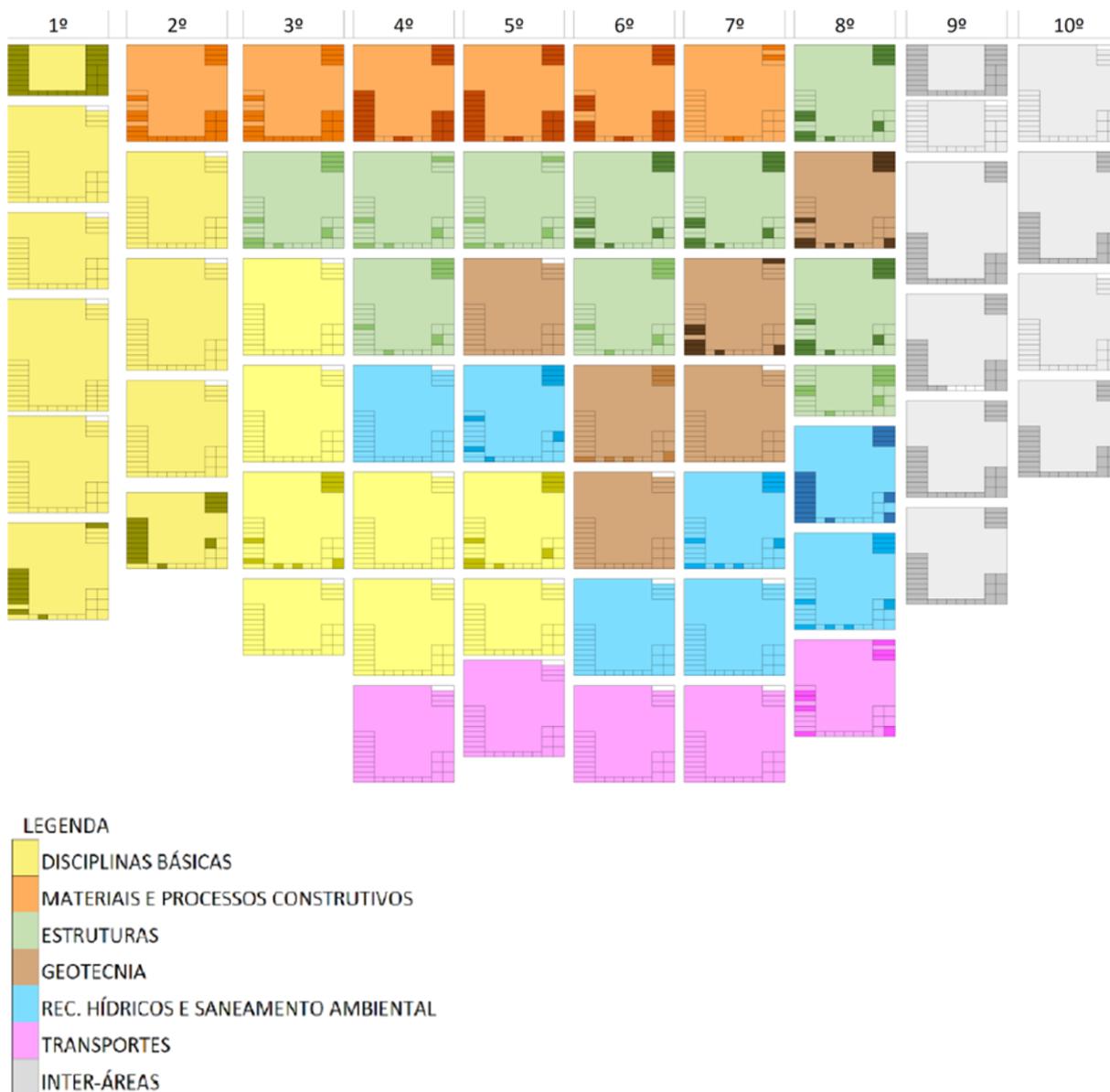
Figura 15 - Disciplinas cuja categorização foi respondida pelos respectivos docentes



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A matriz completa do curso com a classificação adotada no trabalho está representada na Figura 16. Em seguida, são apresentadas (sem linhas de grade) apenas aqueles componentes curriculares que apresentam interface com o BIM, o que facilita a identificação de quando os conteúdos podem ser inseridos no curso (Figura 17).

Figura 16 - Análise da matriz curricular do curso de engenharia civil e as interfaces com o ensino de BIM



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

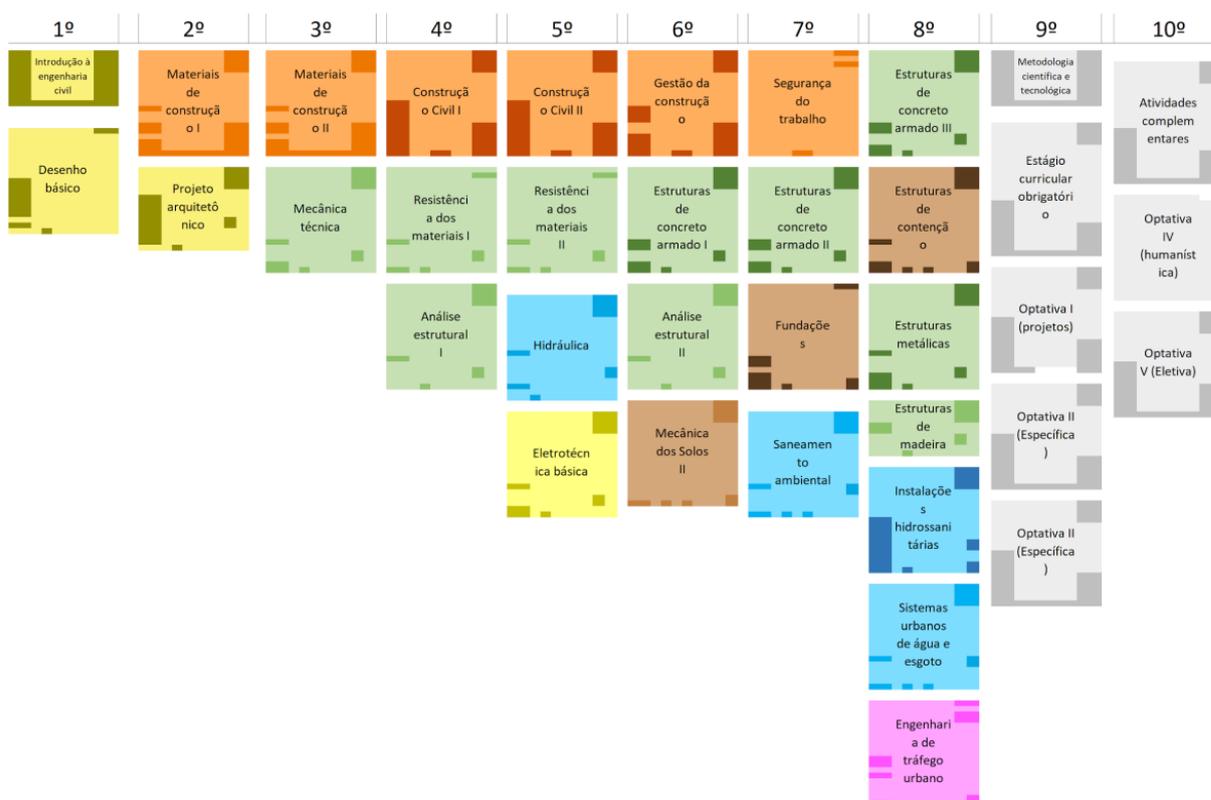
Nota-se que a maioria das disciplinas que não possuem relação com BIM são aquelas introdutórias a todos os cursos de engenharia (cálculos, físicas, entre outras) ou de cunho teórico/introdutório em áreas de geotecnia, transportes e de recursos hídricos e saneamento ambiental, específicas do curso de engenharia civil. Quanto às grandes áreas dos componentes curriculares, os conteúdos relacionados ao BIM podem ser trabalhados desde as disciplinas básicas, ainda no primeiro período do curso, como por exemplo, no componente “introdução à

engenharia civil”, que tem forte relação com o tema e pode introduzir todos os conceitos necessários, apresentando um panorama geral sobre a temática.

As disciplinas da área de materiais e processos construtivos que possuem interface explícita com BIM estão relacionadas à construção civil e gestão da construção, nas quais pode inclusive ser trabalhado o BIM 4D, incluindo a elaboração de cronogramas de obra e orçamentos através dos modelos já desenvolvidos nas disciplinas de projeto arquitetônico e materiais de construção.

No que diz respeito aos componentes curriculares da área de estruturas, as disciplinas com uma possível relação com BIM podem ser utilizadas para que os estudantes se familiarizem com a utilização das plataformas na área, a semântica dos modelos, colaboração e alguns aspectos da modelagem, para que então aprofundem seus conhecimentos nos componentes curriculares subsequentes. O mesmo se aplica às disciplinas das demais áreas.

Figura 17 - Componentes curriculares que apresentaram interface com o BIM



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quanto aos tópicos discutidos nos componentes curriculares, todas as etapas do ciclo de vida da edificação podem ser abordadas em algum momento ao longo da matriz curricular, assim como os diferentes tipos de projeto e etapas do ciclo de vida da edificação. Entretanto,

há poucas disciplinas que abordam conteúdos relacionados à estudo de viabilidade, uso (operação/ manutenção) e demolição (ou requalificação), o que ocorreu semelhantemente no estudo e Checcucci e Amorim (2014). Algo pode ser visto em relação a isso, no currículo obrigatório, em “introdução à engenharia civil” ou nas disciplinas de materiais de construção, contudo de forma não tão aprofundada. Esses conteúdos podem ser inseridos na ementa existente de alguma disciplina ou em uma possível nova disciplina.

No que diz respeito às disciplinas na área de “inter-áreas”, envolvem atividades complementares, estágio curricular obrigatório e disciplinas optativas. O aluno pode dar enfoque claro ou não ao paradigma BIM, a depender de suas escolhas. Destaca-se que o aluno deve escolher pelo menos uma optativa na área de projetos, com forte relação com o paradigma BIM. Ademais, sugere-se a criação de uma disciplina optativa para aprofundamento no tema.

## **5.2 Sugestão do artefato**

Os resultados provenientes da etapa de conscientização do problema orientaram a seleção dos componentes curriculares, nos quais o cenário educacional foi desenvolvido. Essa escolha deu-se após a avaliação das interfaces existentes entre as disciplinas da matriz curricular do curso de engenharia civil da UFRN e o BIM. Sendo escolhidos dois componentes curriculares: Gestão da Construção (60h) e Desenho de Projetos Assistido por Computador (60h).

Essa escolha deu-se em função das interfaces entre essas disciplinas e os usos do BIM para a modelagem paramétrica 3D, a orçamentação e o planejamento de obras. Além disso, até o momento de realização da pesquisa, as disciplinas não tinham em seu escopo o conceito sobre BIM. Sendo a disciplina Gestão da Construção voltada para orçamentação e planejamento de obras, enquanto a segunda disciplina está essencialmente voltada ao ensino de ferramentas computacionais de modelagem 2D e 3D, sem que fosse trabalhado os fundamentos que norteiam o BIM.

No desenvolvimento desse artefato, foram desenvolvidas três versões de cenários educacionais, conforme ilustrado na Figura 18. Em cada uma delas, foram implementadas melhorias propostas pelos estudantes. Além disso, para construção da versão final levou-se em consideração as contribuições da avaliação das primeiras versões por docentes de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, por meio de um grupo focal. As duas primeiras versões foram desenvolvidas na disciplina de Gestão da Construção, no semestre 2019.1,

enquanto a versão final foi implementada na disciplina Desenho de Projetos Assistido por Computador, em 2019.2.

Figura 18 – Versões do Cenário Educacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

## 5.3 Desenvolvimento do artefato

### 5.3.1 Primeira versão do Cenário Educacional

Para o desenvolvimento das primeiras versões, previamente ao início das aulas, foi elaborado um planejamento das intervenções que aconteceriam ao longo do semestre letivo. Esse planejamento foi pensado de forma conjunta entre o pesquisador e o docente responsável pela disciplina Gestão da Construção. Nesse processo de planejamento, foram definidos os seguintes objetivos pedagógicos e a respectiva carga horária:

- Descrever os fundamentos do BIM: Conceito, noções fundamentais relacionadas ao paradigma (4h).
- Esclarecer os fundamentos relacionados ao BIM para orçamentação e planejamento de obras (4h).
- Aplicar uma ferramenta para modelagem 3D e realizar a extração automática de quantitativos de um projeto residencial unifamiliar (4h).

A necessidade de trabalhar previamente os fundamentos do BIM: Conceito, noções fundamentais relacionadas tornou-se indispensável, uma vez que os estudantes não tinham trabalho com o BIM em nenhuma disciplina anterior da matriz curricular, dessa forma muitos não conheciam os conceitos fundamentais necessários para que pudessem entender os usos do BIM voltados para ornamentação e planejamento.

A disciplina Gestão da Construção, ministrada no 6º período do curso de Engenharia Civil da UFRN, possui uma carga horária de 60h aulas. Desse total, 12h foram destinadas às intervenções que resultaram no desenvolvimento das primeiras versões desse cenário educacional. Nessa disciplina, ministrada no semestre letivo 2019.1, os encontros aconteceram duas vezes por semana, com 2h/aula de duração (100 minutos). Nessa disciplina, o pesquisador também atuou como estagiário docente, juntamente com três monitores e o docente responsável pela disciplina. O conteúdo programático da disciplina era dividido em três unidades: (i) orçamentação, (ii) Planejamento de obras e (iii) gestão de qualidade, gestão de pessoas e fundamentos da Filosofia Enxuta aplicada à construção civil.

Ainda nessa fase inicial de planejamento da disciplina, o pesquisador apresentou ao docente o ensino híbrido como a metodologia de aprendizagem ativa. Apresentou a ele que nas intervenções da pesquisa seriam usadas duas modalidades do ensino híbrido, a saber: sala de aula invertida e rotação por estações.

Após definidos os objetivos pedagógicos, a duração das intervenções e a metodologia de ensino e aprendizagem, definiu-se o processo de avaliação dos estudantes.

Conjuntamente ao professor acordou-se que 30% da nota, em cada uma das três unidades, estaria ligada às intervenções da pesquisa. A avaliação continuada, pautada na participação dos discentes em todas as atividades propostas na sala de aula invertida e durante a rotação por estações, foi escolhida como método avaliativo.

Vale ainda salientar que no semestre letivo de 2019.1 houve duas turmas: uma no período da manhã e outra no período da tarde, sendo que as intervenções foram realizadas em ambas as turmas. A turma do período matutino contava com 23 discentes e a turma do turno vespertino possuía 14 discentes.

### 5.3.2 Elaboração dos questionários

Tendo em vista que um dos objetivos específicos dessa pesquisa é a percepção e avaliação pelos estudantes com relação ao cenário educacional desenvolvido, foram produzidos e aplicados alguns questionários. De imediato, esses instrumentos permitiram a obtenção de parâmetros necessários ao planejamento e desenvolvimento das atividades, sobretudo dos recursos didáticos que foram utilizados. Ademais, as respostas dos estudantes a esses questionários orientaram o refinamento do cenário educacional.

O Quadro 8 identifica em qual apêndice desta dissertação encontra-se cada um dos questionários aplicados aos estudantes, objetivo de cada um deles e a fase na qual foram aplicados. Além disso, a aplicação deles está em consonância com o preconizado pelo comitê de ética, ao qual toda a pesquisa foi consubstanciada.

Quadro 9 - Descrição dos questionários aplicados aos estudantes

<b>Primeira versão do Cenário Educacional</b>		
<b>APÊNDICE</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>OBJETIVO</b>
H	Diagnóstico dos estudantes de Gestão da Construção	Reconhecer o perfil da turma com relação à disponibilidade de utilização de recursos didáticos (uso de celular, notebooks), tipo de escola que frequentaram no ensino médio, preferência de atividades (em grupo ou individual, online ou presencial etc).
I	Diagnóstico da Turma com relação ao BIM e Metodologias de Aprendizagem Ativa.	Identificar a proficiência e familiaridade dos estudantes com relação ao BIM e metodologias de aprendizagem ativa.
J	Avaliação da Rotação por Estações: Fundamentos do BIM.	Identificar a percepção dos estudantes com relação às atividades desenvolvidas na Rotação por Estações: pontos positivos e as sugestões de melhorias com relação à aula sobre o conceito e os fundamentos do BIM.
<b>Segunda versão Cenário Educacional</b>		
K	Avaliação da Rotação por Estações: BIM para orçamentação e planejamento.	Identificar a percepção dos estudantes com relação às atividades desenvolvidas na Rotação por Estações: pontos positivos e as sugestões de melhorias com relação à aula sobre os usos do BIM para orçamentação e planejamento.
L	Avaliação da sala de aula invertida: videoaulas da ferramenta BIM.	Identificar a percepção dos estudantes com relação às atividades desenvolvidas na Sala de aula invertida: pontos positivos e as sugestões de melhorias com relação ao ensino de uma ferramenta de modelagem BIM através de vídeoaulas.
<b>Versão final do Cenário Educacional</b>		
M	Diagnóstico de estudantes de Desenho de Projetos Assistido por Computador	Reconhecer o perfil da turma com relação à disponibilidade de utilização de recursos didáticos (uso de celular, notebooks), tipo de escola que frequentaram no ensino médio, preferência de atividades (em grupo ou individual, online ou presencial etc).
N	Diagnóstico com relação ao BIM e Metodologias de Aprendizagem Ativa turma de Desenho de Projetos Assistido por Computador.	Identificar a proficiência e familiaridade dos estudantes com relação ao BIM e metodologias de aprendizagem ativa.
J	Avaliação da Rotação por Estações: Fundamentos do BIM.	Identificar a percepção dos estudantes com relação às atividades desenvolvidas na Rotação por Estações: pontos positivos e as sugestões de melhorias com relação à aula sobre o conceito e os fundamentos do BIM.

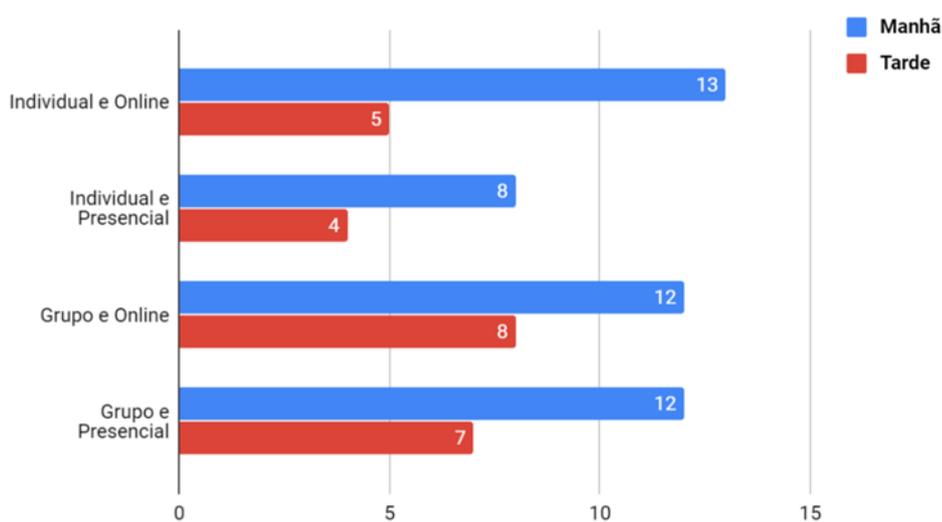
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No início do semestre letivo, o pesquisador explicou aos estudantes sobre a importância desses questionários para a pesquisa, a natureza voluntária do preenchimento deles e a preservação da identidade dos respondentes. Além disso, foi esclarecido que o seu preenchimento não faria diferença na nota final da disciplina.

### 5.3.2.1 Resultados da aplicação dos questionários 01 e 02

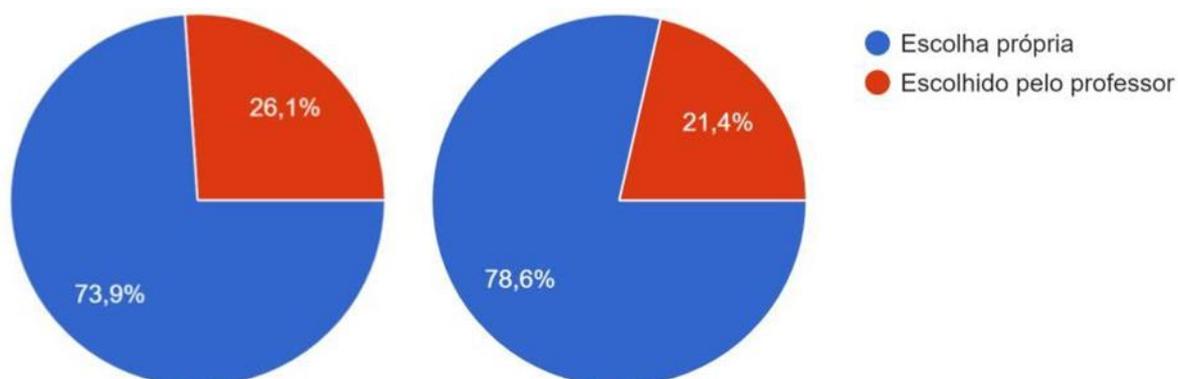
Através do questionário 01, percebe-se que a maioria dos estudantes, nas duas turmas, preferem atividades realizadas em grupo (Figura 19), onde os componentes são escolhidos por eles. Com relação à escolha dos componentes, de cada grupo, eles tinham preferência que essa escolha fosse realizada pelos estudantes e não pelo professor (Figura 20).

Figura 19 - Você prefere qual tipo de atividade?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 20 - Nas atividades realizadas em grupo, você prefere que os componentes sejam escolhidos por você ou pelo professor? (turma da manhã e turma da tarde, respectivamente).

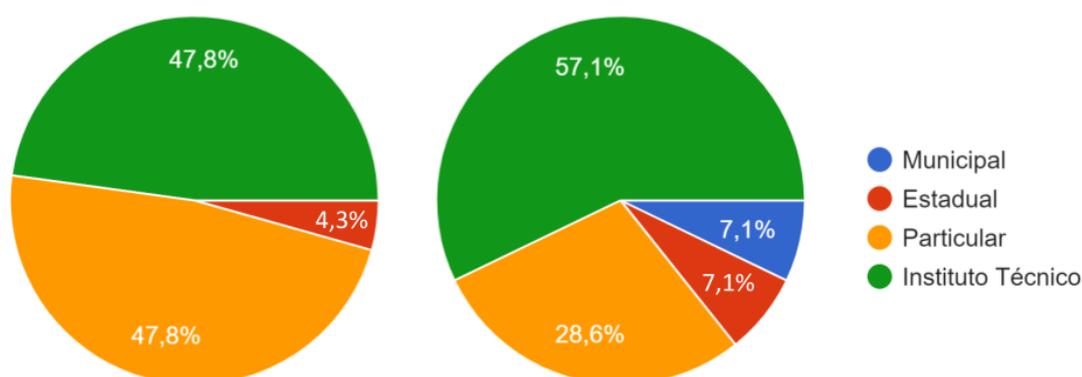


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Além disso, os resultados do questionário 01 mostraram que todos os estudantes possuíam celular e tinham disponibilidade para trazê-los para a sala de aula. O mesmo não foi verificado quando se perguntou sobre a possibilidade de trazerem o notebook. Em posse desses resultados o pesquisador escolheu atividades que poderiam ser desenvolvidas com a utilização do aparelho móvel em detrimento das que necessitam da utilização de notebooks.

Ainda com relação ao questionário 01, conforme ilustra a Figura 21, mais de 40% dos estudantes, das duas turmas, era oriunda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Essa informação justificou o contato que alguns estudantes tiveram com o BIM, mesmo quando eles não estavam inseridos nas disciplinas do curso de engenharia civil da UFRN, uma vez que alguns estudantes tiveram contato, através de projetos de pesquisa no IFRN.

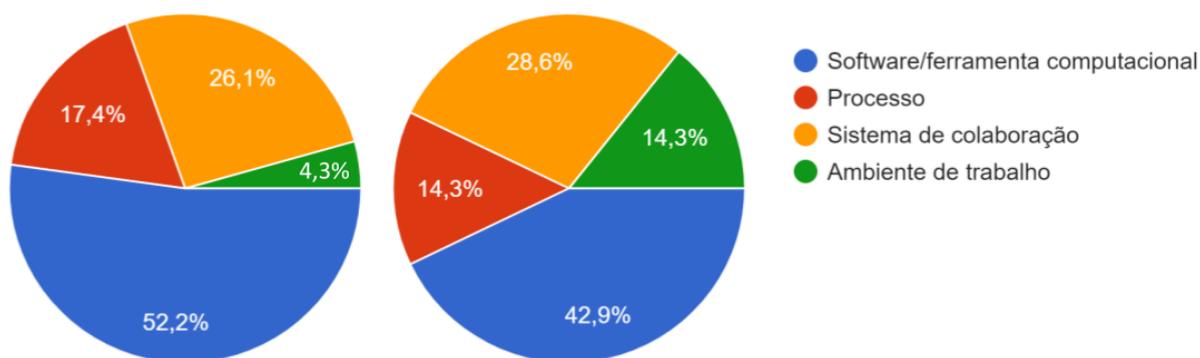
Figura 21 - Qual tipo de escola você concluiu o seu ensino médio? (turma da manhã e turma da tarde, respectivamente).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na Figura 22, fica claro o entendimento limitado da maioria dos estudantes com relação ao BIM, essa visão estava limitada ao entendimento do conceito enquanto um software ou ferramenta. Essa visão estava em consonância com a percepção dos professores do curso (conforme Figura 12). Com base nisso pode-se inferir a necessidade de momento de aprofundamento sobre conceito e fundamentos do BIM, além da utilização do BIM para orçamentação e planejamento de obras. Os estudantes também relataram oralmente que nunca foi trabalhado o conceito do BIM em disciplinas anteriores. Ou seja, os estudantes integralizaram 50% do curso sem trabalhar o BIM nas disciplinas, sem terem visto a modelagem 3D usando o BIM. Por isso, além de trabalhar os usos do BIM relacionados ao escopo da disciplina, foi necessário antes trabalhar junto aos estudantes o conceito e fundamentos relacionados ao BIM.

Figura 22 - Questionário 04: O que é BIM para você? (turma da manhã e turma da tarde, respectivamente).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação à expectativa dos estudantes para a inserção do BIM, através do Quadro 9, verificou-se que apesar do desconhecimento sobre a metodologia, eles entendiam a importância de inserção nas disciplinas do curso.

Quadro 10 - Questionário 05: O que você espera da inserção do BIM na disciplina de Gestão da Construção?

<b>O que você espera da inserção do BIM na disciplina de Gestão da Construção?</b>
Que auxilie na otimização das atividades e enriqueça os trabalhos.
Que possa contribuir de maneira positiva e satisfatória
Espero aprender a utilizar novos programas e poder aplicar os novos conhecimentos na minha vida profissional futura.
Espero que seja uma motivação para continuar o uso deste processo
Não conheço então não tenho expectativa formada
Não conheço muito bem, mas espero que possa ajudar no entendimento e no desenvolvimento da disciplina.
Uma integração com a disciplina para tornar mais visuais e práticos os assuntos aprendidos
Acho uma ótima idéia pois é algo que está cada vez mais inovador
Conhecer mais sobre o assunto e sobre as ferramentas oferecidas durante a disciplina.
Irá acrescentar bastante na qualidade e visualização do trabalho!! Tenho excelentes expectativas.
Aprender a utilizar a ferramenta e aplicar os conhecimentos na vida profissional
Espero que possamos obter um melhor aproveitamento da disciplina ao utilizarmos o BIM
Grande expectativa, pois vejo que é um incrível sistema que ajuda bastante na engenharia civil e é fundamental o estudante ter acesso.
Espero aprender sobre e colocar em prática posteriormente.
Acho interessante por abrir o leque de aprendizagem fora do convencional. Sairemos mais preparados do curso!

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No tocante às metodologias de aprendizagem ativa, no questionário foi apresentada a Figura 23. A partir dela, foram feitas perguntas cujas respostas se encontram na Figura 24. Essas perguntas tinham a intenção de verificar o contato anterior que os estudantes tinham com as metodologias de aprendizagem ativa e mais intencionalmente com o ensino híbrido.

Figura 23 – Disposições da sala de aula



1- Alunos enfileirados e o professor explicando a matéria.

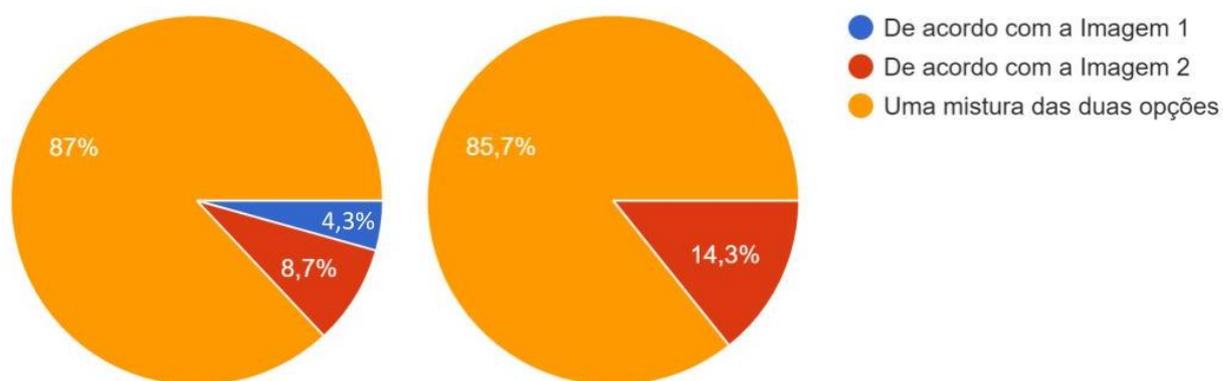


2 – Alunos em grupos, com e sem o uso de tecnologias. Professor passa pelos grupos para discutir a matéria.

Fonte: Bacich (2016)

Com base nas imagens da Figura 23 os estudantes foram provocados a identificarem a sala de aula, para essa questão todos os estudantes, nas duas turmas, identificaram suas salas de aula semelhante à primeira imagem. Quando perguntado como que eles gostariam que sua sala de aula fosse organizada, os estudantes demonstraram maior interesse na mistura dos dois modelos de organização, conforme apresentado na Figura 24.

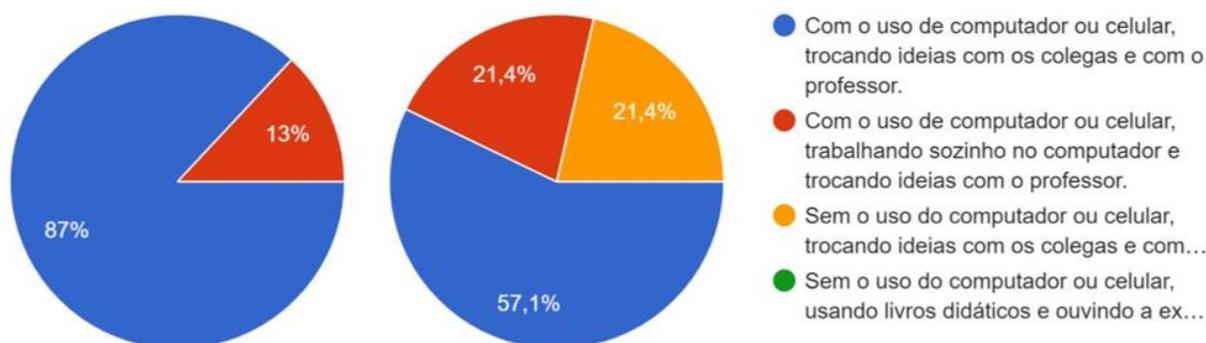
Figura 24 - Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No tocante à percepção dos estudantes sob a maneira que aprendem melhor, a Figura 25 aponta que todos os estudantes aprendem melhor quando o ensino é mediado por alguma tecnologia, sendo a opção de utilização do celular apontada por todos como positiva. Com relação à forma de organização das atividades, mais de 50% dos estudantes deram preferência às atividades realizadas em grupo.

Figura 25 - De que maneira você acredita aprender melhor durante as aulas? (turma da manhã e turma da tarde, respectivamente).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Com relação ao contato prévio que os estudantes tiveram com as seguintes metodologias de aprendizagem ativa: a sala de aula invertida, PBL, aprendizagem baseada em projetos.

### 5.3.3 Atividades online e presenciais

Além do AAV para facilitar a comunicação e a interação entre as turmas e o pesquisador, criou-se um grupo no *WhatsApp* para cada uma das turmas. A pedido dos monitores, estes também foram adicionados ao grupo. O professor da disciplina não estava no grupo. Essa opção de comunicação deve ficar a cargo do responsável pela aplicação desse cenário educacional. Tendo como vantagens, maior aproximação e facilidade de comunicação entre os estudantes e o professor.

Para fins de apresentação, os resultados serão divididos em dois momentos: um que aconteceu de modo online e outro presencial (ou *offline*). O primeiro refere-se àquelas atividades propostas aos estudantes e que não implicaram na presença física em sala de aula e nos quais os momentos de estudo são realizados previamente às aulas. O segundo refere-se a todas as atividades que aconteceram no ambiente físico da sala de aula, sob a supervisão do pesquisador. A Figura 26 exemplifica a proposição desses dois momentos.

Figura 26 - Atividades online - Sala de aula invertida



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 5.3.3.1 Atividades online - Sala de aula invertida

Para mediação do estudo *online* se faz necessária a utilização de um ambiente de aprendizagem virtual (AAV). Nesta pesquisa, optou-se pelo uso do *Google Classroom*, uma plataforma educacional do *Google for Education*. Neste ambiente, diversos materiais didáticos foram disponibilizados aos estudantes, para que eles se familiarizassem com os assuntos que seriam tratados em sala de aula, como por exemplo: livros, artigos e vídeos explicativos sobre o conceito e fundamentos relacionados ao BIM, e destinados aos usos voltados para orçamentação e planejamento, além de vídeos tutoriais sobre a ferramenta BIM usada para modelagem 3D e extração automática dos quantitativos.

Esses conteúdos foram sendo disponibilizados antes das aulas onde cada assunto seria trabalhado. A diversidade de materiais disponibilizados parte da premissa que os estudantes aprendem em ritmos e modos diferentes; desse modo, enquanto que um aluno pode assimilar melhor um conteúdo através da leitura de um livro ou artigos, outro pode ter essa assimilação facilitada ao assistir a um vídeo que pode ser gravado previamente pelo professor ou mesmo vídeos disponibilizados numa plataforma como o Youtube. Desse modo, quando o professor diversifica as opções de materiais didáticos, os estudantes multiplicam as possibilidades de assimilação de determinado conteúdo.

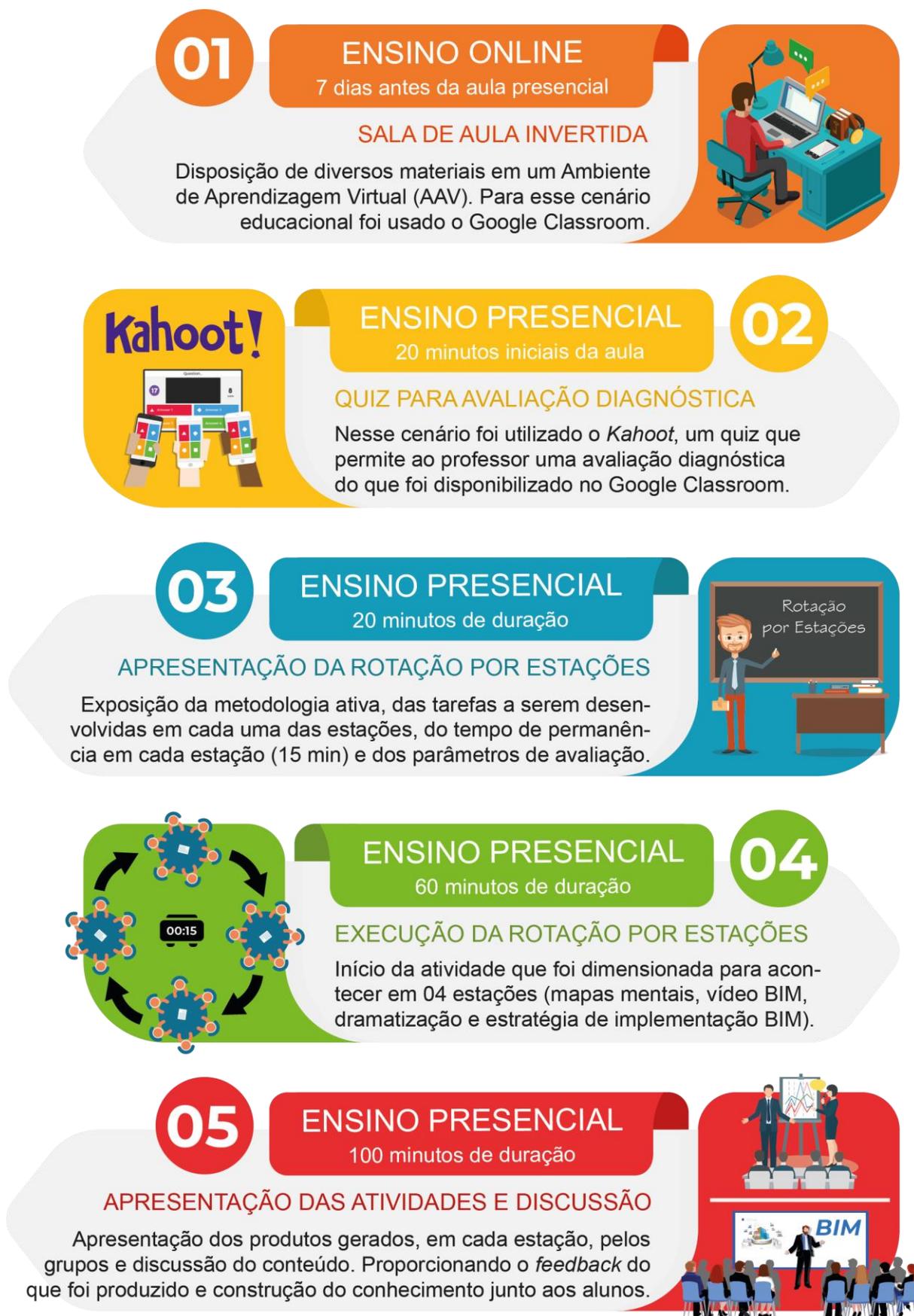
Essa discussão se faz pertinente no contexto de inserção da sala de aula invertida, na qual os estudantes entraram em contato com um assunto, até então desconhecido ou com

pouca familiaridade. Um desafio nessa metodologia consiste em assegurar que os estudantes tenham realizado os estudos dos conteúdos disponibilizados no AAV. Para facilitar que os estudantes possam estudar é importante que o docente, além de apresentar previamente a importância desse estudo prévio, associe esse momento online a uma avaliação em sala de aula. Nesse sentido, a rotação por estações se apresenta como uma outra modalidade do ensino híbrido que favorece a continuidade desse processo de ensino-aprendizagem, pois os estudantes colocaram em prática o que estudaram na sala de aula invertida.

#### *5.3.3.2 Atividades presenciais - Rotação por Estações*

Essa fase aconteceu em 6 encontros, ao longo do semestre letivo, cada uma com duração de 100 minutos. Na primeira aula, após realização dos assuntos disponibilizados no AAV, os estudantes participaram das atividades desenvolvidas no modelo rotação por estações, possibilitando a concretização da primeira versão do cenário educacional. Na aula seguinte eles apresentaram os produtos gerados em cada uma das estações; e por fim foi realizada uma discussão sobre o assunto estudado na sala de aula invertida e rotação por estações. A Figura 27 ilustra o processo anteriormente descrito.

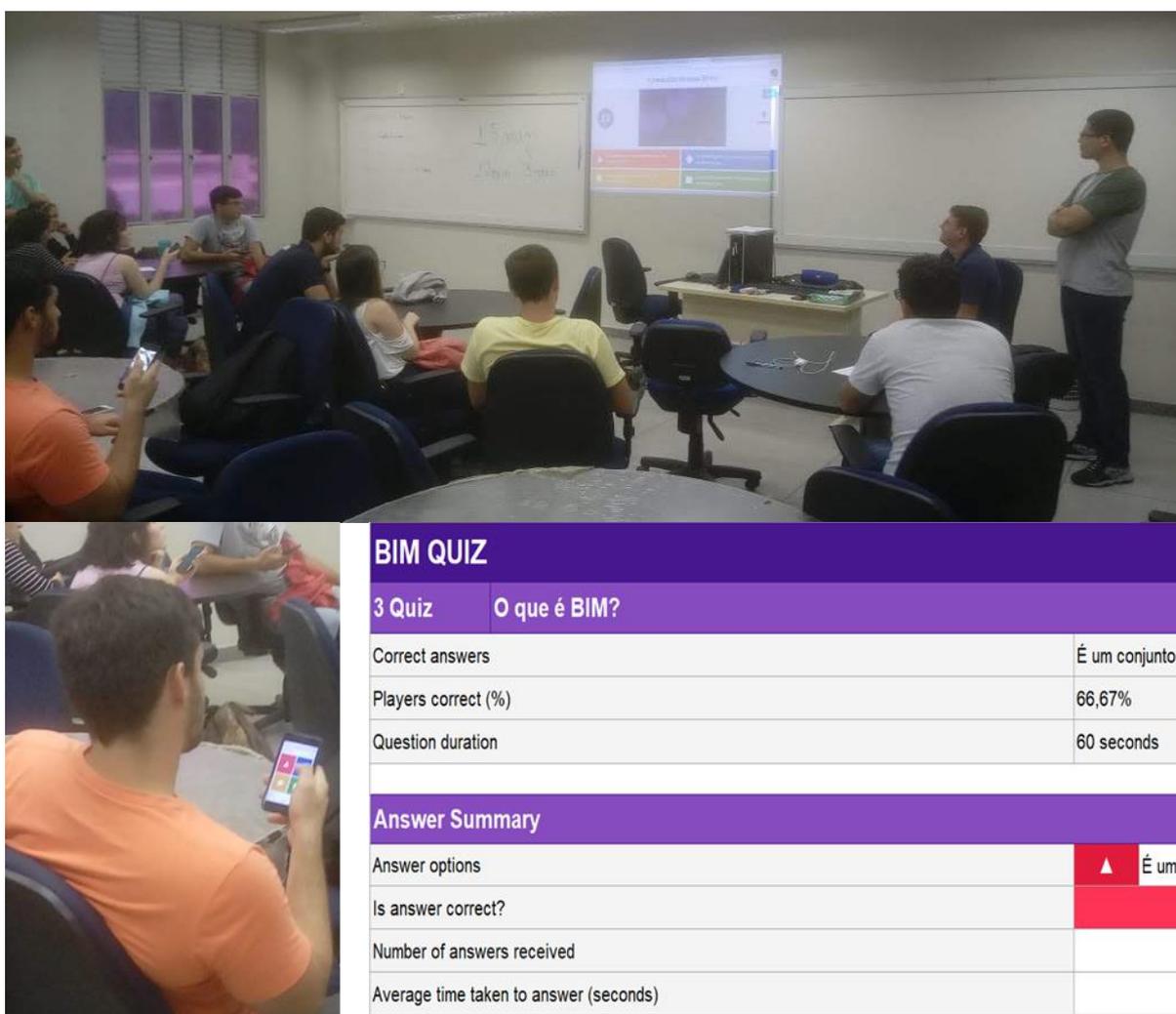
Figura 27 - Primeira versão do Cenário Educacional



Os primeiros 20 minutos da aula foram apresentados a um divertido jogo que permitia uma avaliação diagnóstica do que eles estudaram na sala de aula invertida: o *Kahoot*, que consiste numa plataforma de aprendizagem online gratuita, disponível no site <https://kahoot.com/>. Essa ferramenta permite ao professor criar jogos que possibilitem a aprendizagem, através de questões com pontuação, interação e ranqueamento. O que proporciona, além da possibilidade de avaliar o aluno, que estes possam rever conceitos e estarem motivados às discussões em sala de aula (GRAHAM, 2015; DELLOS, 2015; COSTA et al., 2017).

Na Figura 28 é exemplificada uma das 10 perguntas que estavam no *Kahoot* aplicado aos estudantes. Essa ferramenta permitiu aferir, em tempo real, as principais dificuldades dos estudantes com relação ao conteúdo que estudaram na sala de aula invertida; além disso, por fazer parte da avaliação continuada, esse momento contribuiu para estimular os estudantes a estudarem o que for disponibilizado no AAV.

Figura 28 - Uso do *Kahoot* no início da aula



BIM QUIZ	
3 Quiz	O que é BIM?
Correct answers	É um conjunto
Players correct (%)	66,67%
Question duration	60 seconds
Answer Summary	
Answer options	▲ É um
Is answer correct?	
Number of answers received	
Average time taken to answer (seconds)	

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Após jogarem o *Kahoot*, uma explicação, com 20 minutos de duração, foi realizada para explanação sobre o ensino híbrido e a modalidade de rotação por estações além dos objetivos pedagógicos trabalhados. Nesse momento foram dadas as instruções sobre as tarefas e tempo de permanência em cada uma das estações.

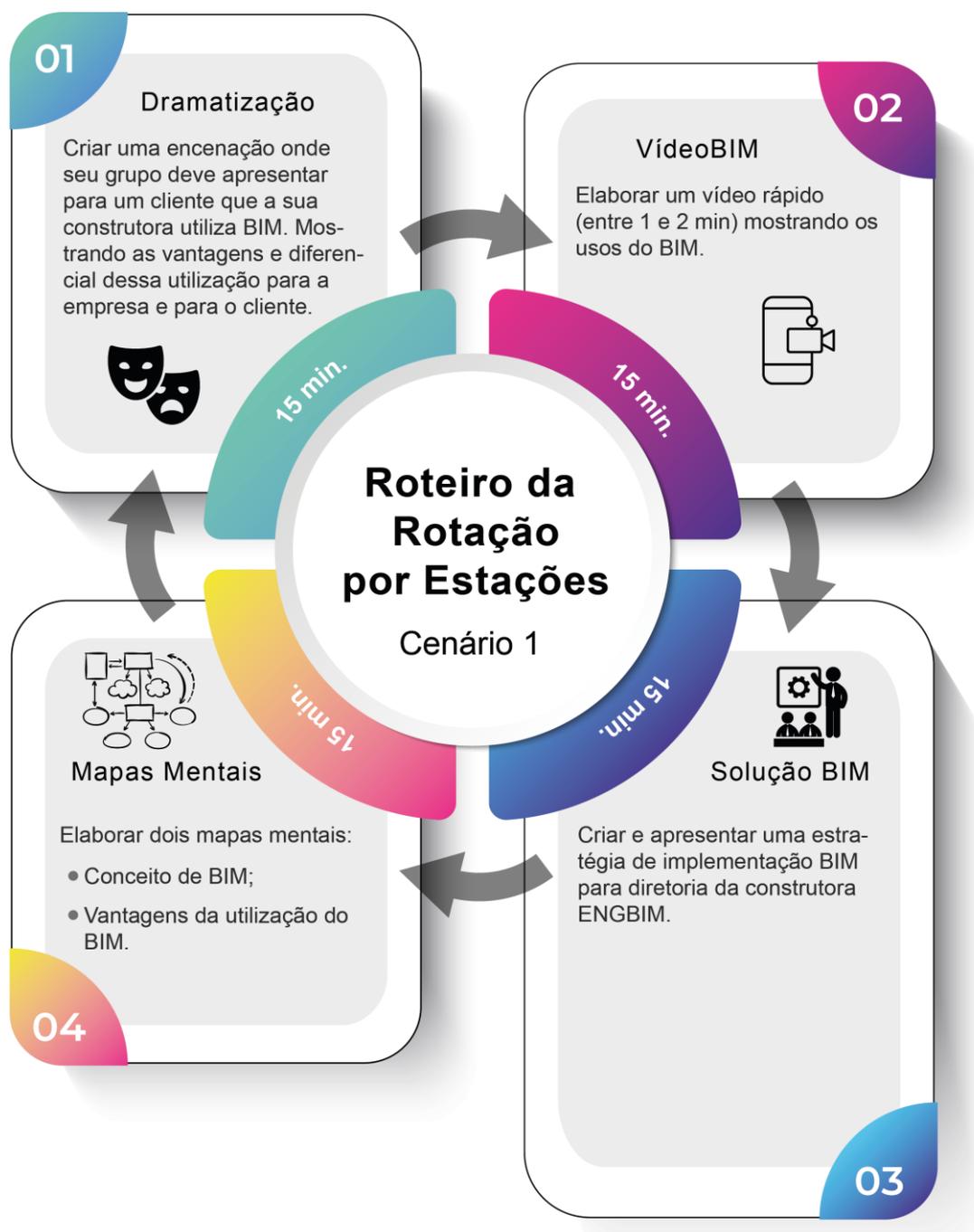
Em seguida, iniciou-se a experiência de rotação por estações. Nessa primeira versão do cenário educacional foram planejadas 04 estações com tarefas e tempo de execução bem definidas e alinhadas aos conceitos disponibilizando nos materiais via AAV. Os estudantes foram divididos em quatro grupos, sendo a escolha dos estudantes, nesses grupos, determinada de maneira aleatório pelo pesquisador que conduziu a aula. A justificativa para essa escolha aleatória parte da necessidade de que os estudantes desenvolvem um trabalho colaborativo nas tarefas de cada estação, simulando uma realidade onde eles, ao entrarem em determinada empresa eles não conhecem, num primeiro momento, seus colegas de trabalho e mesmo assim precisam trabalhar com eles. Além disso, essa escolha aleatória permite que os estudantes que dominam melhor determinadas habilidades possam construir o conhecimento com outros estudantes que são melhores em outras habilidades. Isso ficou claro na realização das tarefas onde determinados estudantes eram mais participativos em uma estação e menos participativos em outra.

Esta primeira aplicação da rotação por estações, como mostrado na Figura 29 foi dimensionada para um tempo de 60 minutos, dos 100 minutos de aula. Para trabalhar o conceito e fundamentos do BIM, seus usos e vantagens de utilização. Com relação às atividades foram propostas as seguintes estações:

- **Estação dramatização:** Os estudantes devem desenvolver uma encenação na qual apresentam para um cliente que a sua empresa utiliza o BIM, explicando para esse cliente o conceito de BIM e as vantagens de sua utilização para empresa e seus clientes.
- **Estação VideoBIM:** nessa estação os estudantes são orientados a elaborarem um vídeo com duração limitada entre 1 e 2 minutos. Neste vídeo deve ser apresentado o conceito e as vantagens da utilização do BIM.
- **Estação mapas mentais:** nesse momento os estudantes devem elaborar dois mapas mentais na lousa: um sobre o conceito do BIM e outro com as vantagens de sua utilização na construção civil.

- **Estação problematização:** nesta estação os estudantes devem refletir e apresentar uma solução para a seguinte situação-problema: a diretora de uma empresa construtora pede para a equipe de engenharia um plano de implementação do BIM para sua empresa. A equipe deverá montar e apresentar esse plano a diretoria da empresa.

Figura 29 - Roteiro da Rotação por Estações



Algumas orientações foram dadas antes do início da oficina:

1. Os estudantes serão avaliados pela participação, de todos os componentes da equipe, em todas as atividades propostas.
2. Cada estação terá um total de 15 minutos, sendo 12 minutos para realização da tarefa e 3 minutos para envio do produto gerado, através de um formulário eletrônico (apêndice 4), em cada estação.
3. Ao término do tempo estipulado de 15 minutos para cada estação, os estudantes devem rotacionar para a estação seguinte, seguindo sempre no sentido horário de rotação, de modo a passarem pelas 04 estações.
4. Ao final, os estudantes devem responder a um questionário eletrônico (apêndice 5) avaliando a aula como um todo.

Cada estação contou com a presença de um responsável (pesquisador ou um dos três monitores da disciplina) por coordenar as atividades propostas para a estação sob sua responsabilidade. Ao final de cada estação o grupo tinha que enviar o produto de cada estação e rotacionar para a seguinte

Na aula seguinte, após a aula com rotação por estações e com duração de 100 minutos, os grupos de estudantes apresentaram, em 40 minutos, os produtos gerados em cada uma das estações; e nos 60 minutos restantes, realizou-se uma discussão conjunta entre os estudantes, pesquisador e professor da disciplina, sobre os conceitos e fundamentos relacionados ao BIM.

Destaca-se que até esse momento, nem o pesquisador nem o professor da disciplina ou monitores haviam trabalhado os conteúdos de maneira expositiva aos estudantes. Dessa forma, esse momento que finaliza a rotação por estações, onde houve uma discussão entre estudantes e o pesquisador, pode ser considerado o momento mais importante da intervenção de inserção do ensino do BIM, uma vez que os assuntos estudados na sala de aula invertida foram discutidos de modo a sanar as dúvidas dos estudantes.

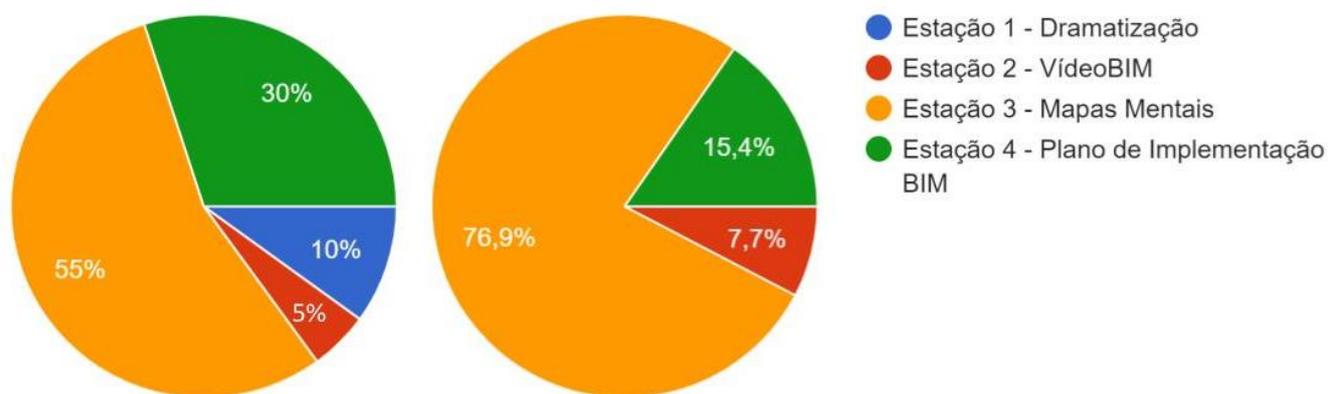
A principal diferença percebida entre uma aula tradicional, onde muitas vezes o professor coloca-se como transmissor de conhecimentos e os estudantes como receptáculos desse conhecimento, e o ensino híbrido ou usando o BIM, consiste na participação ativa dos estudantes, haja vista, que eles chegaram nesse ponto da aula com um conhecimento prévio que possibilitou o aprofundamento dos conteúdos estudados na sala de aula invertida e aplicados nas atividades das estações. A seguir são apresentados alguns resultados concernentes ao questionário, aplicado ao final da aula.

### 5.3.4 Resultados dos questionários 03

Ao término da discussão do conteúdo, os estudantes ficaram à vontade para expor suas impressões acerca da aula com utilização da sala de aula invertida e rotação por estações. Em seguida, preencheram o questionário 03.

A figura 30, demonstra as estações que proporcionaram melhor entendimento do conceito e fundamentos do BIM. Percebe-se que a estação dos mapas mentais foi a que melhor facilitou a compreensão dos estudantes, enquanto que a estação de dramatização foi a menos votada. O mais importante dessa figura é a identificação da diversidade de respostas, enquanto que em uma aula tradicional os estudantes não contariam com diferentes maneiras de compreensão de determinado conteúdo, com a rotação por estações eles oportunizaram outras formas de aprendizagem.

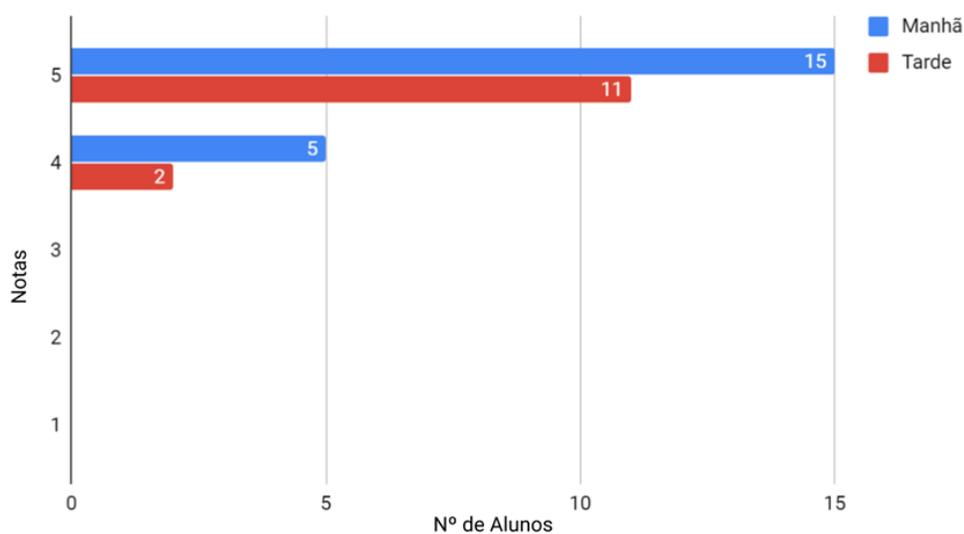
Figura 30 - Qual das estações te fez compreender melhor o que foi estudado fora da sala de aula? (turma da manhã e turma da tarde, respectivamente).



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação à dinamicidade da rotação por estações, a partir da Figura 31 infere-se que os estudantes consideraram a experiência dinâmica e envolvente. Isso foi possibilitado através da diversidade de tarefas que eles desenvolveram e do movimento que essa metodologia proporciona, além do estímulo à criatividade e ao trabalho colaborativo.

Figura 31 - O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Por fim, através desse questionário os estudantes colocaram os pontos positivos (Quadro 10) e pontos de melhoria da rotação por estações (Quadro 10). Um ponto positivo levantado por muitos estudantes foi a dinamicidade e possibilidade de trabalho colaborativo. Como ponto de melhoria os estudantes apontaram, entre outros, o redimensionamento das estações, de modo a aumentar o tempo em cada estação.

Quadro 11 - Quais os pontos positivos e de melhoria relacionadas a rotação por estações?(continua)

<b>Pontos positivos.</b>	<b>Sugestões de melhoria.</b>
Metodologia que prende faz os estudantes interagirem mais, contribuindo para a formação do conhecimento	Aumentaria o tempo de cada estação
A dinamicidade da aula, a utilização de outras ferramentas para o aprendizado, a possibilidade de uma maior interação e, conseqüentemente, integração com outros companheiros de sala.	Aula com mais tempo
Aula dinâmica, interativa e integrativa.	Mais tempo em cada etapa da rotação
Construção coletiva do entendimento	Melhorar o tempo destinado a cada estação
Bem dinâmico.	Roteiro com as instruções do que é para ser feito em cada rotação
Poder participar de todas as estações que tratavam dos mesmo assuntos mas de formas diferentes, ajudando a fixar melhor os conceitos de BIM	Mais tempo durante as estações, poderia ter um horário extra também pra mais atividades como essa
Ajudou bastante para compreender o que é BIM. Minha ideia era outra, depois da aula mudou completamente. As atividades propostas me fizeram correr atrás do conteúdo e então pude aprender muita coisa, também observando as apresentações dos outros grupos, pois cada pessoa tem uma maneira diferente de mostrar algo e sempre aparece uma coisa nova que meu grupo não observou.	Tentar fazer com que essa aula fica ainda mais interativa, para que trabalhemos bem nossas ideias. E talvez diminuir a quantidade de estações para ter uma interação com mais um pouco debate.
Deu pra abordar o que é BIM e suas aplicações de diferentes perspectivas	Acho que poderia gerir melhor os tempos das estações

Quadro 12 - Quais os pontos positivos e de melhoria relacionadas a rotação por estações?(conclusão)

Auxiliar ao estudante pensar de várias maneiras em pouco tempo para solucionar problemáticas.	Somente um pouco mais de tempo pra casa estação, pois tem algumas que exigiram mais tempo.
Discussão do conteúdo com o grupo ajudou. Fixação do conteúdo.	Melhorar o tempo de duração
A participação ativa ajuda na fixação do conteúdo	Poderia haver uma explanação sucinta do conteúdo antes das rotações
Não era algo estático, dinamizava o processo	O vídeo poderia ser substituído
Dinâmico, envolvente, atividades legais.	Um pouco mais de tempo para as atividades.
Leveza nas aulas , maior comunicacao com toda a turma	Além da questão do tempo, não tenho nada a acrescentar.
Interação e fluidez	Melhorar a explicação sobre o quê e como fazer a cada estação.
Interagir com meus colegas de sala. Tentar interpretar e repassar para outros o que aprendi.	Dar um tempo para as equipes se organizarem antes de começar a rotação
Com uma aula mais dinâmica, a compreensão aumenta mais	Acrescentar mesmo que em parte algo sobre os softwares
Aprender de várias formas	Aumentar o tempo das atividades.
Dinamicidade, tira o aluno da zona de conforto.	Aumentar um pouco o tempo da atividade
Possibilidade de trabalhar o mesmo assunto de diversas formas e podendo ver a visão dos outros sobre o mesmo tema.	Talvez não funcionasse muito bem com grupos muito grandes, como o tempo é curto nas estações a discussão e o debate fica mais difícil
Dinamicidade, participação ativa dos estudantes, trabalho em grupo.	A etapa da dramatização poderia ser trocada por outra.
Não ficou monótono	Introduzir mais conteúdo

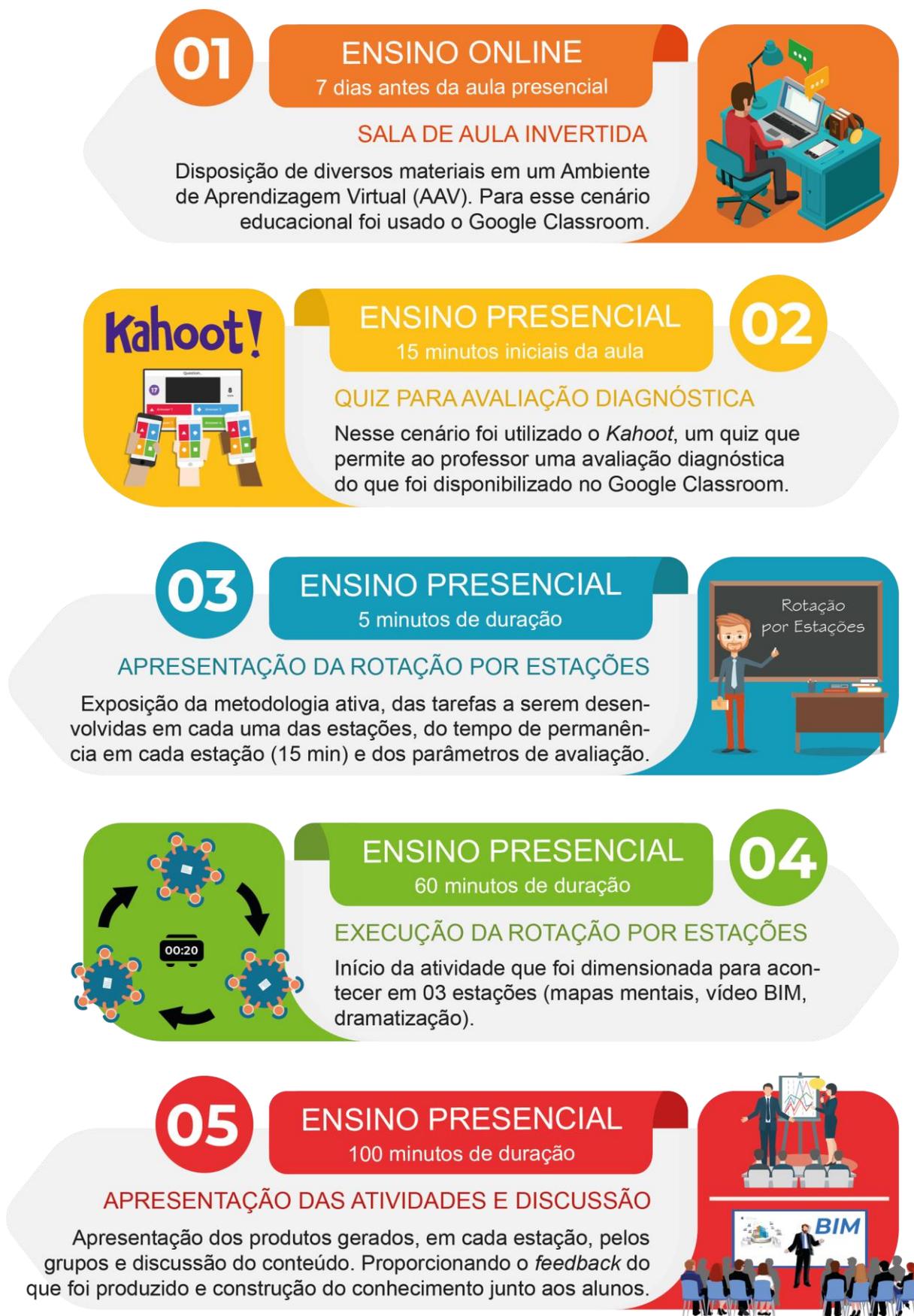
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 5.3.5 Segunda versão do Cenário Educacional

Após análise dos resultados dessa primeira experiência, baseado no feedback dos estudantes e resultados dos produtos gerados em cada uma das estações, a primeira versão do cenário educacional foi refinada para aplicação na segunda unidade da disciplina. O momento online permaneceu o mesmo, sendo modificados apenas os conteúdos disponibilizados no AAV.

Nesse segundo momento da disciplina, após eles terem trabalhado junto ao professor, os assuntos relacionados à orçamentação e planejamento de obras, de modo tradicional, uma segunda intervenção teve início, com o seguinte objetivo pedagógico: apresentar aos estudantes os aspectos teóricos relacionados ao o uso do BIM para orçamentação e planejamento de obra. Nessa fase, foi construída a segunda versão do cenário educacional, ilustrada na Figura 32, levando em consideração o feedback dos estudantes a respeito da experiência de sala de aula invertida e rotação por estações, onde foram trabalhados os fundamentos do BIM.

Figura 32 - 2º versão do Cenário Educacional



Para essa segunda versão, conforme apresentado na Figura 33, após sugestões dos estudantes e docente da disciplina, alguns ajustes foram realizados, tais como a quantidade de estações que passou de quatro para três, sendo descritas abaixo:

1. Estação dramatização: os estudantes devem desenvolver uma encenação mostrando para um cliente as vantagens da utilização do BIM para orçamentação e para o planejamento;
2. Estação VideoBIM: os estudantes são orientados a elaborarem dois vídeos com duração limitada entre 1 e 2 minutos, cada um. No primeiro vídeo eles falariam sobre o BIM para orçamentação e planejamento, enquanto no segundo vídeo eles deveriam falar sobre Level of Development (LOD);
3. Estação mapas mentais: Nesse momento os estudantes devem elaborar dois mapas mentais, na lousa, um sobre o BIM para orçamentação e outro sobre o BIM para planejamento.

Figura 33 - Roteiro da Rotação por Estações



Uma mudança relevante entre o primeiro e o segundo cenário consiste na quantidade e no tempo de realização das tarefas em cada estação, de como que os estudantes tiveram 20 minutos em cada uma das estações. Com relação à retirada da estação 4, onde eles desenvolveram um plano de implementação, isso se deu em função do curto tempo e do nível de maturidade sobre o assunto que eles deveriam ter para formular esse plano de implementação.

Outra alteração significativa deu-se em função da ausência de instrutores em cada uma das estações, isso foi possível devido ao contato anterior que os estudantes tiveram com a metodologia que estavam experimentando, e principalmente, em função de uma folha com instruções colocada em cada uma das estações, nas quais os estudantes podiam ter fácil acesso às informações que foram explicitadas no início da aula.

Além disso, com relação ao espaço físico da sala de aula, diferente do primeiro cenário educacional que contou com uma sala com mesas e cadeiras que facilitavam a dinâmica. Nessa segunda versão, o ambiente físico foi o da sala de aula convencional, sendo modificada a disposição das carteiras, de modo a agrupar a turma em três grupos (estações). Essa modificação não trouxe qualquer prejuízo para a rotação por estações, apontando que uma aula que utilize dessa metodologia não exige necessariamente outro ambiente físico externo à sala de aula.

A figura 32 ilustra a segunda versão desse cenário educacional, sendo apresentadas as principais alterações. Com relação à condução da aula percebeu-se a familiaridade que os estudantes estavam tendo com a metodologia de rotação por estações e agilidade para condução das tarefas propostas, sendo bem menos presente a interferência do pesquisador nos 60 minutos de duração das atividades. Ademais, houve uma redução no tempo inicial da aula, para aplicação do *Kahoot* e para explicação das tarefas propostas em cada uma das estações, o que permitiu uma melhor discussão junto aos estudantes desta segunda intervenção, nesse diálogo entre o pesquisador e a turma ficou claro que as alterações propostas contribuíram positivamente na aula.

Semelhante à primeira versão do cenário educacional, na aula seguinte os estudantes apresentaram os produtos gerados nas estações e em seguida a realização de uma discussão entre eles, o pesquisador e o professor da disciplina. Por fim, os estudantes preencheram o questionário 04, onde avaliaram a rotação por estações destacando os pontos positivos e de melhoria desta segunda intervenção.

#### 5.3.5.1 Ensino da ferramenta de modelagem e extração automática de quantitativos.

Dentro do escopo da disciplina Gestão da construção, tinha-se a elaboração do orçamento e planejamento de uma obra residencial de baixo padrão. Nos semestres anteriores, os estudantes faziam esse trabalho usando uma ferramenta CAD 2D e planilhas eletrônicas para extração de quantitativos e posteriormente o orçamento e o planejamento desse projeto que deveria ser apresentado como avaliação da unidade III da disciplina.

Tendo em vista que nas intervenções realizadas pelo pesquisador, o conceito de BIM fora trabalhado ao longo da disciplina, tornou-se oportuna a apresentação de uma ferramenta BIM destinada à extração automática de quantitativos.

Todavia, previamente era necessária a modelagem 3D, à qual os estudantes não tinham domínio, uma vez que a maioria deles não tinha conhecimento da ferramenta de modelagem. Para isso, um trabalho conjunto do pesquisador junto aos monitores da disciplina, apresentado na Figura 34, foi realizado com o objetivo de fazer a gravação de aulas, onde um projeto foi modelado desde o início até a extração dos quantitativos. Essas videoaulas foram disponibilizadas no *Google Classroom*, onde os estudantes tiveram acesso e puderam fazer a modelagem dos seus projetos.

Figura 34 - Cenário das videoaulas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Nesse processo muitas dúvidas foram surgindo à medida que os grupos realizavam a modelagem dos seus projetos, para isso foram disponibilizados aos estudantes dois encontros presenciais para acompanhamento da modelagem e esclarecimento de dúvidas, no laboratório de informática da universidade. Além desses encontros, tendo em vista a disposição e disponibilidade de três monitores na disciplina, algumas dúvidas foram esclarecidas por meio de um grupo criado no *WhatsApp*. A utilização dessa ferramenta facilitou a interação entre os estudantes e os monitores da disciplina, para o esclarecimento de dúvidas pontuais e meio de aproximação e facilitador entre os monitores e os estudantes.

Ao final do semestre os estudantes apresentaram como avaliação final da unidade III, o orçamento e planejamento da obra e acrescentaram a modelagem 3D em Revit e a extração automática dos quantitativos. A partir do resultado apresentado pelos estudantes e dos relatos ao longo do semestre concluiu-se que a metodologia de ensino da ferramenta BIM através das videoaulas, mostrou-se efetiva para o aprendizado, em nível básico, da modelagem 3D e da extração dos quantitativos. Segundo os estudantes, a principal vantagem das aulas em vídeo foi a possibilidade de assistirem novamente a aula, quantas vezes eles considerassem necessárias.

#### **5.4 Avaliação do artefato**

Para avaliação desse artefato, foi realizado um grupo focal durante o II Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, na cidade de Campinas –SP. Foram convidados 10 professores de cursos de engenharia civil e arquitetura que eram responsáveis por disciplinas de BIM ou tinham algum conhecimento prévio sobre BIM. A descrição de cada um dos participantes com relação a instituição que lecionam e algumas disciplinas encontra-se no Quadro 11, o participante 06 foi desconsiderado por não ser professor de uma instituição de ensino superior (IES).

Quadro 13 – Perfil dos participantes do grupo focal

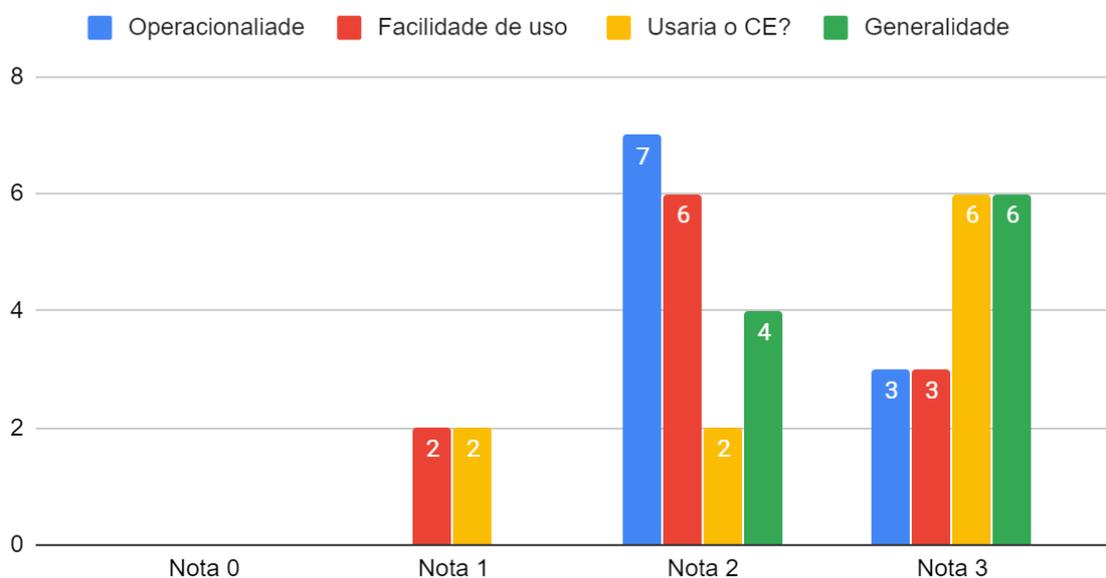
<b>Identificação dos participantes</b>	<b>Formação Acadêmica</b>	<b>Maior grau acadêmico</b>	<b>Experiência docente (anos)</b>	<b>Disciplinas que lecionam</b>
<b>Participante 01</b>	Engenharia Civil e Arquitetura	Doutorado	43	Modelagem da Informação da Construção; Modelagem da Informação da Construção; Projeto de arquitetura, planejamento urbano e documentação arquitetônica
<b>Participante 02</b>	Arquitetura e Urbanismo	Doutorado	12	Desenho técnico
<b>Participante 03</b>	Engenharia Civil	Doutorado	40	Tecnologia avançada em Gestão da Construção
<b>Participante 04</b>	Engenharia Civil	Doutorado	10	Técnicas das construções I e II e Orçamento de empreendimentos
<b>Participante 05</b>	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado	10	Projeto de Arquitetura, Expressão gráfica BIM para engenharia
<b>Participante 07</b>	Engenharia Civil	Doutorado	11, 5	Gestão das Construções, Qualidade e produtividade na construção
<b>Participante 08</b>	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado	16	Introdução ao BIM, Topografia e edificações
<b>Participante 09</b>	Arquitetura e Urbanismo	Doutorado	35	Tecnologia, gestão e Introdução ao BIM; urbanismo laboratório Criativo
<b>Participante 10</b>	Arquitetura e Urbanismo	Mestrado	4	Modelagem da Informação da Construção, Representação técnica para Engenharia, Representação técnica para Arquitetura.
<b>Participante 11</b>	Engenharia Civil	Doutorado	15	Materiais de Construção civil, Tecnologia de Construção Civil

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para isso, quatro perguntas foram formuladas e entregues aos professores por meio de um questionário onde eles atribuíram nota entre 0 (nenhuma), 1 (pouca), 2 (média) e 3 (muita) para cada uma delas e em seguida justificaram essas notas através da discussão das

perguntas. Os resultados quantitativos dessa avaliação se encontram na Figura 35 e a avaliação qualitativa será relatada a seguir.

Figura 35 - Avaliação final do Cenário educacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Por meio da pergunta 01 (Como você avalia a funcionalidade desse Cenário Educacional nos cursos de EC e ARQ?) pode ser avaliado a operacionalidade do cenário educacional, onde 70% dos professores atribuíram boa e 30% ótima.

**Participante 09:** Para aplicabilidade do método deve-se considerar a infraestrutura das instituições e a capacitação dos docentes, tendo em vista que muitos não sabem.

Na segunda pergunta (Você considera que há facilidade de uso desse Cenário educacional?) buscou-se avaliar a facilidade de utilização do cenário educacional em outras disciplinas dos cursos de EC e ARQ com interfaces com o BIM. A esse respeito, alguns professores apresentaram que um fator que dificultaria a sua utilização seria a falta de infraestrutura institucional e desconhecimento do corpo docente sobre BIM, no entanto nenhum docente apontou que não utilizaria em suas aulas.

**Participante 07:** Com relação ao conteúdo, precisa ser dosado melhor qual o conteúdo de fato que queremos trabalhar com o aluno para que ele tenha um entendimento aprofundado da temática. Com relação a metodologias ativa, as estratégias adotadas para sala de aula invertida e rotação por estações são interessantes e relevantes.

Na terceira pergunta (Você usaria este cenário educacional em suas aulas?) os professores precisavam discutir se utilizarem o cenário nas disciplinas que ministram. Para essa questão 60% dos docentes atribuíram nota máxima, apontando boa aceitação na utilização, nenhum docente falou ou pontuou essa questão de modo a denotar que não o utilizaria.

Por fim, a última pergunta (Com relação a generalidade: É possível utilizar esse cenário educacional em outros componentes curriculares dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura?). A maioria dos professores atribuiu nota máxima e o restante considerou a possibilidade de generalização desde que avaliados os objetivos de cada disciplina e adequação do cenário a elas, alguns professores colocaram a necessidade de um monitor para auxiliar na aplicação, no caso, do ensino das ferramentas de modelagem.

**Participante 07:** Nesse caso essa estratégia pode ser usada em aplicada em diversas disciplinas de engenharia, relacionada ou não ao BIM.

De modo geral, os professores consideram válidos os cenários apresentados, sendo as principais limitações, ações externas ao método, mas que podem comprometer a sua aplicação como por exemplo a falta de infraestrutura física de algumas instituições e a não familiaridade de alguns docentes com as metodologias de aprendizagem ativa e o BIM. Além disso os docentes apresentaram limitações na utilização da sala de aula invertida para o ensino das ferramentas de modelagem. Pontuando que capacitação docente ou indisponibilidade de monitores pode ser um dificultador para a condução da aula usando sala de aula invertida para a modelagem e para a rotação por estações.

Dentre os principais pontos positivos, os professores colocaram a capacidade de tornar a aula mais dinâmica e envolvente aos estudantes, a contribuição na inserção de novas metodologias de ensino aos cursos de engenharia civil e arquitetura e urbanismo e para o ensino do BIM.

## 5.5 Versão final do Cenário Educacional

Essa última versão do cenário educacional representa o refinamento das versões anteriores, sendo considerado para isso a avaliação dos estudantes que participaram das duas versões anteriores e dos professores durante a realização do grupo focal. A figura 36, apresenta a versão final do cenário educacional desenvolvido no semestre letivo 2019.2 na

disciplina Desenho de Projetos Assistido por Computador-60h, sendo descritas a seguir as principais alterações, com relação às versões anteriores.

O primeiro ponto que deve ser entendido são as diferenças e semelhanças entre as duas disciplinas. Apesar de ambas apresentarem interfaces com os usos do BIM, enquanto que a disciplina gestão da construção é ofertada regularmente no sexto período do curso de engenharia civil da UFRN, a disciplina Desenho de Projetos Assistido por Computador foi ofertada em caráter optativo e focou na modelagem de um projeto arquitetônico.

Essencialmente essa última disciplina está focada no ensino de um projeto arquitetônico através dos softwares de modelagem 2D e 3D. Os conteúdos estavam divididos em três unidades. Na unidade I trabalhou-se a modelagem bidimensional, na unidade II o professor ensinou uma ferramenta de modelagem tridimensional BIM (Autodesk Revit) e a última unidade focou no desenvolvimento de um projeto arquitetônico usando o Autodesk Revit.

Semelhante aos primeiros cenários educacionais, a primeira etapa de desenvolvimento esteve pautada no planejamento prévio da disciplina junto ao professor responsável, onde foram definidos os objetivos pedagógicos, proposta de utilização do ensino híbrido, nas modalidades de sala de aula invertida e rotação por estações, carga horária para as intervenções e o processo avaliativo delas.

Até o momento da realização da pesquisa, a disciplina não trabalhava os aspectos teóricos e conceituais relacionados ao BIM, sendo uma disciplina essencialmente focada na utilização dos softwares de modelagem arquitetônica. Por essa razão, tornou-se oportuna a definição do seguinte objetivo pedagógico e carga horária:

- Apresentar os fundamentos do BIM: Conceitos e noções fundamentais relacionadas ao paradigma (9h).

Do planejamento junto ao professor responsável ficou acordada uma carga horária de 9h, sendo esta dividida em três momentos, cada um com duração de 150 min. O primeiro momento na modalidade de sala de aula invertida, no mesmo modelo das versões anteriores, onde os estudantes estudaram os conteúdos disponibilizados no *Google Classroom*, e as outras 6h na modalidade presencial de rotação por estações.

Figura 36 - Versão final do Cenário Educacional



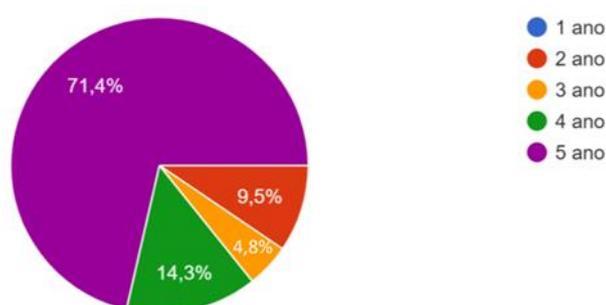
Uma vez que a intervenção para inserção do BIM deu-se apenas na segunda unidade, foi definido que 50% da nota seria de responsabilidade do professor e os outros 50% de responsabilidade do pesquisador, que optou pelo mesmo método de avaliação continuada dos primeiros cenários educacionais.

Após essas definições, no início das aulas, o pesquisador apresentou-se à turma, que possuía 21 estudantes, elucidando à turma sobre a pesquisa de mestrado e como as intervenções aconteciam. Além disso, no mesmo dia os estudantes responderam aos questionários 06 e 07, disponíveis no Apêndice C. Esses questionários possuem o mesmo propósito que aqueles aplicados nas versões anteriores, mas sofreram algumas otimizações. Nesse mesmo dia, a critério do professor, foi criado um grupo de whatsapp para facilitar a comunicação entre os estudantes, docente e pesquisador. Na mesma semana os estudantes foram adicionados ao Google Classroom, onde tiveram acesso aos materiais de estudo. Essa é uma diferença significativa entre essa e versões anteriores do artefato, tendo em vista que na turma do semestre anterior o professor optou por não participar do grupo de *WhatsApp*.

#### 5.5.1.1 Resultados dos questionários

As respostas, apresentadas na Figura 37, mostram que mais de 70% dos estudantes encontravam-se no último ano do curso. Diferentemente do perfil dos estudantes que participaram das versões anteriores do cenário educacional que se encontravam no terceiro ano.

Figura 37 -Em qual ano do curso você está?

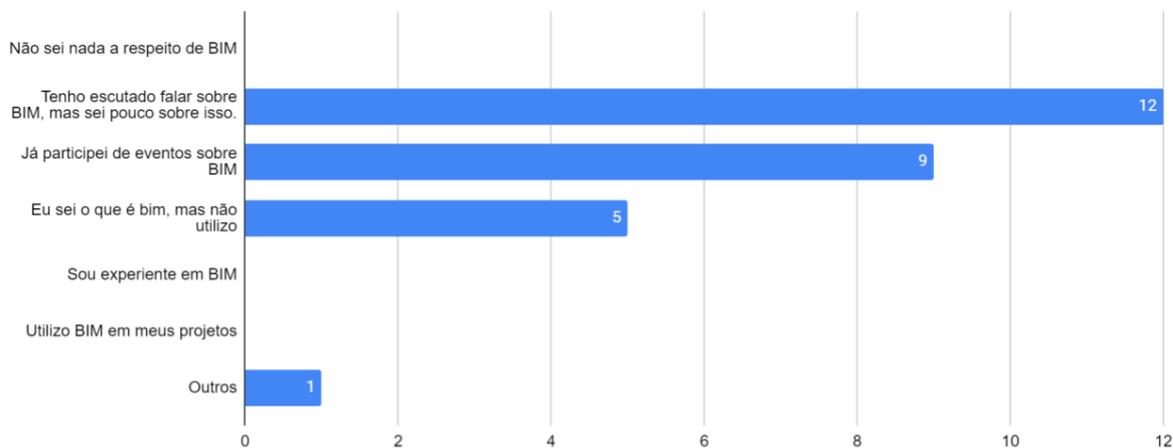


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação ao contato prévio com o BIM, todos os estudantes já haviam tido algum contato ou ouvido falar a respeito (Figura 38), apesar de reconhecerem que sabiam pouco sobre a respeito do tema. Esse contato se deu majoritariamente em palestras ou eventos

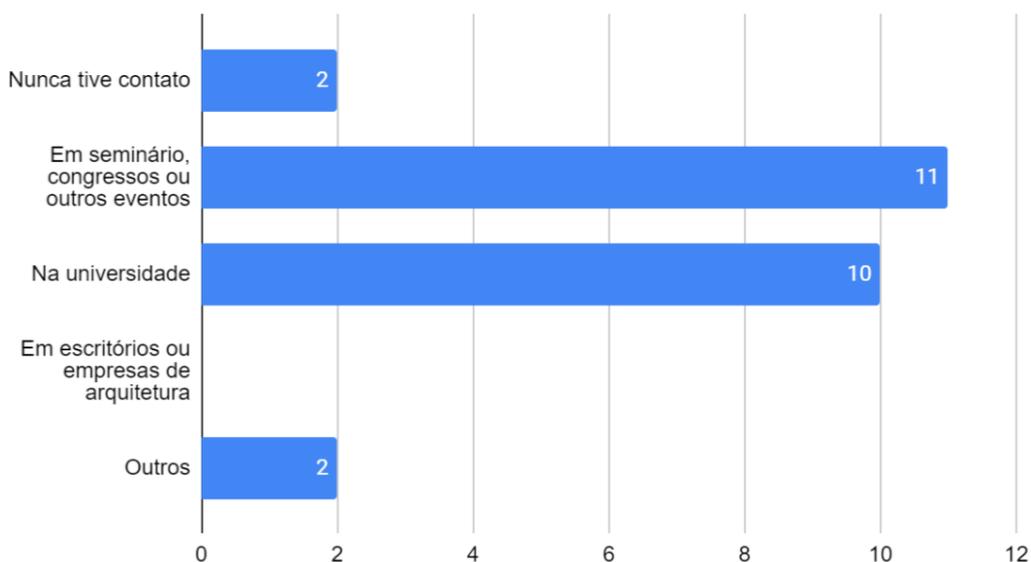
científicos que eles participaram, eles ainda informaram que em nenhuma disciplina anterior o conceito de BIM havia sido trabalhado em sala de aula.

Figura 38 - Qual a sua experiência em BIM?



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

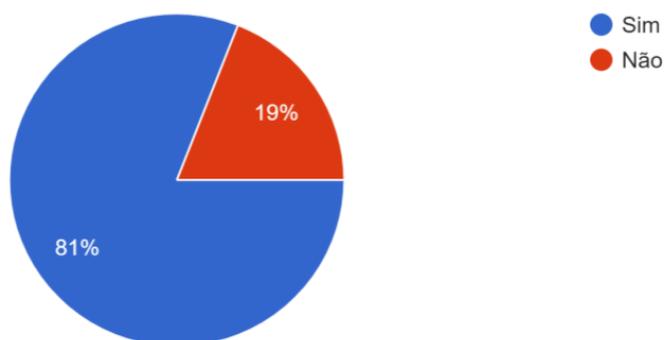
Figura 39 - Onde foi o seu primeiro contato com BIM?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

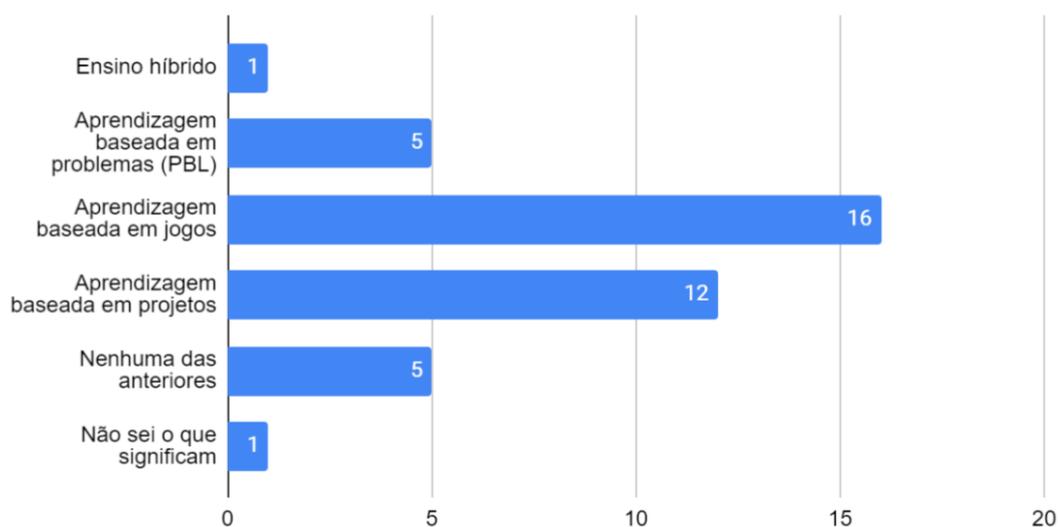
No que diz respeito ao uso de metodologias de aprendizagem ativa, 81% dos estudantes já haviam tido contato (Figura 39). Dentre as metodologias, apenas um aluno conhecia o ensino híbrido, somente na modalidade da sala de aula invertida.

Figura 40 - Algum professor já utilizou alguma metodologia de aprendizagem ativa nas suas aulas, durante o curso de Engenharia Civil?



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Figura 41 - Qual das metodologias de ensino ativo abaixo você já utilizou?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 5.5.2 Ensino online- Sala de aula invertida

Após ser trabalhado na unidade I a modelagem 2D, a unidade II iniciou-se com as intervenções de inserção do BIM na disciplina. Para isso, em um primeiro momento, através da sala de aula invertida, os estudantes realizaram, de modo autônomo, o estudo sobre os conteúdos disponibilizados no *Google Classroom*. Na aula seguinte, espaçada em 15 dias (em função de um feriado) ocorreu a aula presencial utilizando a rotação por estações.

### 5.5.3 Ensino presencial- Rotação por Estações

Durante a disciplina, as aulas presenciais ocorreram em dois momentos consecutivos e com duração máxima de 150 minutos, cada um deles. A figura 36, apresenta esse cenário educacional com as atividades e tempo de duração.

No dia da aula presencial, nos primeiros 20 minutos, os estudantes jogaram o *Kahoot*, para que o pesquisador tivesse uma ideia do quanto que cada aluno estudou em casa e das questões que eles não tinham compreendido. Em seguida, nos próximos 20 minutos realizou-se uma explanação aos estudantes sobre: (a) ensino híbrido, nas duas modalidades trabalhadas na disciplina, (b) as atividades e tempo de duração de cada estação, (c) o processo de avaliação baseado na participação deles em todas as atividades de todas as estações e (d) do encerramento da rotação por estações, após a apresentação dos produtos gerados em cada uma das estações e discussão mediada pelo o pesquisador.

Em seguida, o pesquisador dividiu a turma em quatro grupos, escolhendo os estudantes aleatoriamente. Uma diferença significativa dessa última versão em comparação às anteriores foi o acréscimo de um momento de 25 minutos, onde após a definição dos grupos, eles dirigiram-se às estações e discutiram o que haviam estudados na sala de aula invertida, de modo a alinharem uma estratégia para realização das tarefas propostas em cada uma das estações. Esse passo foi demandado nas versões anteriores, onde os estudantes apontaram para a necessidade desse momento antes da realização das tarefas em cada uma das estações.

Em seguida, iniciou-se a rotação por estações, dimensionada para acontecer em 80 minutos (Figura 42), cada estação tinha uma duração definida em 20 minutos. Em cada uma delas havia um roteiro (Apêndice B) com a descrição das atividades previamente explicadas pelo pesquisador. Isso evitou a necessidade de um monitor em cada estação para orientar aos estudantes, como aconteceu nas primeiras versões.

Após passarem pelas quatro estações, um representante de cada grupo enviou os produtos gerados em cada estação. Dessa forma, os estudantes ficaram impossibilitados de realizar mudanças fora da sala de aula.

Figura 42 – Roteiro da Rotação por Estações



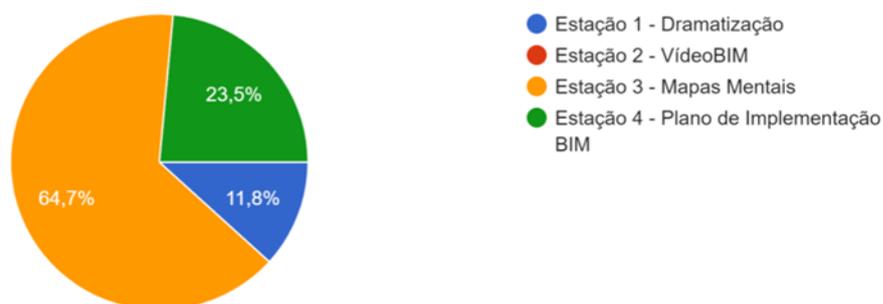
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na aula seguinte, os estudantes apresentaram cada um dos produtos gerados nas estações e em seguida o pesquisador discutiu junto aos estudantes e o professor da disciplina todos os conceitos relacionados ao BIM que foram trabalhados na sala de aula invertida e rotação por estações, sendo realizadas pouquíssimas correções em alguns dos produtos entregues e apresentados. A participação de todos os estudantes nesse processo foi notória,

bem como o interesse deles pelo tema em questão, uma vez que já estavam bastante familiarizados, em consequência da sala de aula invertida. Por fim, os estudantes responderam ao questionário de avaliação da rotação por estações.

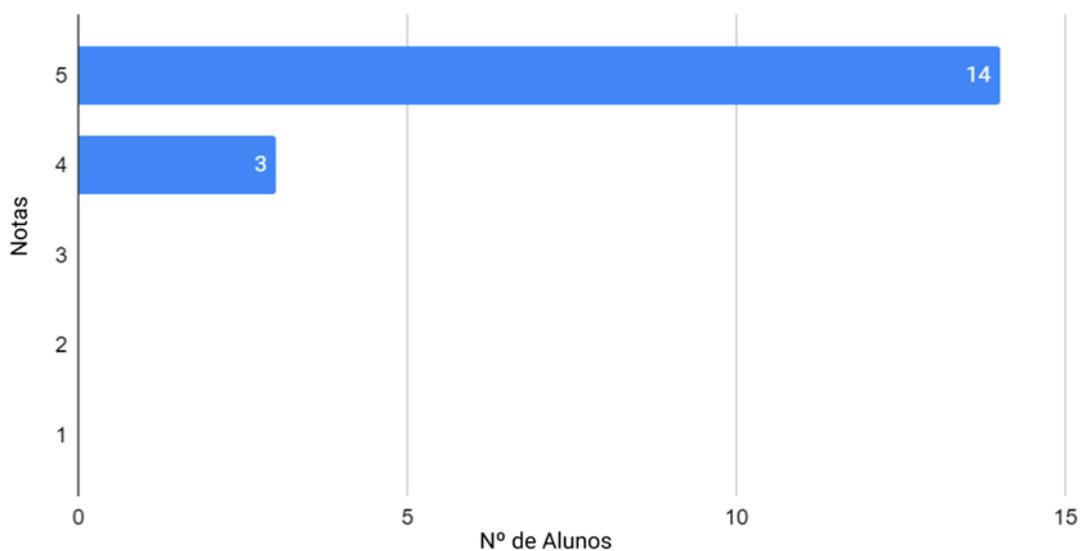
As Figura 43 e 44, apresentam algumas respostas dos estudantes para avaliação da experiência de rotação por estações. Percebe-se que a estação de mapas mentais, como em todas as versões desenvolvidas nessa pesquisa foi a preferida pelos estudantes. Além disso, a utilização da rotação por estações contribuiu para a compreensão dos fundamentos relacionados ao BIM.

Figura 43 - Qual das estações te fez compreender melhor o que foi estudado fora da sala de aula?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 44 - O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje?



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação aos pontos positivo (Quadro 12), na avaliação dos estudantes, o ensino híbrido proporciona maior dinamicidade a aula, facilita a compreensão dos conceitos trabalhados, traz leveza ao aprendizado e contribui positivamente para uma construção colaborativa do aprendizado, por fortalecer a capacidade de trabalho em grupo.

Apesar de ser menor solicitado na versão final do método aqui desenvolvido, o ponto de melhoria mais destacado em todas as versões do cenário educacional desenvolvido, consiste no dimensionamento do tempo para realização das atividades em cada estação. Esse ponto deve ser levado em consideração na replicação ou adaptações desse cenário educacional, tendo em vista a necessidade de cada turma e complexidade dos conteúdos pedagógicos trabalhados.

Quadro 14 - Quais os pontos positivos e de melhoria relacionadas a rotação por estações?

<b>Pontos positivos</b>	<b>Pontos de melhoria</b>
Foi bem leve, dinâmico e de muito compartilhamento	Não tenho nada a acrescentar. O material era bom, o tempo adequado.
Interação da equipe, dinamismo	Pedir para aprofundarem mais e desenvolver outras habilidades (soft skills) juntamente com o ensino de BIM
Muito legal a descontração que existe neste modelo, torna o aprendizado mais leve	Os estudantes usarem mais tecnologia na criação das atividades
Atividade dinâmica que favorece o aprendizado	Mais tempo em cada estação
O entendimento do conteúdo fica claro após a execução do procedimento.	Ajuste do tempo das atividades
Possibilidade de olhar para os temas de uma forma diferente e mais prática.	Temas mais diferenciados entre etapas diferentes, para não parecer mais do mesmo.
A discussão do grupo faz com que você aprenda com os colegas, e compreenda uma visão diferente da sua.	Mais tempo de planejamento na aula anterior
Aplicação direta de conceitos estudados	Pesquisa sobre os softwares componentes do BIM
O modelo permite o desenvolvimento da relação interpessoal bem como a troca de conhecimentos com os outros colegas.	O tempo para desenvolvimento foi muito apertado.
Coloca o aluno como protagonista e nos dá mais autonomia no processo de aprendizagem	Colocaria outras vertentes onde o BIM pode ser aplicado
Esse estudo ativo faz com que recebamos de uma forma diferente o assunto, facilitando bastante sua assimilação.	Talvez um tempo maior para realizar as atividades.
A criação de mapas nos quais ajudam à fixação do conteúdo e a dinâmica ocorrida entre o grupo em prol de uma ideia.	Acho que os vídeos poderiam ser criados em outro momento para que tivesse uma melhor qualidade de vídeo e áudio.
Foi uma forma dinâmica de estudar e consolidar o conteúdo.	Achei a aula muito boa, não tenho sugestões de melhoria.
Divertido, dinâmico e nos "obriga" a estudar e aprendermos por conta própria.	Nos deixar planejar a apresentação na aula.
Além de trabalhar o conteúdo da aula, trabalha outras habilidades do aluno, como trabalho em equipe, criatividade e discurso.	Mostrar projetos em BIM
A dinâmica de grupo necessária para cumprir as atividades em tempo e a criatividade necessária nas apresentações	Aplicar a metodologia em estudantes de diferentes anos do curso.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho objetivou a proposição de um cenário educacional para o ensino do BIM sob a perspectiva do ensino híbrido, tendo em vista essa necessidade nos cursos relacionados à AEC. A utilização do ensino híbrido surgiu da necessidade de inserção de metodologias de aprendizagem ativa nos cursos de engenharia, conforme demandado pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Para o alcance do objetivo geral foram definidos dois objetivos específicos, o primeiro relacionou-se com a necessidade de identificação das interfaces existentes entre o BIM e as disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFRN. Para isso, aplicou-se o método proposto por Checcucci (2014), que permitiu a identificação das disciplinas que possuíam interface com o BIM. Essa identificação contribuiu para a escolha das disciplinas: Gestão da Construção e Desenho de Projetos Assistido por Computador, como recorte metodológico de desenvolvimento do cenário educacional.

No segundo objetivo específico, para verificar a percepção dos discentes com relação à construção do cenário educacional, foram desenvolvidos e aplicados, aos estudantes, questionários. Essas ferramentas permitiram ao pesquisador a projeção de um cenário educacional ajustável às necessidades dos estudantes.

Partindo das questões que orientaram essa pesquisa, as contribuições teóricas e práticas do artefato produzido se manifestam por meio da sua generalização para a classe de problemas proposta neste trabalho. Do ponto de vista teórico, esta dissertação contribuiu para a literatura sobre educação BIM, ao passo que sistematizou uma experiência de inserção do ensino do BIM, no curso de engenharia civil, em disciplinas já existentes.

Do ponto de vista prático, o cenário educacional configurou-se como um método para inserção do ensino do BIM com a utilização de duas modalidades do ensino híbrido. O conjunto de passos apresentados nesta pesquisa, além de permitir sua replicação, permite ainda adaptações, quando necessárias. Além disso, aponta para uma possibilidade de utilização no contexto pós- pandemia do COVID-19.

Como limitações dessa pesquisa, pode-se citar a não inclusão de outros objetivos pedagógicos relacionados ao ensino do BIM e a utilização de apenas duas modalidades do ensino híbrido.

As limitações supracitadas apontam para a necessidade de pesquisas futuras que repliquem o cenário proposto em outras disciplinas de cursos ligados à AEC com objetivos pedagógicos relacionados a outros usos do BIM, como, por exemplo, usos mais relacionados à modelagem estrutural e MEP. Outra sugestão de pesquisa futura seria a utilização de outras

metodologias de aprendizagem ativa, como por exemplo, o *team-based learning* e o *game-based learning*. Além disso, uma vez que o ensino híbrido apresenta quatro modelos de rotação e que nesta pesquisa foram explorados dois deles, torna-se oportuna a investigação e aplicação de outros modelos de ensino híbrido com a finalidade de entender como eles podem contribuir para o ensino do BIM.

## REFERÊNCIAS

- BACICH, L; TANZI Neto, A; TREVISANI, F. M. (2015). **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso.
- BACICH, L. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido**. 2016. 317 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- BARISON, M. B. **Introdução de modelagem da informação da construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. 390 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011b. Disponível em: . Acesso em: 24 de setembro de 2017.
- BASTO, P. E. ; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. O ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, out./dez. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: . Acesso em 24 de agosto de 2017.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC. **Comitê estratégico do BIM**. Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM. Brasília, 2018b.
- BRASIL. Decreto n. 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**, Brasília, Edição 95, Seção 1, p. 3, mai. 2018a.
- BRASIL. Ministério da educação. Conselho nacional de educação. Câmara da educação superior. Resolução nº 2. de 24 de abril de 2019. Institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF: Brasil, 2019b.
- CAIXETA, Luciano Mendes. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura**. 2013. 175 f. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto**. 2014. 17 f. il. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- CHECCUCCI, E. de S.; AMORIM, A. L. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634540/2461>. Acesso em: 15 ago. 2016.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M. & STAKER, H. **Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva?**. Uma introdução à teoria dos híbridos. Maio de 2013. Disponível em: [http://porvir.org/wpcontent/uploads/2014/08/PT\\_Is-K-12-blended-learning-isruptive-Final.pdf](http://porvir.org/wpcontent/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-isruptive-Final.pdf)> Acesso em: 24 fev. 2019

COSTA, C. H. C., DANTAS Filho, F. F., & MOITA, F. M. G. S. C. (2009) Marvinsketch e kahoot como ferramentas no ensino de isomeria. **HOLOS**, 1, 31-43

CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy; CASTRIOTTO, Caio Magalhães; "Teaching BIM modeling in the architecture course: using a Blended Learning Strategy", p. 942-947 . In: . São Paulo: Blucher, 2018. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/sigradi2018-1245

DELLOS, R. (2015) Kahoot! A digital game resource for learning. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, 12(4), 49-52.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A V. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Bookman Editora, jan, 204 páginas. 2015.

EASTMAN, C. M. **Building product models: computer environments supporting design and construction**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 411 p.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014, 483p.

GRAHAM, K. TechMatters: Getting into Kahoot!(s): Exploring a Game-Based Learning System to Enhance Student Learning. **LOEX Quarterly** 2015 42(3), 6-7. Disponível em: <https://commons.emich.edu/loexquarterly/vol42/iss3/4/>

GODOY FILHO, Ananias de Assis. **Contribuições para o Ensino do Projeto Arquitetônico: Por um Novo Paradigma**. 2014. 234 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, de Tecnologia e Urbanismo, 2014.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews, 2004. ISSN **Keele University Technical Report** TR/SE-0401. Disponível em: . Acesso em: 24 novembro 2018.

LACERDA, D.P. DRESCH, A; PROENÇA, A; ANTUNES JUNIOR, J. Design Science Research: Método de Pesquisa para a Engenharia de Produção. **Gestão e Produção**, v.20, n.4, p.1-21, 2013.

LINO, J. C.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. In: **Encontro Nacional Betão Estrutural - BE2012, FEUP**, 2012. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~be2012/Indice/BE2012/pdf-files/076\\_Artigo.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~be2012/Indice/BE2012/pdf-files/076_Artigo.pdf)>. Acesso em: out. 2016.

LOCKLEY, S. BIM and education. In: RIBA ENTERPRISES LTD. **Building Information Modeling Report March 2011**. London: NBS, 2011, p. 20-21. Disponível em: <[http://www.thenbs.com/pdfs/bimResearchReport\\_2011-03.pdf](http://www.thenbs.com/pdfs/bimResearchReport_2011-03.pdf)>. Acesso em: 14 Mar. 2019.

MATTANA, L. **Contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos**. 2017. 279 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MEDEIROS, S. C. S. **Integração de Projeto de Arquitetura e Estruturas no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN e da UFPB**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research in Information Technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995. Disponível em: . Acesso em: 30 maio 2017.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015 Disponível em [http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf)

OSMUNDO, Maria Lidiana Ferreira. **Uma metodologia para a educação superior baseada no ensino híbrido e na aprendizagem ativa**. 2017. 96f. – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza(CE), 2017.

PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, special issue, p. 395-408, 2006.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, abr./jun. 2013. ISSN 1678-8621. p. 151-165

SACKS, R.; BARAK, R. Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. ASCE, v. 136, n. 1, 2010. p. 30-38. ISSN: 1052-3928. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000003](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000003)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

SANTOS, Ruben., COSTA, António A. , & GRILO, António. (2017). Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. **Automation in Construction**, 80, 118–136. doi:10.1016/j.autcon.2017.03.005

SIQUEIRA, L. S. R. **Aplicação das metodologias building information modeling (BIM) e aprendizagem baseada em problemas (ABP) no curso de graduação em engenharia civil / UFES: diagnóstico e recomendações**. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation In Construction**, v. 18, n. 3, p.357-375, maio 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.

SUWAL, S., P. JÄVÄJÄ, and J. SALIN. 2014. “BIM education: Implementing and reviewing “OpeBIM”—BIM for teachers.” **In Proc., Computing in Civil and Building Engineering**, 2151–2158. Reston, VA: ASCE.

TANZI Neto, A. and TREVISANI, F. M. (2015). *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso.

TCHOUNIKINE, P. *Computer Science and Educational Software Design*. DOI 10.1007/978-3-642-20003-8\_1, **Springer-Verlag Berlin Heidelberg**, 2011.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTES



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

1/3

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

#### *Esclarecimentos*

Este é um convite para você participar da pesquisa: Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, que tem como pesquisador responsável Reymard Savio Sampaio De Melo.

Esta pesquisa tem como objetivo a proposição de um cenário educacional para o ensino da Modelagem da Informação da Construção sob a perspectiva do ensino híbrido. O motivo de realização dela parte da necessidade de pesquisas relacionadas ao ensino do BIM nos curso de engenharia civil e arquitetura sob a perspectiva de uma metodologia de aprendizagem ativa.

Sua participação nessa pesquisa tem como objetivo a identificação da sua percepção, enquanto aluno, do cenário educacional para ensino do BIM, Sua participação será voluntária, não estando atrelada a nenhum mecanismo avaliativo.

Caso você decida participar, você deverá responder alguns questionários ao longo do semestre de modo a permitir a identificação dos alunos com relação ao cenário educacional.

As perguntas contidas nos questionários eletrônicos estão restritas as etapas de aplicação das aulas com uso de metodologias de aprendizagem ativa: rotação por estações e sala de aula invertida. No início de cada aplicação, o pesquisador irá explicar todas as perguntas e você estará livre para interrompê-lo a qualquer momento para esclarecimento de dúvidas.

Durante a sua participação a previsão de riscos é mínima, sendo a possibilidade de constrangimento, o possível risco identificado, diante dessa possibilidade, como forma de minimizar esse risco de constrangimento, você apenas responderá questões restritas à avaliação do cenário educacional proposto. Sua resposta será anônima, ou seja, seu nome não será anotado na folha de anotações da sua resposta. Além disso, você poderá se abster de responder qualquer uma das questões colocadas, caso elas te causem algum desconforto.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Reymard Sávio Sampaio de Melo pelo telefone (84)98132-3257, enviando e-mail para reymardsavio@gmail.com ou comparecendo à sede do Programa de Pós-

Rubrica do Participante/Responsável legal:	Rubrica do Pesquisador:



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
 Centro de Tecnologia  
 Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

2/3

Graduação em Engenharia Civil, localizado na UFRN, rua das Engenharias - Lagoa Nova, Natal – RN.

Você tem o direito de se recusar a responder perguntas que lhe causem constrangimento de qualquer natureza e a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.

Se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes, telefone: 3342-5003, endereço: Av. Nilo Peçanha, 620 – Petrópolis – Espaço João Machado – 1º Andar – Prédio Administrativo - CEP 59.012-300 - Nata/Rn, e-mail: cep\_huol@yahoo.com.br.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável Reymard Savio Sampaio De Melo.

#### *Consentimento Livre e Esclarecido*

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa: Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Rubrica do Participante/Responsável legal:	Rubrica do Pesquisador:
--	-------------------------



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
 Centro de Tecnologia  
 Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

3/3

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante da pesquisa**



Impressão  
 datiloscópica do  
 participante

*Declaração do pesquisador responsável*

Como pesquisador responsável pelo estudo Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

\_\_\_\_\_  
**Reymard Sávio Sampaio de Melo**

Rubrica do Participante/Responsável legal:	Rubrica do Pesquisador:
--	-------------------------

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTES DO GRUPO FOCAL



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

1/3

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

#### *Esclarecimentos*

Este é um convite para você participar da pesquisa: Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, que tem como pesquisador responsável Reymard Savio Sampaio De Melo.

Esta pesquisa tem como objetivo a proposição de um cenário educacional para o ensino da Modelagem da Informação da Construção sob a perspectiva do ensino híbrido. O motivo de realização dela parte da necessidade de pesquisas relacionadas ao ensino do BIM nos curso de engenharia civil e arquitetura sob a perspectiva de uma metodologia de aprendizagem ativa.

Caso você decida participar, você deverá participar de um grupo focal com duração média de 2h, onde lhe será apresentado o cenário educacional proposto para sua avaliação.

Durante a realização do grupo focal inicialmente será realizado uma exposição do cenário educacional, em detalhes, para sua compreensão. Em um segundo momento, com duração de 70 min, pediremos que os participantes dividam-se em dois grupos, em cada um deles serão apresentadas os critérios de avaliação do cenário educacional e questões norteadoras para discussão, nesse momento toda a discussão será gravada para posterior transcrição sendo resguardado a sua identidade dos participantes, para isso pedimos a sua autorização. A finalização do grupo focal se dará com a compilação e apresentação a todos os participantes dos principais resultados da análise.

Durante a realização desse grupo focal a previsão de riscos é mínima, pois você apenas responderá questões restritas à avaliação do cenário educacional proposto. Sua resposta será anônima, ou seja, seu nome não será anotado na folha de anotações da sua resposta.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Reymard Sávio Sampaio de Melo pelo telefone (84)98132-3257, enviando e-mail para reymardsavio@gmail.com ou comparecendo à sede do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, localizado na UFRN, rua das Engenharias - Lagoa Nova, Natal – RN.

Rubrica do Participante/Responsável legal:	Rubrica do Pesquisador:
--	-------------------------



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

2/3

Você tem o direito de se recusar a responder perguntas que lhe causem constrangimento de qualquer natureza e a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você. 1/3

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar.

Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo pesquisador e reembolsado para você.

Se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes, telefone: 3342-5003, endereço: Av. Nilo Peçanha, 620 – Petrópolis – Espaço João Machado – 1º Andar – Prédio Administrativo - CEP 59.012-300 - Nata/Rn, e-mail: cep\_huol@yahoo.com.br.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável Reymard Savio Sampaio De Melo.

#### *Consentimento Livre e Esclarecido*

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa: Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante da pesquisa**



Impressão  
datiloscópica do  
participante

Rubrica do Participante/Responsável legal:

Rubrica do Pesquisador:

--	--



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

3/3

*Declaração do pesquisador responsável*

Como pesquisador responsável pelo estudo Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Natal, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

---

**Reymard Sávio Sampaio de Melo**

Rubrica do Participante/Responsável legal:	Rubrica do Pesquisador:
--	-------------------------

## APÊNDICE C – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ

Eu, \_\_\_\_\_), depois de entender os riscos e benefícios que a pesquisa intitulada Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, poderá trazer e, entender especialmente os métodos que serão usados para a coleta de dados, assim como, estar ciente da necessidade da gravação de minha entrevista, **AUTORIZO**, por meio deste termo, os pesquisadores Reymard Savio Sampaio De Melo e Wesley Eunathan Fernandes Lima a realizar a gravação de minha entrevista sem custos financeiros a nenhuma parte.

Esta **AUTORIZAÇÃO** foi concedida mediante o compromisso dos pesquisadores acima citados em garantir-me os seguintes direitos:

1. poderei ler a transcrição de minha gravação;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos e jornais;
3. minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas;
4. qualquer outra forma de utilização dessas informações somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. os dados coletados serão guardados por 5 anos, sob a responsabilidade do(a) pesquisador(a) coordenador(a) da pesquisa Reymard Savio Sampaio De Melo, e após esse período, serão destruídos e,
6. serei livre para interromper minha participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse da gravação e transcrição de minha entrevista.

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

**Assinatura do participante da pesquisa**



Impressão  
datiloscópica do  
participante

**Assinatura e carimbo do pesquisador responsável**

## APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS



Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS (FOTOS E VÍDEOS)

Eu, \_\_\_\_\_, **AUTORIZO** o(a) Prof(a) Reymard Sávio Sampaio de Melo, coordenador(a) da pesquisa intitulada: Proposição de um cenário educacional para ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido, a fixar, armazenar e exibir a minha imagem por meio de foto com o fim específico de inseri-la nas informações que serão geradas na pesquisa, aqui citada, e em outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos e jornais.

A presente autorização abrange, exclusivamente, o uso de minha imagem para os fins aqui estabelecidos e deverá sempre preservar o meu anonimato. Qualquer outra forma de utilização e/ou reprodução deverá ser por mim autorizada.

O pesquisador responsável Reymard Sávio Sampaio de Melo, assegurou-me que os dados serão armazenados em meio eletrônico, sob sua responsabilidade, por 5 anos, e após esse período, serão destruídas.

Assegurou-me, também, que serei livre para interromper minha participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse de minhas imagens.

Natal, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante da pesquisa**



Impressão  
datiloscópica do  
participante

\_\_\_\_\_  
**Assinatura e carimbo do pesquisador responsável**

**APÊNDICE E – FICHA DE PERFIL DO PARTICIPANTE DO GRUPO FOCAL****EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL DO PARTICIPANTE**

Sua identificação será: PARTICIPANTE X

**Nome:**

**Idade:**

**Formação Acadêmica:**

**Graduação:** ( ) Não ( ) Sim

Qual \_\_\_\_\_

**Especialização:** ( ) Não ( ) Sim

Qual \_\_\_\_\_

**Mestrado:** ( ) Não ( ) Sim

Programa/Área \_\_\_\_\_

**Doutorado:** ( ) Não ( ) Sim

Programa/Área \_\_\_\_\_

**Pós-Doutorado:** ( ) Não ( ) Sim

Programa/Área \_\_\_\_\_

**Outra:** \_\_\_\_\_

**Tempo (total) de carreira:** \_\_\_\_\_

**Instituição em que trabalha:** \_\_\_\_\_

**Disciplina(s) que leciona:** \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CENÁRIO EDUCACIONAL

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CENÁRIO EDUCACIONAL

Para as respostas considere: **0** (nenhuma); **1**(pouco); **2**(médio); **3** (muito).

	0	1	2	3
Como você avalia a aplicabilidade desse Cenário Educacional nos cursos de EC e ARQ?				
Você considera que há facilidade de uso desse Cenário educacional?				
Você usaria este cenário educacional em suas aulas?				
Com relação a generalidade: É possível utilizar esse cenário educacional em outros componentes curriculares dos cursos de EC e ARQ?				
Você observou falhas neste Cenário Educacional ? Quais?				

Adaptado de Pereira 2017<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> PEREIRA, A. P. C. MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO NA FASE DE PROJETO: uma proposta de plano de execução BIM para a SUMAI / UFBA. 2017. 332 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

## APÊNDICE G – ROTEIRO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

### Estação 01- Dramatização

#### Objetivo:

Criar uma encenação onde seu grupo deve apresentar para um cliente que a sua construtora utiliza BIM. Mostrando as vantagens e diferencial dessa utilização para a empresa e para o cliente.

Tempo de apresentação: **No máximo 10 min**

---

### Estação 02- Mapas mentais

#### Objetivo:

Elaborar dois mapas mentais:

- Conceito de BIM;
- Vantagens da utilização do BIM.

Tempo de apresentação: **No máximo 8 min**

### Estação 03- VídeoBIM

#### Objetivo:

Elaborar um vídeo rápidos (entre 1 e 2 min) mostrando os principais usos do BIM.

Tempo de apresentação: **No máximo 2 min**

### Estação 04- Solução BIM

#### Objetivo:

Criar e apresentar uma estratégia de implementação BIM para diretoria da construtora ENGBIM.

Tempo de apresentação: **No máximo 10 min**

## APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO DOS ESTUDANTES DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO



Seção 1 de 3

### Questionário 01 - Diagnóstico da turma.

Olá alunos(as),

Este é um questionário que objetiva fazer um mapeamento da turma, sendo de fundamental importância para tornar essa disciplina cada vez melhor para vocês, por gentileza preencham com atenção todos os tópicos.

Obs: Em nenhum momento vocês serão identificados nas respostas enviadas ao professor da disciplina, terá acesso as informação iniciais desses questionário somente o aluno do programa de docência assistida que após tratar os dados aqui fornecidos mostrará ao professor as respostas sem identificá-los.

Obrigado!

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Qual seu nome e sobrenome? \*

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Questionário 01- Diagnóstico da turma (Tarde).



Marque a opção ou as opções que definem suas respostas às questões.

1 - Qual o tipo de transporte que você utiliza até a universidade? \*

- Carro (como motorista)
- Carro (como carona)
- Taxi, Uber ou outros serviços similares.
- Moto
- Bicicleta
- Ônibus
- Alternativo
- A pé

2 - Qual tipo de escola você concluiu o seu ensino médio? \*

- Municipal
- Estadual
- Particular
- Instituto Técnico

3 -Seria possível trazer o notebook nos seguintes dias de aula? \*

	É possível trazer.	Não é possível.
Segunda-feira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quarta-feira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>





## Seção 3 de 3

## Perspectivas profissionais



Descrição (opcional)

12 - Qual a ênfase da Engenharia Civil você pretende exercer na sua vida profissional? \*

- Ainda não decidi
- Estruturas
- Geotecnia e Transportes
- Materiais e Processos Construtivos
- Recursos Hídricos, Saneamento e Engenharia Ambiental
- Outros...

13 - Com relação a atividade de estágio em engenharia civil. \*

- Nunca estagiei
- Estou estagiando
- Já finalizei o estágio

14 - Descreva rapidamente sua atividade no estágio em curso ou finalizado. \*

Caso nunca tenha estagiado, escreva: Não se aplica.

Texto de resposta curta

---

## APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO DA TURMA COM RELAÇÃO AO BIM E METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA



Seção 1 de 3

### Questionário 02 - Diagnóstico da Turma com relação ao BIM e Metodologias de Aprendizagem Ativa.

Prezado aluno (a), sou mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PEC) da UFRN, sob orientação do professor Reymard Sávio.

Gostaria de convidá-lo a participar dessa pesquisa intitulada "Proposição de um cenário educacional para Ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido", essa primeira fase da pesquisa tem como objetivo fazer um diagnóstico da turma com relação ao BIM e metodologias ativas de ensino, para isso sua participação é de relevante importância.

Muito Obrigado.

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Qual seu nome e sobrenome? \*

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Questionário 02- Diagnóstico da Turma com relação ao BIM e Metodologias de Aprendizagem Ativa



Marque a opção ou as opções que definem suas respostas às questões.

1 - O que é BIM para você? \*

- Software/ferramenta computacional
- Processo
- Sistema de colaboração
- Ambiente de trabalho

2 - Onde foi o seu primeiro contato com BIM? \*

- Nunca tive contato.
- Em seminários, congressos ou outros eventos.
- Na universidade.
- Em escritórios ou empresas de arquitetura e engenharia.
- Outros.

3 - Qual a sua experiência em BIM? \*

- Não sei nada a respeito de BIM.
- Tenho escutado falar sobre BIM, mas sei pouco sobre isso.
- Já participei de eventos sobre BIM.
- Eu sei o que é BIM, mas não utilizo.
- Sou experiente em BIM.
- Utilizo BIM em meus projetos.
- Outros...

4 - Qual software BIM para modelagem de arquitetura que você conhece ou utiliza? \*

- Não utilizo nenhum software BIM.
- Revit
- ArchiCAD
- Vectorworks
- AECOSim
- Outros...

5 - Qual software BIM para arquitetura que você pretende ou gostaria de utilizar? \*

- Não utilizo nenhum software BIM.
- Revit
- ArchiCAD
- Vectorworks
- AECOSim
- Outros...

6 - Quais dos seguintes softwares BIM você conhece ou já ouviu falar? \*

- VICO Office
- Syncro
- Onuma
- DprofilerSketchup Pro
- Solibri
- Tekla BIM Sight
- TQS Navisworks
- Power Clvil 3D
- Civil 3D DDS
- Allplan
- SCia
- Eberick
- Nenhum desses softwares
- Outros...

7 - O que você espera da inserção do BIM na disciplina de Gestão da Construção? \*

Texto de resposta longa

---

## Questionário Preliminar sobre Metodologias de Aprendizagem Ativa

Escreva de acordo com a pergunta e marque a opção que define sua resposta à questão.

Observe as imagens abaixo para responder as questões 1, 2 e 3.



1- Alunos enfileirados e o professor explicando a matéria.



2 – Alunos em grupos, com e sem o uso de tecnologias. Professor passa pelos grupos para discutir a matéria.

1 - De acordo com as imagens acima, você aprendem melhor em uma sala organizada como na imagem 1 ou como na imagem 2? Por quê? \*

Texto de resposta longa

2 - Qual das imagens acima é mais parecida com a organização das suas aulas? \*

Imagem 1

Imagem 2

3 - Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? \*

De acordo com a Imagem 1

De acordo com a Imagem 2

Uma mistura das duas opções

4 - Com quais das frases abaixo você concorda? \*

- A tecnologia é para entretenimento, não para aprendizagem.
- Usar a tecnologia em sala de aula fez com que eu fique distraído.
- Usar a tecnologia em casa me ajuda a aprender.
- Usar a tecnologia em sala de aula faz com que eu fique distraído.
- Eu gostaria que meus professores usassem mais tecnologia em sala de aula.
- Eu gostaria de poder usar mais tecnologia em casa do que na escola.
- Eu aprendo melhor de forma mais simples, sem tecnologia.
- Eu não concordo com nenhuma dessas frases.

5 - De que maneira você acredita aprender melhor durante as aulas? \*

- Com o uso de computador ou celular, trocando ideias com os colegas e com o professor.
- Com o uso de computador ou celular, trabalhando sozinho no computador e trocando ideias com o profe ...
- Sem o uso do computador ou celular, trocando ideias com os colegas e com o professor.
- Sem o uso do computador ou celular, usando livros didáticos e ouvindo a explicação do professor.

6 - Você se sente protagonista do seu processo de ensino aprendizagem? \*

- |       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |       |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
|       | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |       |
| Pouco | <input type="radio"/> | Muito |

7 - Algum professor já utilizou alguma Metodologias de Aprendizagem Ativa nas suas aulas? \*

- Sim
- Não

8 - Caso o professor tenha utilizado alguma Metodologias de Aprendizagem Ativa, conte um pouco sobre essa experiência. \*

Texto de resposta longa

---

9 - Qual das Metodologias de Aprendizagem Ativa você já utilizou? \*

- Ensino híbrido
- Aprendizagem Baseada em problemas ( PBL)
- Aprendizagem Baseada em Jogos
- Aprendizagem Baseada em Projetos
- Nenhuma das anteriores
- Outros...

## APÊNDICE J – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: FUNDAMENTOS DO BIM



Seção 1 de 3

### Questionário 03- Avaliação da Rotação por Estações : Fundamentos do BIM.

Prezado aluno (a), sou mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PEC) da UFRN, sob orientação do professor Reymard Sávio.

Gostaria de convidá-lo a participar dessa pesquisa intitulada "Proposição de um cenário educacional para Ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido", essa primeira fase da pesquisa tem como objetivo fazer um diagnóstico da turma com relação ao BIM e metodologias ativas de ensino, para isso sua participação é de relevante importância.

Muito Obrigado.

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Qual seu nome e sobrenome? \*

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Avaliação da aula com ensino híbrido



Avalie as questões a seguir de acordo com seu grau de satisfação, variando de 1 para pouco satisfeito até 5 para muito satisfeito.

O modelo de rotação por estações contribuiu para a aprendizagem do BIM? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Qual o seu grau de satisfação geral em relação a prática de rotação por estações? \*

	1	2	3	4	5	
Insatisfeito	<input type="radio"/>	Satisfeito				

Suas expectativas com relação a aula de hoje foram alcançadas? \*

	1	2	3	4	5	
Insatisfeito	<input type="radio"/>	Satisfeito				

O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje? \*

	1	2	3	4	5	
Pouca	<input type="radio"/>	Muito				

A aula de hoje te ajudou a compreender os conceitos relacionados ao BIM? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Como você melhoraria ainda mais esta aula? \*

Texto de resposta longa

Seção 3 de 3

## Avaliação das estações



Avalie as questões a seguir de acordo com seu grau de satisfação, variando de 1 para pouco satisfeito até 5 para muito satisfeito.

Qual das estações te fez compreender melhor o que foi estudado fora da sala de aula? \*

- Estação 1 - Dramatização
- Estação 2 - VídeoBIM
- Estação 3 - Mapas Mentais
- Estação 4 - Plano de Implementação BIM

O modelo de rotação por estações foi divertido? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Escreva aqui os pontos positivos. \*

Texto de resposta longa

Escreva aqui as sugestões de melhoria. \*

Texto de resposta longa

Você gostaria de ter mais aulas neste modelo de rotação por estações durante o curso? \*

- Sim
- Não

Durante o curso você já teve alguma aula usando esse modelo de rotação por Estações? \*

- Sim
- Não

Observe as imagens abaixo para responder as próximas três questões.



1- Alunos enfileirados e o professor explicando a matéria.



2 – Alunos em grupos, com e sem o uso de tecnologias. Professor passa pelos grupos para discutir a matéria.

De acordo com as imagens acima, você aprendem melhor em uma sala organizada como na imagem 1 ou como na imagem 2? Por quê? \*

Texto de resposta longa

Qual das imagens acima é mais parecida com a organização das suas aulas? \*

- Imagem 1
- Imagem 2

Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? \*

- De acordo com a Imagem 1
- De acordo com a Imagem 2
- Uma mistura das duas opções

## APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: BIM PARA ORÇAMENTAÇÃO E PLANEJAMENTO



Seção 1 de 3

### Questionário 04- Avaliação da Rotação por Estações : BIM para orçamentação e planejamento.

Prezado aluno (a), sou mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PEC) da UFRN, sob orientação do professor Reymard Sávio.

Gostaria de convidá-lo a participar dessa pesquisa intitulada "Proposição de um cenário educacional para Ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido", essa primeira fase da pesquisa tem como objetivo fazer um diagnóstico da turma com relação ao BIM e metodologias ativas de ensino, para isso sua participação é de relevante importância.

Muito Obrigado.

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Qual seu nome e sobrenome? \*

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Avaliação da oficina



Avalie as questões a seguir de acordo com seu grau de satisfação, variando de 1 para pouco satisfeito até 5 para muito satisfeito.

Como estava o seu entendimento dos conteúdos estudados ANTES da rotação por estações? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

O modelo de rotação por estações contribuiu para a aprendizagem? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Qual o seu grau de satisfação geral em relação a prática de rotação por estações? \*

	1	2	3	4	5	
Insatisfeito	<input type="radio"/>	Satisfeito				

Suas expectativas com relação a aula de hoje foram alcançadas? \*

	1	2	3	4	5	
Insatisfeito	<input type="radio"/>	Satisfeito				

O quão dinâmica e envolvente foi aula de hoje? \*

	1	2	3	4	5	
Pouca	<input type="radio"/>	Muito				

A aula de hoje te ajudou a compreender os conceitos relacionados ao BIM 4D, 5D, LOD? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Seção 3 de 3

## Avaliação das estações



Avalie as questões a seguir de acordo com seu grau de satisfação, variando de 1 para pouco satisfeito até 5 para muito satisfeito.

Qual das estações te fez compreender melhor os conteúdos trabalhados nessa aula? \*

- Estação 1 - Mapas Mentais
- Estação 2 - VídeoBIM
- Estação 3 - Dramatização

O modelo de rotação por estações incentivou o trabalho em equipe? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

O modelo de rotação por estações foi divertido? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

Escreva aqui os pontos positivos. \*

Texto de resposta longa

Escreva aqui as sugestões de melhoria. \*

Texto de resposta longa

Você gostaria de ter mais aulas neste modelo de rotação por estações durante o curso? \*

- Sim
- Não

Durante o curso você já teve alguma aula usando esse modelo de rotação por Estações? \*

- Sim
- Não

Observe as imagens abaixo para responder as próximas três questões.



1- Alunos enfileirados e o professor explicando a matéria.



2 – Alunos em grupos, com e sem o uso de tecnologias. Professor passa pelos grupos para discutir a matéria.

De acordo com as imagens acima, você aprendem melhor em uma sala organizada como na imagem 1 ou como na imagem 2? Por quê? \*

Texto de resposta longa

Qual das imagens acima é mais parecida com a organização das suas aulas? \*

- Imagem 1
- Imagem 2

Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? \*

- De acordo com a Imagem 1
- De acordo com a Imagem 2
- Uma mistura das duas opções

**APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SALA DE AULA  
INVERTIDA: VIDEO AULAS DE FERRAMENTAS BIM**

## Questionário 05- Avaliação da sala de aula invertida: videoaulas da ferramenta BIM.

Descrição do formulário

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Nome \*

Texto de resposta curta

1- Você já tinha modelado um projeto no REVIT? \*

Sim

Não

2- Você já tinha feito extração de quantitativos no REVIT ? \*

Sim

Não

3- O quão difícil foi o processo de Modelagem? \*

	1	2	3	4	5	
Fácil	<input type="radio"/>	Muito difícil				

4-Quais os motivos que estão relacionados a dificuldade que você teve para fazer a modelagem? \*

Texto de resposta longa

5-Com relação a qualidade do conteúdo das videoaulas: \*

	1	2	3	4	5	
Péssima qualidade	<input type="radio"/>	Excelente qualidade				

6-Como você avalia a metodologia de videoaulas? \*

Texto de resposta longa

7-O quando que você se dedicou para fazer a modelagem? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

8- Qual a sua visão com relação a necessidade de implementação do BIM em disciplinas anteriores a de Gestão da Construção, no curso de Engenharia civil da UFRN? \*

Texto de resposta longa

9- Escreva os pontos positivos relacionados as videoaulas e a modelagem feita na sala de aula : \*

Texto de resposta longa

10- Escreva os pontos de melhoria relacionados as videoaulas e a modelagem feita na sala de aula : \*

Texto de resposta longa

11- como está o andamento da modelagem do seu projeto semestral? \*

Texto de resposta longa

## APÊNDICE M – QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO DE ESTUDANTES DE DESENHO DE PROJETOS ASSISTIDO POR COMPUTADOR



Seção 1 de 3

### Questionário 06- Diagnóstico da turma.

Olá alunos(as),

Este é um questionário que objetiva fazer um mapeamento da turma, sendo de fundamental importância para tornar essa disciplina cada vez melhor para vocês, por gentileza preencham com atenção todos os tópicos.

Obs: Em nenhum momento vocês serão identificados nas respostas enviadas ao professor da disciplina, terá acesso as informação iniciais desses questionário somente o aluno do programa de docência assistida que após tratar os dados aqui fornecidos mostrará ao professor as respostas sem identificá-los.

Obrigado!

**Endereço de e-mail \***

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

**Qual seu nome e sobrenome? \***

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Mapeamento da Turma



Marque a opção ou as opções que definem suas respostas às questões.

1 - Em qual ano do curso você está? \*

- 1 ano
- 2 ano
- 3 ano
- 4 ano
- 5 ano

2 - Você prefere qual tipo de atividade? \*

- Individual e online
- Individual e presencial
- Grupo e online
- Grupo e presencial

3 - Nas atividades realizadas em grupo, você prefere que os componentes sejam escolhidos por você ou professor? \*

- Escolha própria
- Escolhido pelo professor

4 - Os professores incentivam a sua participação nas aulas? \*

- Sim
- Não

5 - Você se considera participativo nas aulas? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

6- Comente sobre as duas respostas anteriores \*

Texto de resposta longa

---

7 - Quão seguro você está com relação aos seus conhecimentos de CIV0410 - CONSTRUÇÃO CIVIL I? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

8- Quão seguro você está com relação aos seus conhecimentos de CIV0416 - CONSTRUÇÃO CIVIL II? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

9- Quão seguro você está com relação aos seus conhecimentos de Desenho básico? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

10- Quão seguro você está com relação aos seus conhecimentos de Projeto Arquitetônico? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

## Seção 3 de 3

## Perspectivas profissionais



Descrição (opcional)

11 - Qual a ênfase da Engenharia Civil você pretende exercer na sua vida profissional? \*

- Ainda não decidi
- Estruturas
- Geotecnia e Transportes
- Materiais e Processos Construtivos
- Recursos Hídricos, Saneamento e Engenharia Ambiental
- Outros...

12 - Com relação a atividade de estágio em engenharia civil. \*

- Nunca estagiei
- Estou estagiando
- Já finalizei o estágio

13 - Descreva rapidamente sua atividade no estágio em curso ou finalizado. \*

Caso nunca tenha estagiado, escreva: Não se aplica.

Texto de resposta curta

---

**APÊNDICE N – DIAGNÓSTICO COM RELAÇÃO AO BIM E METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA TURMA DE DESENHO DE PROJETOS ASSISTIDO POR COMPUTADOR.**



Seção 1 de 3

## Questionário 07- Diagnóstico da Turma

Prezado aluno (a), sou mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PEC) da UFRN, sob orientação do professor Reymard Sávio.

Gostaria de convidá-lo a participar dessa pesquisa intitulada "Proposição de um cenário educacional para Ensino do BIM numa perspectiva de ensino híbrido", essa primeira fase da pesquisa tem como objetivo fazer um diagnóstico da turma com relação ao BIM e metodologias de aprendizagem ativas, para isso sua participação é de relevante importância.

Muito Obrigado.

Endereço de e-mail \*

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Qual seu nome e sobrenome? \*

Texto de resposta curta

## Seção 2 de 3

## Questionário Preliminar sobre BIM



Marque a opção ou as opções que definem suas respostas às questões.

1 - O que é BIM para você? \*

- Conjunto de Softwares/ferramentas computacionais
- Conjunto de processos, políticas e tecnologias
- Sistema de colaboração
- Ambiente de trabalho

2 - Onde foi o seu primeiro contato com BIM? \*

- Nunca tive contato.
- Em seminários, congressos ou outros eventos.
- Na universidade.
- Em escritórios ou empresas de arquitetura e engenharia.
- Outros.

3 - Qual a sua experiência em BIM? \*

- Não sei nada a respeito de BIM.
- Tenho escutado falar sobre BIM, mas sei pouco sobre isso.
- Já participei de eventos sobre BIM.
- Eu sei o que é BIM, mas não utilizo.
- Sou experiente em BIM.
- Utilizo BIM em meus projetos.
- Outros...

4 - Qual software BIM para modelagem de arquitetura que você conhece ou utiliza? \*

- Não utilizo nenhum software BIM.
- Revit
- ArchiCAD
- Vectorworks
- OpenBuildings
- Outros...

5 - Qual software BIM para arquitetura que você pretende ou gostaria de aprender a utilizar? \*

- Não utilizo nenhum software BIM.
- Revit
- ArchiCAD
- Vectorworks
- OpenBuildings
- Outros...

6 - Quais dos seguintes softwares BIM você conhece ou já ouviu falar? \*

- VICO Office
- Syncro
- Onuma
- DprofilerSketchup Pro
- Solibri
- Tekla BIM Sight
- TQS Navisworks
- Power Clvil 3D
- Civil 3D DDS
- Allplan
- SCia
- Eberick
- Nenhum desses softwares
- Outros...

7 - O que você espera da inserção do BIM na componente curricular Desenho de projetos assistido por computador? \*

Texto de resposta longa

---

## Seção 3 de 3

## Questionário Preliminar sobre Metodologia de Aprendizagem Ativa

Escreva de acordo com a pergunta e marque a opção que define sua resposta à questão.

Observe as imagens abaixo para responder as questões 1, 2 e 3.



1- Alunos enfileirados e o professor explicando a matéria.



2 – Alunos em grupos, com e sem o uso de tecnologias. Professor passa pelos grupos para discutir a matéria.

1 - De acordo com as imagens acima, você aprendem melhor em uma sala organizada como na imagem 1 ou como na imagem 2? Por quê? \*

Texto de resposta longa

2 - Qual das imagens acima é mais parecida com a organização das suas aulas? \*

Imagem 1

Imagem 2

3 - Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? \*

De acordo com a Imagem 1

De acordo com a Imagem 2

Uma mistura das duas opções

3 - Como você gostaria que sua sala de aula fosse organizada? \*

- De acordo com a Imagem 1
- De acordo com a Imagem 2
- Uma mistura das duas opções

4 - Qual das frases abaixo você concorda? \*

- A tecnologia é para entretenimento, não para aprendizagem.
- Usar a tecnologia em sala de aula fez com que eu fique distraído.
- Usar a tecnologia em casa me ajuda a aprender.
- Usar a tecnologia em sala de aula faz com que eu fique distraído.
- Eu gostaria que meus professores usassem mais tecnologia em sala de aula.
- Eu gostaria de poder usar mais tecnologia em casa do que na escola.
- Eu aprendo melhor de forma mais simples, sem tecnologia.
- Eu não concordo com nenhuma dessas frases.

5 - De que maneira você acredita aprender mais durante as aulas? \*

- Com o uso de computador ou celular, trocando ideias com os colegas e com o professor.
- Com o uso de computador ou celular, trabalhando sozinho no computador e trocando ideias com o profe ...
- Sem o uso do computador ou celular, trocando ideias com os colegas e com o professor.
- Sem o uso do computador ou celular, usando livros didáticos e ouvindo a explicação do professor.

6 - Você se sente protagonista do seu processo de ensino aprendizagem? \*

	1	2	3	4	5	
Pouco	<input type="radio"/>	Muito				

7 - Algum professor já utilizou alguma metodologia de aprendizagem ativa nas suas aulas, durante o curso de Engenharia Civil? \*

- Sim
- Não

8 - Caso algum professor tenha utilizado alguma metodologia de aprendizagem ativa, conte um pouco sobre essa experiência. \*

Texto de resposta longa

---

9 - Qual das metodologias de ensino ativo abaixo você já utilizou? \*

- Ensino híbrido
- Aprendizagem Baseada em problemas ( PBL)
- Aprendizagem Baseada em Jogos
- Aprendizagem Baseada em Projetos
- Nenhuma das anteriores
- Outros...